Schriften der Gesellschaft für
Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e. V.
Band 26

Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft – Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung –

Mit Beiträgen von

R. v. Alvensleben, S. Bauer, H. Becker, E. Berg,
U. Bernegger, V. Beusmann, F. Bonnieux, J. M. Boussard,
J. v. Braun, W. Doppler, R. Duttweiler, W. Filter, K. Frenz,
H. Gaese, H. Guyomard, H. de Haen, M. Hartmann, F. Heidhues,
A. Heißenhuber, E. Helmstädter, A. Henze, R. Herrmann,
H. Hockmann, F. Hülsemeyer, F. Isermeyer, H. Kasnakoglu,
D. Kirschke, W. Kleinhanß, R. Kloos, F. Kuhlmann,
M. Lückemeyer, J. Michalek, F. Mühlebach,
Ch. Noell, M. v. Oppen, H. Pahl, W. Peters, G. Poschacher,
K. Riebe, G. Schiefer, T. Schmidt-Paulsen, R. Schnieders,
H. Scholz, H. Schön, H. Schrader, M. Steffens,
G. Stumpenhausen, C. Tavéra, W. v. Urff, E. Wöhlken,
J. Ziche, M. Zilahi-Szabó, Y. Zimmer, W. Ch. Zimmerli.

Im Auftrag der Gesellschaft für Wirtschafts-
und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.
herausgegeben von H. E. Buchholz, E. Neander und H. Schrader

Landwirtschaftsverlag GmbH
Münster-Hiltrup

1. Auflage 1990
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks
und der photomechanischen Wiedergabe, auch auszugsweise, vorbehalten.
Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.
Vertrieb, Auslieferung und Gesamtherstellung:
Landwirtschaftsverlag GmbH, Hülsebrockstraße 2, 4400 Münster-Hiltrup
Printed in Germany.
ISBN 3-7843-1352-3
Verkaufspreis DM 63,–

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort X
von Prof. Dr. H.E. Buchholz, Prof. Dr. E. Neander
und Dr. H. Schrader

Begrüßung und Eröffnung durch den Vorsitzenden XI
Prof. Dr. E. Wöhlken, Gießen

Grußwort XIII
des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft
und Forsten I. Kiechle, Bonn

Grußwort XV
der Staatssekretärin im Niedersächsischen Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten Dr. Hedda Meseke

Grußwort XVII
des Präsidenten der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft,
Braunschweig-Völkenrode (FAL) Prof. Dr. H. Schön

ÜBERGEORDNETE ASPEKTE DES TECHNISCHEN FORTSCHRITTS

Stellenwert des technischen Fortschritts aus philosophischer Sicht 3
von Prof. Dr. W. Ch. Zimmerli, Bamberg

Stellenwert des technischen Fortschritts aus wirtschaftlicher Sicht 13
von Prof. Dr. E. Helmstädter, Münster

TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN IN DER LANDWIRTSCHAFT

Technische Entwicklungstendenzen in der Agrarproduktion 23
von Prof. Dr. H. Schön, Braunschweig-Völkenrode

Technische Entwicklungstendenzen in der Betriebsführung 41
von Prof. Dr. Dr. h.c. F. Kuhlmann, Gießen

Biotechnologie in der Milchwirtschaft - Entwicklungen,
Auswirkungen, Probleme 57
von Prof. Dr. F. Hülsemeyer, Kiel

AUSWIRKUNGEN UND BEWERTUNGEN

Bewertung technischer Fortschritte im Hinblick auf Allokations-
und Verteilungsziele im Agrarsektor 67
von Prof. Dr. W. v. Urff, Weihenstephan

Umweltverträglichkeit technischer Fortschritte in der Landwirtschaft
- institutionelle Voraussetzungen, Wirtschaftlichkeit, Verbreitung 77
von Prof. Dr. H. de Haen und Dipl. Ing. agr. Y. Zimmer, Göttingen

Auswirkungen biotechnischer Neuerungen auf die Landwirtschaft in Entwicklungsländern 89
von Prof. Dr. F. Heidhues und Prof. Dr. M. von Oppen, Hohenheim

Induced effects of projects, theory and practice: The case of irrigation policy in France 103
von Prof. Dr. J. M. Boussard, Paris

Ansätze zur Quantifizierung technischer Fortschritte in der Landwirtschaft: Eine Darstellung verschiedener auf primalen Vorgehen basierender Verfahren 111
von Dipl. Ing. agr. H. Hockmann, Göttingen

Methoden der Messung des technischen Fortschritts in der Landwirtschaft 119
von Dr. J. Michalek, Amsterdam

TECHNISCHER FORTSCHRITT IN DER LANDWIRTSCHAFT DER INDUSTRIELÄNDER - BESTIMMUNGSGRÜNDE, WIRKUNGEN, BEWERTUNG (FALLSTUDEN)

Technikfolgenabschätzung in der Landwirtschaft - Beispiele 137
von Dr. V. Beusmann, Braunschweig-Völkenrode

Technikfolgenabschätzung einer Einführung des vollautomatischen Melkens 145
von Dr. F. Isermeyer, Göttingen

Wie beeinflussen Embryotransfer, Geschlechtsbestimmung und Leistungsförderer die Schweizer Landwirtschaft? 153
von Dipl. Ing. agr. F. Mühlebach und Dr. U. Bernegger, Zürich

Möglichkeiten und Grenzen der Biotechnologie für die Erschließung neuer Absatzmärkte im Non-food-Bereich 161
von Dr. W. Kleinhanß, Braunschweig-Völkenrode

Strukturen des Saatgutmarktes und Innovationsverhalten Dargestellt am Beispiel des Pflanzkartoffelmarktes 167
von Dr. H. Becker, Braunschweig-Völkenrode

TECHNISCHER FORTSCHRITT IN DER LANDWIRTSCHAFT DER ENTWICKLUNGSLÄNDER - WIRKUNGEN UND BEWERTUNG

Technischer Fortschritt, terms of trade und die Spezialisierung von Entwicklungsländern auf Agrarexportgüter 175
von Dr. habil. R. Herrmann, Kiel

Chancen und Grenzen des technischen Fortschritts in der Landwirtschaft zur Reduzierung der Armut in Entwicklungsländern 185
von Dr. J. von Braun, Washington

Entscheidungsfindung im System der Internationalen Agrarforschungsinstitute 193
von Prof. Dr. D. Kirschke, Berlin

TECHNISCHE FORTSCHRITTE IM BEREICH DER PLANUNG UND FÜHRUNG LANDWIRTSCHAFTLICHER BETRIEBE

Interdependente Beziehungen zwischen Entwicklungen in der Biotechnologie und der Prozeßautomation in der pflanzlichen Produktion und deren Auswirkungen auf die Konzeption von Steuerungsmodellen 203
von Dr. Ch. Noell, Kiel

Expertensysteme in der strategischen Unternehmensplanung 213
von Prof. Dr. E. Berg und Dr. T. Schmidt-Paulsen, Freising-Weihenstephan

Computer integrated farming (cif)
Integration Computerunterstützter Systeme im landwirtschaftlichen Betrieb 223
von Prof. Dr. M. Zilahi-Szabó, Gießen

TECHNISCHE FORTSCHRITTE IN DER LANDWIRTSCHAFT DER INDUSTRIELÄNDER - AKZEPTANZ, ETHISCHE BEWERTUNG

Akzeptanz der Ergebnisse technischer Fortschritte durch die Verbraucher - empirische Relevanz 233
von Prof. Dr. R. von Alvensleben, Kiel und Dr. M. Steffens, Hannover

Technischer Fortschritt im Widerstreit zwischen ökonomischen, ökologischen und ethischen Zielen - aus der Sicht von Mikroökonomen 241
von Dr. A. Heißenhuber und Dr. H. Pahl, Weihenstephan

Hauptströmungen zur ethischen Bewertung technischer Fortschritte in der Landwirtschaft 251
von Prof. Dr. J. Ziche, Freising-Weihenstephan

TECHNISCHE FORTSCHRITTE IN DER LANDWIRTSCHAFT DER ENTWICKLUNGSLÄNDER - (FALLSTUDIEN)

Produktivitätserhöhung und Mechanisierung der uruguayischen Milchwirtschaft 259
von Prof. Dr. H. Gaese, Köln

Technische Fortschritte in der Veterinärökonomie der Tropen 267
Prof. Dr. W. Doppler, Hohenheim

Auswirkungen technologischer Veränderungen auf den Agrarsektor der Türkei 277
von Prof. Dr. S. Bauer, Bonn und Dr. H. Kasnakoglu, Ankara

ANFORDERUNGEN AUS DEM EINSATZ TECHNISCHER FORTSCHRITTE AN AUSBILDUNG UND BERATUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT

Technischer Fortschritt zur Verbesserung der Informations- und Entscheidungseffizienz: Anforderungen an die Ausbildung im Studium der Agrarwissenschaften 289
von Prof. Dr. G. Schiefer, Hohenheim

Technologietransfer im Handwerk - Beiträge und Beispiele für die Landwirtschaft 293
von Dr. W. Filter, München

Intensivierte Information und Entscheidung bei Regelungsabläufen im landwirtschaftlichen Betrieb und ihre Auswirkung auf Beratung und Ausbildung 301
von Prof. Dr. K. Riebe, Kiel

TECHNISCHER FORTSCHRITT UND AGRARPOLITIK

Staatliche Forschungsförderung 313
von Prof. Dr. A. Henze und Dr. R. Kloos, Hohenheim

Bewertung technischer Fortschritte im Agrarbereich und Möglichkeiten der politischen und administrativen Steuerung 325
von Dr. M. Lückemeyer und Dr. W. Peters, Bonn

Selektive Adaption des technischen Fortschritts in der schweizerischen Landwirtschaft 335
von Dr. R. Duttweiler, Tänikon

Ökosoziale Agrarpolitik als Steuerungsinstrument für den technisch-biologischen Fortschritt in der Landwirtschaft 341
von Dr. G. Poschacher, Wien

PODIUMSGESPRÄCH ÜBER NOTWENDIGKEITEN UND MÖGLICHKEITEN DER STEUERUNG DES TECHNISCHEN FORTSCHRITTS

Kurzreferat 350
von Dr. H. Scholz, Ministerialdirektor im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn

Kurzreferat 353
von Dr. R. Schnieders, Generalsekretär des Deutschen Bauernverbandes e.V., Bonn

Kurzreferat 355
von Dipl.-Ing. agr. G. Stumpenhausen, Direktor der Landwirtschaftskammer Hannover

Kurzreferat 358
von Dipl.-Ing. agr. Monika Hartmann, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt

WORKSHOP: METHODEN ZUR MESSUNG DER WIRKUNGEN TECHNISCHER FORTSCHRITTE

(vor Beginn der Tagung durchgeführt am 4. Oktober 1990 vormittags)

Technical change and agricultural supply-demand analysis problems of measurement and problems of interpretation 363
von Dr. H. Guyomard and Dr. C. Tavéra, Rennes (Frankreich)

Schätzung von Produktion, Faktoreinsatz und technischem Fortschritt mit einer transzendental logarithmischen Gewinnfunktion 375
von Dr. H. Becker und Dr. K. Frenz, Braunschweig-Völkenrode

Estimation of technological progress on the base of flexible cost function 389
von Dr. J. Michalek, Amsterdam

Regional differentials in productivity and types of farming in France: 1980, 1985 399
von Dr. F. Bonnieux, Rennes (Frankreich)

Aggregationsprobleme in der Berechnung von Indexziffern 409
von Dipl. Ing. agr. H. Hockmann, Göttingen

GeWiSoLa Bd 26: Fehlende S. X

VORWORT

Der vorliegende 26. Band der Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e.V. enthält die Referate, die auf der 30. Jahrestagung unserer Gesellschaft vom 4. bis 6. Oktober 1989 in Braunschweig-Völkenrode unter dem Thema "Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft - Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung" vorgetragen und diskutiert wurden.

Die Gesellschaft hat sich diesem Tagungsthema in der Erkenntnis gewidmet, daß die Entwicklung herkömmlicher Formen mechanisch-technischer, wie biologisch-technischer Neuerungen Mitte der 80er Jahre zu einem gewissen Abschluß gelangt ist. Die Substitution menschlicher Arbeit und tierischer Zugkraft durch Traktoren und Maschinen in den Produktionsprozessen scheint im wesentlichen beendet. Auch die Anwendung züchterisch stark verbesserter Sorten und Rassen im Pflanzenbau bzw. in der Tierhaltung hat sich weithin durchgesetzt. Es zeichnet sich nun ab, daß weitere technische Neuerungen auf ganz neuen Gebieten ansetzen. Dabei wird in zunehmendem Maße von hochspezialisierten Techniken, insbesondere auf den Gebieten Biotechnologie und Informationstechnik, Gebrauch gemacht, deren Folgewirkungen nur noch schwer überschaubar sind und die somit zu ihrer Beurteilung neue Einsichten und umfassende Bewertungen erfordern. Andererseits werden von der weiteren Entwicklung und Verbreitung dieser neuen Techniken in der Agrarproduktion zukünftig entscheidende Beiträge zur Minderung des Nahrungsmangels in Teilen der Dritten Welt, zur Erweiterung des Verwendungsspektrums für Agrarprodukte und zur Reduzierung von Umweltbelastungen erhofft.

Aufgabe der Tagung sollte es daher sein, die längerfristigen Auswirkungen neuer technischer Entwicklungen im Bereich der Erzeugung und Verwendung von Agrarprodukten auf die Agrarmärkte, auf die Struktur der Landwirtschaft und auf die Anforderungen an die Führung landwirtschaftlicher Betriebe - nicht nur in den Industrie-, sondern auch in den Entwicklungsländern - zu erkunden und über Möglichkeiten der Beeinflussung dieser technischen Entwicklungen und ihrer Anwendungen in der Praxis zu beraten. Diese Aufgabenstellung hat im Tagungsprogramm ihren Niederschlag gefunden.

Angesichts der Breite der angesprochenen Probleme und mitbedingt durch das Aufgreifen der Probleme zu einem Zeitpunkt, in dem viele der neuen Entwicklungen noch in den Anfängen stecken, überrascht es nicht, daß im Verlauf der Tagung nicht zu allen aufgeworfenen Fragen umfassende und einhellige Antworten gegeben werden konnten. Hervorzuheben ist jedoch das über alle beteiligten Disziplinen hinweg große Interessse, zu tragfähigen sowie ethisch und ökologisch verantwortbaren Lösungen beizutragen.

Die Tagung hat sich aus unserer Sicht durch einen sehr harmonischen Verlauf ausgezeichnet, sowohl hinsichtlich der Einhaltung der Programmvorgaben wie auch hinsichtlich der zwar sehr lebhaften aber auch sehr ausgewogenen Diskussionsbeiträge aller Teilnehmer. Dies macht es uns zu einer ausgesprochen angenehmen Aufgabe, allen an der Tagung Beteiligten, insbesondere aber den Referenten, Diskussionsleitern und Diskutanten ein aufrichtiges Wort des Dankes auszusprechen.

Braunschweig, im April 1990

H.E. Buchholz
E. Neander
H. Schrader

BEGRÜSSUNG

DURCH DEN VORSITZENDEN DER GESELLSCHAFT FÜR WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN DES LANDBAUES E.V.

Prof. Dr. E. WÖHLKEN, Gießen

Sehr geehrte Gäste,
liebe Mitglieder unserer Gesellschaft!

Zur 30. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, die wir in diesem Jahr erstmalig in der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode abhalten, heiße ich Sie herzlich willkommen.

An erster Stelle begrüße ich die Mitglieder des Deutschen Bundestages sowie die Abgeordneten des Niedersächsischen Landtags, soweit sie es zu unserer großen Freude ermöglichen konnten, zu dieser Tagung zu kommen.

Herr Bundesminister Kiechle wie auch Herr Staatssekretär Dr. Eisenkrämer, die ich gebeten hatte, ein Grußwort an uns zu richten, sind wegen anderweitiger Verpflichtungen verhindert, an unserer Veranstaltung teilzunehmen. An ihrer Stelle wird Herr Ministerialdirektor Dr. Scholz, Abteilungsleiter im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, ein Grußwort an uns richten.

Sehr geehrter Herr Dr. Scholz, unsere Gesellschaft ist seit ihrem Bestehen dem Ministerium von den fachlichen Interessen her und insbesondere durch einzelne Personen, die Mitglieder unserer Gesellschaft sind, sehr verbunden.

Fast auf jeder Jahrestagung haben Angehörige des Bundesernährungsministeriums durch Vorträge oder Diskussionsbeiträge aktiv mitgewirkt. So wird es auch in diesem Jahr sein. Unsere jährlichen Tagungen werden überdies durch finanzielle Zuwendungen Ihres Hauses gefördert, wofür wir außerordentlich dankbar sind. Wir wissen die gute Zusammenarbeit zu schätzen und hoffen, daß dies so bleibt.

Die Regierung des Bundeslandes Niedersachsen, in dem wir in diesem Jahre unsere Tagung abhalten, ist durch Frau Staatssekretärin Dr. Meseke vertreten.

Sehr geehrte Frau Dr. Meseke, ich freue mich sehr, daß Sie ein Grußwort an uns richten werden und Ihre Anwesenheit dokumentiert, wieviel Ihnen an einem Gedankenaustausch mit den Agrarökonomen liegt. Am heutigen Abend gibt Ihre Landesregierung freundlicherweise einen Empfang, der Gelegenheit zu intensiven Gesprächen bietet.

Wenn ich Herrn Prof. Dr. Schön als Präsidenten der FAL und damit als Hausherrn an letzter Stelle begrüße, so verbinde ich damit unseren herzlichen Dank für die freundliche Aufnahme in der von ihm geleiteten Anstalt, in der wir nach dem Ausbau des Forums

zu einer Stätte wissenschaftlicher Begegnung zum ersten Mal unsere Jahrestagung abhalten. Wir hoffen, daß die Tagung in diesem Rahmen besonders gut gelingt, zumal die FAL mit ihren Forschungen wesentlich zum technischen Fortschritt in der Landwirtschaft beiträgt und Sie überdies persönlich einen fachbezogenen Vortrag zur Tagung beisteuern.

Ganz besonders freuen sich die Teilnehmer auf die beiden Gastvorträge der Herren Professoren Dr. Zimmerli und Dr. Helmstädter, die ich herzlich willkommen heiße.

Wie immer sind die von mir persönlich Angesprochenen natürlich nicht die Einzigen, über deren Teilnahme an der Tagung meine Kollegen und ich hocherfreut sind. Ein besonderer Willkommensgruß gilt

- den ausländischen Gästen, die teilweise über lange Jahre hinweg Gedankenaustausch mit uns pflegen,
- den Damen und Herren aus der Verwaltung, der Wirtschaft und den Verbänden, die das Thema dieser Tagung angelockt hat,
- und nicht zuletzt der Presse, auf deren Mithilfe wir angewiesen sind, wenn die von der Wissenschaft erarbeiteten Erkenntnisse schnelle Verbreitung finden sollen.

Eine Institution möchte ich zuletzt noch hervorheben. Die Landwirtschaftliche Rentenbank fördert das Wirken unserer Gesellschaft seit vielen Jahren finanziell und ermöglicht damit den Druck der Vorträge in einem Tagungsband. Dadurch wird für die Nachhaltigkeit wissenschaftlichen Wirkens eine wesentliche Voraussetzung geschaffen.

Mit dem Tagungsthema 'Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft' wird ein Problembereich aufgegriffen, der in dieser expliziten Form noch nie das Generalthema einer Jahrestagung war, wenngleich die inhaltlichen Probleme unter anderen Tagungsthemen jeweils angesprochen wurden.

Das Tagungsthema ist bei den Zweifeln an der Fortsetzbarkeit der bisherigen Entwicklung von besonderer Aktualität, was durch einen Blick in das Tagungsprogramm sowie in die Manuskripte bestätigt wird. Das Programm enthält durch die Kombination von Plenarsitzungen an drei Halbtagen (heute nachmittag, morgen vormittag und Freitagvormittag) sowie mit den Sitzungen in parallelen Arbeitsgruppen eine Fülle von Themen. Besonders hervorheben möchte ich, daß bereits heute Vormittag, der eigentlichen Jahrestagung vorgeschaltet, im kleineren Kreis ein Workshop über Methoden zur Messung der Wirkungen technischer Fortschritte stattgefunden hat.

Wer die versandten Manuskripte gelesen hat, weiß, wie stimulierend eine Reihe von Beiträgen verfaßt sind. Der Wert der Jahrestagung liegt allerdings nicht allein in den vorbereiteten Manuskripten, sondern vor allem in der kritischen Diskussion der unterschiedlichen Meinungen, wozu nur dann genügend Zeit bleibt, wenn die Thesen der einzelnen Referenten im gesetzten Zeitlimit vorgetragen werden. Diese Bitte möchte ich zum Schluß meiner Begrüßung allen Referenten und Diskussionsleitern nahe bringen.

Möge die Tagung erfolgreich verlaufen.

GRUSSWORT

des

Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Ignaz KIECHLE

vorgetragen von

Ministerialdirektor Dr. H. SCHOLZ, Bonn

Zu unserer diesjährigen Fachtagung überbringe ich Ihnen herzliche Grüße von Herrn Bundesminister Kiechle. Ich darf "unsere" sagen, weil ich Mitglied der Gesellschaft bin.

Der technische Fortschritt wird im allgemeinen in der Öffentlichkeit der Bundesrepublik Deutschland zunehmend kritisch beurteilt. Das gilt auch für den technischen Fortschritt in der Landwirtschaft. Die Kritik ist zum Teil berechtigt. Technischer Fortschritt darf nicht um seiner selbst willen vorangetrieben werden. Es gilt, einen vernünftigen Mittelweg zu finden. Das ist zunächst eine Aufgabe der Wissenschaft. Ich gehe davon aus, daß wir in unserer Fachtagung heute, morgen und übermorgen um diesen vernünftigen Mittelweg ringen werden.

Eine eingehendere Untersuchung der Kritik am technischen Fortschritt zeigt merkwürdige Widersprüche: Die Kritik am technischen Fortschritt durch den einzelnen Bürger bezieht sich meist auf die Anwendung des technischen Fortschritts durch andere. Im eigenen persönlichen Bereich wendet man alle Errungenschaften des technischen Fortschritts an und hilft vielleicht sogar am eigenen Arbeitsplatz mit, in einem engen Spezialbereich den technischen Fortschritt sehr intensiv voranzutreiben. Dieser Widerspruch wird vom einzelnen meist nicht bemerkt. Dieses Nichterkennen des Widerspruchs kann ernste Folgen für die Entwicklung der Volkswirtschaft der Bundesrepublik Deutschland haben, denn die politischen Entscheidungsträger richten sich nach der öffentlichen Meinung, die - wie gesagt - grundsätzlich gegen den technischen Fortschritt gerichtet ist. Dadurch fallen immer häufiger politische Entscheidungen auch gegen den vernünftigen technischen Fortschritt.

Warum ist der technische Fortschritt in der Landwirtschaft notwendig?

Die Zahl der Menschen auf der Erde nimmt explosionsartig zu. Diese Menschen sollen ernährt werden. Diese Menschen produzieren aber auch immer größere Abfall-Lawinen, die in zunehmendem Maße gefährliche Stoffe enthalten. Diese Probleme können nur gelöst werden,

- wenn die Zunahme der Zahl der Bevölkerung auf der Erde sich verringert,
- wenn der technische Fortschritt sich im Bereich der Ernährung und der Abfallbeseitigung weiter entwickelt.

Es geht aber nicht um den technischen Fortschritt um jeden Preis, sondern technischer Fortschritt ist unter der Zielsetzung des qualitativen Wachstums weiter zu entwickeln. Qualitatives Wachstum bedeutet: die Leistungen und Produkte eines Systems verbessern und gleichzeitig den Einsatz an Energie und Rohstoffen je Leistungs- und Produktionseinheit zu verringern.

Die Anforderungen an die Landwirtschaft werden langfristig - das heißt in den nächsten Jahrzehnten - gewaltig zunehmen, und zwar aus drei Gründen:

(1) Die Erdbevölkerung wird - wie gesagt - zahlenmäßig weiter kräftig zunehmen.
(2) Die Vorräte nicht erneuerbarer Rohstoffe (fossile Rohstoffe) werden abnehmen.
(3) Die Landwirtschaft muß umweltschonender betrieben werden.

Mit anderen Worten: Die Agrarproduktion auf der Erde müßte sowohl im Nahrungsgüterbereich als auch im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe zunehmen, und zwar unter sparsamstem Einsatz von Betriebsmitteln: Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln, Futtermitteln, Tierarzneimitteln und Energie.

Die Feststellung, daß die Agrarproduktion steigen müßte, wird angesichts der derzeitigen Überschüsse in der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft und in anderen Industrienationen wahrscheinlich Kopfschütteln hervorrufen. Das gleiche gilt bezüglich der nachwachsenden Rohstoffe, die teilweise an die Stelle von fossilen Rohstoffen treten müßten, denn ihre Produktion und ihr Absatz sind zur Zeit meist nicht wirtschaftlich.

Mit der dargestellten Entwicklung ist aber nicht die nahe Zukunft gemeint, sondern die Zeit nach dem Jahr 2000.

Problemlösungen werden nur gelingen, wenn die schöpferischen Kräfte auf dem Gebiet der Biologie, der Chemie, der Technik und der Ökonomie sowohl auf der Ebene der Forschung als auch auf der Ebene der praktischen Anwendung in den landwirtschaftlichen Betrieben und den Betrieben der Ernährungswirtschaft sowie der Düngemittel-, Pflanzenschutzmittel-, Futtermittel-, Tierarzneimittel- und Landmaschinenindustrie dazu motiviert werden. Heute werden diese kreativen Kräfte durch eine falsche öffentliche Meinung eher entmutigt. Das muß anders werden.

Nur wenn diese Motivation der Wissenschaftler und der Erwerbstätigen in der Agrar- und Ernährungswirtschaft gelingt, wird es möglich, die Ernährung der Erdbevölkerung und die Rohstoffversorgung zu sichern, ohne die Umwelt zu gefährden. Die Probleme, die einer Lösung harren, sind viel größer als viele verwöhnte Bürger in unserer Wohlstandsgesellschaft glauben.

Ich wünsche unserer Fachtagung einen guten Wirkungsgrad.

GRUSSWORT

der Staatssekretärin im Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Dr. Hedda MESEKE

Sehr geehrter Herr Vorsitzender, meine Damen und Herren. Meinen Dank für die Einladung zur heutigen Veranstaltung verbinde ich mit den besten Grüßen meines Ministers Herrn Dr. Ritz. Er wünscht Ihrer Tagung einen erfolgreichen Verlauf und hofft genauso wie ich, daß Sie nach Abschluß dieser Tagung mit vielen neuen Ideen und Anregungen auf Ihren Arbeitsplatz zurückkehren. Dieser Wunsch gilt allerdings nicht nur für die hier vertretenen Wissenschaftler; er gilt genauso für die Praktiker aus Politik und Wirtschaft bzw. Landwirtschaft. Auch ihre Erwartungen sollten auf dieser Tagung erfüllt werden.

Mir ist bekannt, daß die Gesellschaft es in den 30 Jahren ihres Bestehens immer wieder bewiesen hat, auch diesen mehr oder weniger praktischen Bereich abzudecken. Dennoch ist es nicht zu leugnen, daß es zwischen wissenschaftlicher und praktischer Agrarpolitik im allgemeinen einen Zustand permanenter Spannung gibt. Bis zu einem gewissen Grade kann solch ein Zustand durchaus förderlich sein. Wenn es allerdings dazu kommt, daß sich der Wissenschaftler resignierend in seinen Elfenbeinturm zurückzieht und der Agrarpolitiker meint, ganz ohne den Rat der Wissenschaft auszukommen, ist es Zeit, etwas zu unternehmen. Meines Erachtens bedarf es aber auf beiden Seiten nur eines besseren Verständnisses für die unterschiedlichen Aufgaben, die Wissenschaft und Politik in unserer Gesellschaft wahrzunehmen haben. Jeder weiß, daß die Probleme immer komplexer werden und von daher wissenschaftliche Entscheidungshilfen für die politische Praxis notwendiger sein werden denn je.

Zu den größten Problembereichen zähle ich den Binnenmarkt 92 und das weite Feld von Landwirtschaft und Umweltschutz. Auch die Überschußproblematik sehe ich noch lange nicht gelöst, auch wenn auf einigen Märkten derzeit eine Entspannung eingetreten ist (Milch, Schweine, Rindfleisch).

Das für diese Tagung gewählte Thema hat m. E. eine ähnlich hohe agrarpolitische Relevanz (Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft). Ich nenne in diesem Zusammenhang nur die Stichworte: Bio- und Gentechnologie und Prozeßautomation

Die agrarpolitische Diskussion wird bereits sehr kontrovers geführt. Die Dimensionen der von diesen Bereichen ausgehenden Wirkungen sind noch nicht abschätzbar und berühren auch ethische Fragen. Für den einen bedeuten diese technischen Fortschritte noch größere Ertragsleistungen, noch mehr Überschüsse, noch größeren Druck auf die landwirtschaftlichen Einkommen und noch schnellerer Strukturwandel mit allen damit verbundenen Konsequenzen. Für den anderen bedeuten sie dagegen Lösung der Umweltprobleme und soziale und wirtschaftliche Fortschritte etc.

Dem Programm Ihrer Veranstaltung habe ich entnehmen können, daß Sie diese Problembereiche in den Mittelpunkt Ihrer Veranstaltung gestellt haben. Insofern ist meine Erwartungshaltung an diese Tagung sehr hoch. Und ich wünsche mir, daß die auf dieser Tagung erarbeiteten Ergebnisse nicht nur im Kreis der Wissenschaftler diskutiert und abschließend im blau eingebundenen Tagungsband verewigt werden, sondern auch ihren Niederschlag in der praktischen Agrarpolitik finden.

Ihnen wünsche ich aber auch einen angenehmen Aufenthalt hier in Braunschweig und damit auch in Niedersachsen. Von den Herren Professoren Buchholz und Neander und von Herrn Dr. Schrader sind die notwendigen organisatorischen Vorbereitungen zur Durchführung dieser Veranstaltung getroffen worden. Es liegt jetzt an Ihnen, der 30. Jahrestagung auch inhaltlich den Charakter einer Jubiläumsveranstaltung zu geben.

GRUßWORT

des Präsidenten der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode (FAL)

Prof. Dr. H. SCHÖN

Im Namen von Senat und Präsidium der FAL darf ich Sie sehr herzlich zu Ihrer Jahrestagung begrüßen. Die Umorientierung der Agrarpolitik, der Landbewirtschaftung und nicht zuletzt der Agrarforschung erfordert eine enge Zusammenarbeit nicht nur der ökonomischen Institute; diese Herausforderung trifft alle Fachbereiche. In diesem Sinne sind Sie uns besonders herzlich in der FAL willkommen.

Erlauben Sie mir, daß ich Ihnen kurz unsere Forschungsanstalt vorstelle und einige Anmerkungen zur weiteren Ausrichtung unserer Forschungsarbeiten mache.

Die Geschichte der FAL läßt sich durch die Überschrift "Von der Luftfahrtforschung zur Agrarforschung" charakterisieren.

1935 wurde auf diesem Gelände die "Deutsche Forschungsanstalt für Luftfahrt (DLF)" aufgebaut. Aus Gründen der Tarnung geschah dies in diesem herrlichen Waldgelände. Damals stand hier u.a. der zu jener Zeit größte Windkanal sowie ein unterirdischer evakuierbarer Schießkanal von 7 m Durchmesser und 400 m Länge.

1947 begann die Dreizonenverwaltung auf diesem Gelände eine "Forschungsanstalt für Landwirtschaft" aufzubauen. Ihre Aufgabe lag relativ klar auf der Hand: Die Landwirtschaft mußte so rasch wie möglich in die Lage versetzt werden, durch Steigerung ihrer Produktion die katastrophale Nahrungsmittelversorgung zu überwinden. Dazu war es auch erforderlich, wissenschaftlich wieder Anschluß an das internationale Niveau der Agrarforschung zu gewinnen.

Am 1. Juli 1966 wurde die Forschungsanstalt in den Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten überführt. Im Jahre 1976 wurde die frühere Bundesforschungsanstalt für Kleintierzucht in Celle und das ehemalige Max-Planck-Institut für Tierzucht in Mariensee an deren bisherigen Standorten in die FAL integriert.

Ihre Tätigkeit erstreckt sich auf die Bereiche Boden- und Pflanzen, den Bereich Tier, die technischen Disziplinen sowie die Bereiche der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Heute sind in den Instituten der FAL über 880 Mitarbeiter tätig, darunter 150 Wissenschaftler. Auf 3 Versuchsstationen werden ca. 1 200 ha Land bewirtschaftet. In verschiedenen Stalleinheiten der Versuchsstationen können unter anderem rund 1 500 Rinder, 1 200 Schweine und 700 Schafe gehalten werden.

Die Bundesforschungsanstalt hat laut ihrer Satzung die Aufgaben

- wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Bundesregierung zu erarbeiten und damit zugleich

- den wissenschaftlichen Erkenntnisstand auf den einschlägigen Gebieten zum Nutzen des Gemeinwohls zu erweitern.

Bei der Erfüllung dieser Aufgaben steht die Agrarforschung heute vor gänzlich anderen Problemen als zur Zeit ihrer Gründung vor mehr als 40 Jahren. Die bittere Not und der Hunger der Bevölkerung in den ersten Nachkriegsjahren konnten nur durch die rasche Übernahme des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes in die landwirtschaftliche Praxis überwunden werden.

Auch in der zweiten Phase der Nachkriegsentwicklung hatte die Agrarforschung fest umrissene Ziele. Hier ging es vor allem darum, die in die Industrie abgewanderten Arbeitskräfte durch die Rationalisierung der landwirtschaftlichen Arbeit zu ersetzen. Von 7 Mill. auf unter 1,9 Mill. hat sich in 40 Jahren die Zahl der Landwirte und ihrer Familienangehörigen verringert; mit einem weiteren starken Rückgang um noch einmal die Hälfte muß gerechnet werden. Gleichzeitig hat sich die Arbeitsproduktivität der verbleibenden Bauern beinahe verzehnfacht, und die entsprechenden Steigerungsraten halten an. Rationell erzeugte und damit preiswerte Nahrungsmittel haben die Kaufkraft freigesetzt, die unter anderem unseren Wohlstand ermöglichte und den industriellen Aufschwung stimulierte.

Landwirtschaft und Agrarforschung stehen heute allerdings vor neuen Problemen; nicht mehr der Nahrungsmangel oder die Lebensmittelpreise bewegen viele Menschen in den Industriestaaten, sondern die Nahrungsqualität, die berechtigte oder unberechtigte Angst vor Rückständen, die Umweltbelastung und die Zerstörung der Natur. Nicht mehr die Ernährung, sondern das Gut "Natur" wird heute als Engpaß empfunden. Der Agrarforschung kann hier eine neue Schlüsselrolle zufallen, wenn es ihr gelingt, nicht nur einen Beitrag zur Sicherung der Ernährung und zur Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen zu leisten, sondern sich im besonderen Maße der Erhaltung unserer biologischen Lebensbasis zu widmen. Dies bedeutet aber nicht, daß die früheren Ziele der Agrarforschung keine Bedeutung mehr hätten; die Sicherung der Welternährung und die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit unserer landwirtschaftlichen Betriebe müssen nach wie vor auch aktuelle Aufgaben der Agrarforschung bleiben. Auf der Grundlage dieser Überlegungen leitet die FAL folgende vier Schwerpunkte für Ihre Forschung ab.

1. **Erhaltung und Pflege natürlicher Ressourcen agrarischer Ökosysteme** durch

- nachhaltigen Schutz von Boden, Wasser, Luft und Biota unter Berücksichtigung klimatischer Gegebenheiten,

- Sammlung, Dokumentation und Nutzbarmachung genetischer Ressourcen,

- Erhaltung der Artenvielfalt und Vielgestaltigkeit der Kulturlandschaft und deren Pflege bei Aufgabe der landwirtschaftlichen Nutzung.

2. **Weiterentwicklung der Nahrungs- und Rohstoffproduktion**

- sowohl hinsichtlich der Produkte:

Produktvielfalt bei Nahrungsmitteln mit hoher Produktqualität, verminderte Belastung durch unerwünschte Stoffe, nachwachsende Rohstoffe und Landschaftspflege,

- als auch hinsichtlich der Produktionsmethoden:

Umweltschonung, Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit, Anpassung an die Agrarstruktur und ihre Veränderungen, Schutz von Mensch und Tier.

3. **Verstärkte Einbeziehung neuer Wissensgebiete und Forschungsmethoden,** insbesondere in den Bereichen

- Biotechnologie, z.B. Molekularbiologie, Zell- und Gewebetechnologie, Gentechnik, Bioverfahrenstechnik,

- Mikroelektronik und Informationstechnologie, d.h. Sensortechnik, rechnergestützte Systemanalyse, Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnik zur rechnergestützten Umweltüberwachung und Produktionssteigerung,

- Ökologie im Hinblick auf die Funktionsfähigkeit agrarischer Ökosysteme.

4. **Analyse, Folgenabschätzung und Bewertung von zukünftigen Entwicklungen für die Landwirtschaft und die ländlichen Räume**, insbesondere im Hinblick auf

- biologische und technische Entwicklungen,
- Umweltfolgen,
- Veränderungen des Ernährungsverhaltens und sozialer Verhaltensweisen,
- Veränderung der Nahrungs- und Rohstoffmärkte,
- politische Maßnahmen,
- internationale Verflechtungen,
- demographische, siedlungsstrukturelle und gesamtwirtschaftliche Veränderungen.

Die genannten Forschungsziele lassen sich nur durch einen ganzheitlichen Forschungsansatz realisieren, der ökologische und ökonomische Bedingungen und Wirkungen umfaßt. Aus wissenschaftlicher Sicht muß daher in diesem Zusammenhang dringend vor einer Spaltung der Agrarforschung in eine "produktionsbezogene" und eine "umweltbezogene" Richtung gewarnt werden. Die vor uns liegenden Aufgaben lassen sich nur durch eine Umorientierung bei gleichzeitiger Verstärkung der Agrarforschung lösen.

Die Forschungsarbeiten der FAL werden auch weiterhin auf die Entwicklung landwirtschaftlicher Betriebe ausgerichtet sein, von denen heute noch 15 % unserer Arbeitsplätze indirekt abhängig sind. Ganz besonders ist die Agrarforschung aber

gefordert, ihren Beitrag zur Sicherung der Welternährung, zur Ausweitung der Versorgung mit nachwachsenden Rohstoffen und insbesondere zur Erhaltung der biologischen Lebensbasis zu leisten. Damit hat die moderne Agrarforschung einen Stellenwert, der weit über den landwirtschaftlichen Bereich hinaus geht.

ÜBERGEORDNETE ASPEKTE DES TECHNISCHEN FORTSCHRITTS

DER STELLENWERT DES TECHNISCHEN FORTSCHRITTS AUS PHILOSOPHISCHER SICHT

Vier vorbereitende historisch-kritische Thesen

von

W. CH. ZIMMERLI, Bamberg/Erlangen-Nürnberg/Zürich

Fraglos ist der Fortschritt - wenn auch nicht erst heute (vgl. MEYER, 1969; KUHN und WIEDEMANN 1964; ROOS, 1975; LÖW u.a. 1981; SIEFERLE, 1984) - ins Gerede geraten. Und nicht einmal mehr auf seine alten Bataillone ist Verlaß: Zum einen gab es sogar so etwas wie "Fortschrittskritik von links" (LÜBBE, 1973), zum anderen können nun auch Konservatismen als 'fortschrittlich' gelten. Eines ist jedenfalls sicher: breite Front wird gemacht gegen jede Art von Fortschrittsfetischismus.

In einer solchen Situation, die als Ausdruck von Unsicherheiten in einer Umbruchzeit gedeutet werden muß, mag es sinnvoll sein, sich vertieft mit dem gedanklichen Hintergrund zu befassen, um so den Motiven von Unsicherheit und Wandel auf die Spur zu kommen.

Der Begriff 'Fortschritt' ist ursprünglich durchaus bildlich zu verstehen. Schon sein griechischer Vorläufer (prokopé) und dessen lateinische Entsprechung (progressio) bedeuten so viel wie 'das Vorangehen, Voranschreiten'. Ein 'Fort-Schritt' kann - damals wie heute - sowohl etwas Positives als auch etwas Negatives bezeichnen; eine tückische Krankheit kann ebenso wie ein vielversprechendes Kind 'rapide Fortschritte' machen.

Der Münchner Philosoph Robert Spaemann nennt dreierlei, was bei der Verwendung der Bezeichnung 'Fortschritt' vorausgesetzt werden müsse:

"1. Die Angabe eines Bereiches, innerhalb dessen ein Fortschritt stattfindet. Dieser Bereich muß

2. durch Vorgabe eines Zieles oder Zweckes definiert sein, in bezug worauf Veränderungen als Verbesserungen interpretierbar sind;

3. aber nennt man nur solche Verbesserungen Fortschritte, die nicht identisch sind mit der Erreichung des Zieles selbst. Wir sprechen z.B. von Fortschritten bei einem Hausbau. Aber die letzte Vollendung des Hauses nennt niemand einen Fortschritt. Der letzte Schritt war vielmehr der Zweck aller vorhergehenden Fortschritte." (SPAEMANN, 1981, 96)

Nun kann es aber auch sein, daß 'Fortschritt' nicht so sehr als 'Fortschritt in Richtung auf ...', sondern eher als 'Fortschritt fort von ...' bestimmt werden muß: In Richtung auf die perfekte Beherrschung der englischen Sprache ist das Erlernen von englischen Vokabeln ein Schritt, den wir als 'Fortschritt' bezeichnen können; die Evolution von homo

sapiens dagegen ist ein Fortschritt in bezug auf die anderen Lebewesen, ohne daß dadurch das Ziel dieses Fortschritts schon angegeben wäre.

Schließlich unterscheiden wir 'Fortschritt' im Singular von 'Fortschritten' im Plural. Letzteres ist die Sammelbezeichnung für alle Entwicklungsschritte in allen denkbaren speziellen Bereichen (auch fortschrittskritische Parteien können 'Fortschritte', etwa in der Wählergunst o.ä. machen), während 'Fortschritt' im Singular und oft auch mit dem bestimmten Artikel eine Idee bezeichnet, die eng mit der Entwicklung neuzeitlicher Wissenschaft und Technik und der diese nutzenden gesellschaftlich-politischen Strömungen zusammenhängt und so etwas wie die Gesamtbewegung der Geschichte meint. Diese Bedeutung ist im Blick, wenn heute - in Zustimmung oder Ablehnung - von 'd e m Fortschritt' gesprochen wird.

Als Philosoph und Gegenwartsdiagnostiker halte ich daher meinen Befund fest in

These 1: Ausgangspunkt jeder heutigen Überlegung über den Stellenwert des technischen Fortschritts aus philosophischer Sicht muß die Einsicht sein, daß die heute vorherrschende Einstellung gegenüber dem Fortschritt generell die einer A m b i v a l e n z ist, und zwar in einem doppelten Sinne: Zum einen gibt es ebensowohl Menschen, die f ü r , wie Menschen, die g e g e n weiteren Fortschritt sind. Zum anderen aber halten meist diejenigen, die g e g e n den Fortschritt sind, dies für w a h r h a f t f o r t s c h r i t t l i c h , während umgekehrt eben diese Haltung von vielen Fortschrittsbefürwortern als r ü c k s c h r i t t l i c h betrachtet wird.

Diesen Befund möchte ich im folgenden zunächst in der geschichtlichen Dimension mit einer Anamnese untermauern (I), bevor eine Diagnose der Gegenwart (II) folgen soll. Dies beides ist Voraussetzung dafür, daß in einem dritten Schritt die Dimension der Zukunft durch einen Therapievorschlag repräsentiert werden kann.

I.

Während die griechische Antike mit 'Fortschritt' vordringlich den Fortgang einer individuellen Biographie meinte und diesen Begriffsrahmen nur im Zusammenhang der Künste und des Wissens überschritt (wobei zu beachten ist, daß dies beides einem dem menschlichen Zugriff nicht zur Verfügung stehenden Kosmos untergeordnet bleibt), wird für das Christentum die lineare Heilsgeschichte vom Anfang der Schöpfung bis zur Wiederkehr Christi zur inhaltlichen Füllung des Fortschrittsbegriffs (Augustinus). Bis in die Hochscholastik hinein bleibt aber die Vorstellung erhalten, daß im Bereiche der Künste und Wissenschaften ein k u m u l a t i v e r F o r t s c h r i t t zu finden sei. Ja - dieses Konzept wird sogar - etwa bei Duns Scotus - so gegen die Autorität der Tradition gerichtet, daß nicht die Alten, sondern die Neuen die Wahrheit auf ihrer Seite hätten. Das auslaufende Mittelalter und die Renaissance schließlich bereiten dem neuzeitlichen Fortschrittsbegriff den Boden. 'Fortschritt' wird so zu einer vordringlich f u t u r i s c h orientierten Idee (Roger Bacon).

Der die Neuzeitentwicklung begleitende Streit zwischen den 'antiqui' und den 'moderni' prägt die Fortschrittsidee in neuzeitspezifischer Art und Weise. Durch Vernunft und Empirie mehr zu wissen als durch Berufung auf Autoritäten - das war der eine Topos, der den qualitativen Fortschritt gegenüber den 'Alten' ausdrückt; einen neuen Typus von Wissen zu entwickeln, der gegen die Theorieverhaftetheit der Tradition sich an dem Vorbild des handwerklich-technischen Wissens und Könnens ausrichtet (Descartes), ist der andere. Die Möglichkeit zu gesellschaftlich-politischem Fortschritt wird von Francis Bacon gar direkt an dem Fortschritt der Wissenschaften und Künste (auch der mechanisch-technischen) festgemacht. Da die Wissensvermehrung im Prinzip unabschließbar ist, resultiert die Vorstellung eines nach vorne hin o f f e n e n Fortschritts.

Das 18. Jahrhundert dagegen bezieht explizit die ökonomische und die politisch-moralische Dimension in dieses Fortschrittskonzept mit ein. Condorcet beleuchtet in bezug auf die französische Revolution die geschichtliche Darstellung des Fortschritts als die Grundlage einer Wissenschaft, die den zukünftigen Fortschritt nicht nur vorherzusehen, sondern auch h e r v o r z u b r i n g e n , zu planen und zu lenken erlaube. Während dies aber nur eine - wenn auch geschichtsmächtige - Vorstellung bleibt, liefert Kant die begriffliche Analyse dazu. 'Fortschritt' heißt explizit 'Fortschritt zum Besseren' und ist mithin "verborgener Plan der Natur", der sich indessen nicht ohne die Einsicht und den freien Willen der menschlichen Subjekte manifestieren kann.

Gegen Hegel, für den dieser Gedanke eines offenen Progresses ad infinitum durch die Herstellung eines Gemeinwesens, in dem alle Menschen politisch frei sind, überflüssig geworden war, klagt der ehemalige Hegel-Schüler Karl Marx das Recht auf auch ökonomische Freiheit der Menschen ein. Der noch zu erzielende Fortschritt ist somit die Herbeiführung einer ökonomisch klassenlosen Gesellschaft.

Die ganze erste Hälfte des 19. Jahrhunderts hindurch, vom Positivismus Comtes über den historischen Materialismus Karl Marxens bis fast hin zu Darwins Evolutionstheorie wirkt der Gedanke einer Ausweitung und Spezifizierung des emphatischen Fortschrittsbegriffs der Aufklärung. Aber bei Darwin zeigt sich bereits eine Wendung: 'Fortschritt' ist nun nicht mehr die zielgerichtete Entwicklung zum Besseren, sondern es wird umgekehrt das Produkt dieser Entwicklung als das Bessere definiert. Ausschlaggebend sind aber die Mechanismen von Mutation und Selektion, und nur insofern kann also noch von einem 'Fortschritt' gesprochen werden. Für Friedrich Nietzsche, der die evolutionären Ansätze Charles Darwins im Grundsatz teilt, ist denn auch Fortschritt bloße Fiktion.

Es ist schließlich das 20. Jahrhundert, das das Erbe dieser beiden Haupttraditionsstränge antritt. So findet sich in ihm auch immer beides, wodurch vielleicht die zu konstatierende Ambivalenz (WEIZSÄCKER, 1977; RAPP, 1982) bedingt sein mag: emphatische Bejahung und Unterstützung eines technisch-wissenschaftlichen Fortschritts, der alles leistet und per se positiv wertbesetzt ist, u n d kulturpessimistische, aber rational motivierte Fortschrittskritik. Und hier geschieht nun häufig nicht nur die eingangs kommentierte 'fortschrittliche' Radikalkritik des Fortschritts, sondern auch noch ein zweites: daß man gleichsam den Sack 'Technik und Wissenschaft' schlägt und den Esel 'Fortschritt' meint, - allerdings jenen Fortschritt, gegen den zu sein 'fortschrittlich' ist (POT, 1985).

Faßt man diesen Gedanken zusammen und konzentriert ihn auf das in ihm enthaltene Weiterführende, so läßt sich festhalten mit

These 2: Begriffsgeschichtlich zeigt sich, daß der Gedanke einer zielgerichteten linearen Geschichtsentwicklung mit dem Begriff 'Fortschritt' erst durch das Christentum und seine Konzeption einer Heilsgeschichte in unser abendländisches Denken Einzug hält. Damit ist die Vorstellung einer kumulativen Entwicklung der Wissenschaften und Künste verbunden, die bereits im Mittelalter erste traditionskritische Wendungen hervorbringt. Die beginnende Neuzeit schließlich koppelt diesen Wissens- und Könnensfortschritt an einen gesellschaftlich-politischen Fortschritt. Damit wird aber unversehens aus dem auf ein Ziel hin ausgerichteten ein prinzipiell offener und unabschließbarer Prozeß, in den das 18. Jahrhundert explizit auch die ökonomische und politisch-moralische Dimension mit einschließt: Fortschritt ist Fortschritt zum Besseren. Diese Idee, von Immanuel Kant noch rein vernunftethisch gedacht, erhält im 19. Jahrhundert in der politischen Ökonomie von Karl Marx und dem Szientismus der Positivisten ihre Ergänzung: Nicht nur führt wissenschaftlich-technischer zu ökonomischem Fortschritt, sondern auch die Umkehrung sowie die Reduktion des wissenschaftlich-technischen und des moralischen auf den ökonomischen Fortschritt sind möglich. Das beginnende 20. Jahrhundert ist Erbe sowohl dieser als auch der romantischen Tradition: neopositivistische Fortschrittseuphorie steht neben kulturpessimistischer Endzeitstimmung, Technokratie neben Technophobie.

II.

Es gehört zu den Paradoxien des Fortschritts, der in unserem Jahrhundert vollends synonym wurde mit der Entwicklung von Technik und Wissenschaft, daß er erst dann eigentlich stattfindet, wenn die Kritik an ihm unüberhörbar wird: Die weitaus meisten technischen Innovationen, die uns umgeben, stammen aus den letzten 20 Jahren; und dies ist in etwa auch die Zeit, in der sich am deutlichsten die Bedeutungen von 'technisch-wissenschaftlichem Fortschritt' und 'Fortschrittlichkeit' zu unterscheiden beginnen. Dabei sind die Fronten politisch keineswegs schon zugewiesen; die neomarxistische Gesellschaftskritik auf der linken und die ökologische Bewegung zunächst weit auf der rechten Seite markieren die Spannweite des kritischen Potentials, das zur erneuten Abkopplung des technisch-wissenschaftlichen vom gesellschaftlich-politischen Fortschrittsgedanken führt. Auf den technisch-wissenschaftlichen Fortschritt sind alle angewiesen: das marktwirtschaftlich organisierte kapitalistische ebenso wie das planwirtschaftlich organisierte sozialistische Gesellschaftssystem; und den Preis für den Fortschritt haben ebenso beide zu entrichten.

Es sind natürlich vordringlich drei Gesichtspunkte, die im Kontext der Wandlung des Fortschrittsbegriffs und der damit zusammenhängenden Wandlung der Einstellung zum Fortschritt beachtet werden sollten (vgl. ZIMMERLI, 1987, 26 f.):

(1) Zunächst einmal ist da die durch die Ölkrisen ausgelöste Einsicht, daß die Ressourcen unseres 'Raumschiffes Erde' begrenzt sind. Damit hängt eine grundsätzliche Wendung gegen die zuvor mit der Fortschrittsidee stets gekoppelte Wachstumsideologie zusammen. Daß "Grenzen des Wachstums" (Club of Rome: MEADOWS et al., 1973) erreicht werden könnten, bedeutet dann auch indirekt, daß Grenzen des Fortschritts in den Blick kommen könnten. In Reaktion hierauf entwickelte sich der Gedanke, daß nicht nur Zuwachs, sondern auch Verminderung, nicht nur Größe, sondern auch Kleinheit ein Ziel sein könnte: "Small is beautiful" (SCHUMACHER, 1977).

(2) Daß Fortschritt nicht nur im 'immer mehr', sondern auch im 'immer besser' bestehe, fand zuvor stets seine Legitimation im Fortschritt der reinen Naturwissenschaften. Die Verabschiedung vom Neopositivismus in Richtung auf eine stärker historisch betrachtete Wissenschaftstheorie zeigt indessen seit den Sechzigerjahren immer deutlicher, daß die wissenschaftliche Entwicklung keineswegs nach diesem einfachen Muster als 'Fortschritt' betrachtet werden kann. Neue Theorien werden nicht, wie zuvor vermutet, wegen eines höheren Rationalitätsgrades, sondern wegen unterschiedlichster, oft sehr irrationaler Motive gegenüber alten bevorzugt. Die von Thomas S. KUHN (1967) ausgelöste Wendung in der Wissenschaftstheorie findet ihre extreme Formulierung in Paul Feyerabends Diktum, daß das einzige Gesetz im Rahmen der Wissenschaft "Anything goes!" (FEYERABEND, 1976) heiße. Wenn denn keine wissenschafts- und technikinternen Kriterien für Fortschritt namhaft gemacht werden können, dann liegt es nahe, eine "gesellschaftliche Orientierung des wissenschaftlichen Fortschritts" (BÖHME et al., 1977) anzunehmen.

(3) An der Zerstörung der Umwelt entzündet sich schließlich das Bewußtsein der Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtungsweise. Für 'Fortschritt' in bestimmten Teilbereichen wird mit der Gefährdung des ökologischen Gleichgewichts des Ganzen ein zu hoher Preis bezahlt. Es ist keine Frage, daß von nun an der Fortschritt nicht mehr zu Lasten der ohnehin schon überforderten Natur gehen darf (BIRNBACHER, 1980).

Kurz: Der technisch-wissenschaftliche Fortschritt tritt in ernsthafte Konkurrenz zu anderen Wertvorstellungen. Wie schon gezeigt, war er niemals konkurrenzlos (SIEFERLE, 1984); aber nun nehmen die neuen Wertkonzeptionen an Gewicht zu. Das bedeutet zunächst einmal, daß die Fraglosigkeit der positiven Wertbesetzung von 'Fortschritt' schwindet und oft sogar in ihr Gegenteil umschlägt. Der so ent- oder umgewertete Fortschritt erscheint als "Rastlosigkeit moderner Technologie", als "Schwimm- oder Sink-Imperativ" (JONAS, 1981), der den Menschen sachzwangartig auch da noch vorantreibt, wo dieser schon längst nicht mehr möchte.

Indessen vermengen diese und andere (nicht weniger suggestive) Formulierungen die beiden Bedeutungen von 'Fortschritt' und kommen deswegen, so korrekt ihre Diagnosen auch sein mögen, zu falschen Therapievorschlägen. Aber die Verwechslung geschieht durchaus auch auf beiden Seiten; es liegt ein Großteil der Schuld bei den Ingenieuren, die oft auf dem Kritikempfangsohr stocktaub sind. Dabei liegt auf der Hand, daß sich die 'Hurra'-Parolen jener technik-euphorischen Fünfzigerjahre, die bei vielen Ingenieuren bereits Nostalgien auslösen, einfach nicht wiederholen lassen. Zu viel hat sich gegen-

über den ursprünglichen Planungszielen der ersten Jahre schon geändert. Die gesellschaftliche Reaktion darauf ist "Fortschrittsermüdung".

Um das festzuhalten, formuliere ich

These 3: Die gegenwärtig zu beobachtende Ambivalenz dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt gegenüber hängt mit mindestens drei Problemkomplexen zusammen, die uns in den letzten zwei Jahrzehnten zunehmend drängend bewußt geworden sind:

1. Zum einen hat sich im Kontext der Erfahrung mit "Grenzen des Wachstums" und der damit einhergehenden Kritik an der Wachstumsideologie eine jegliche Koppelung von Fortschritt und quantitativer Kumulation als fragwürdig erwiesen.

2. Zum anderen zeigt sich einem eher wissenschaftshistorisch und wissenschaftstheoretisch geschulten Zugriff, daß auch innerhalb der Wissenschaften selbst keine eindeutigen Kriterien für 'Fortschritt' existieren. Daher liegt es nahe, daß außerwissenschaftliche Faktoren in starkem Maße nicht nur den wissenschaftlich-technischen Fortschritt beeinflussen, sondern ihn geradezu bestimmen. - Dies wird übrigens desto klarer, je mehr Technikfolgen existieren.

3. Damit hängt nun eng zusammen, daß sich eine ganzheitliche ("ökologische") Betrachtungsweise der Natur durchzusetzen beginnt. Die Technikfolgen erzeugen, sobald sie zur Umweltzerstörung beitragen, ein normatives Konzept der E i n h e i t d e r N a t u r .

Mit diesen Problemkomplexen ist schließlich insgesamt eine umgekehrte Re-Moralisierung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts verbunden: Wo dieser nicht mehr 'von selbst' zur Moral führt, muß umgekehrt eine neue ethische Reflexion ins Werk gesetzt werden.

III.

Trotz allem also kann und darf die Idee des Fortschritts nicht aufgegeben werden. Sie ist der geistige 'Motor' der Geschichte, und zwar nicht nur im optimistischen Sinn. Aber die einfache lineare Interpretation von 'Fortschritt' bedarf der Korrektur. In welcher Richtung diese Korrektur geschehen wird, zeichnet sich jetzt schon ab. Paradoxe Formulierungen wie "Mut zur Furcht" (ZIMMERLI, 1984) o.ä. geben hierfür Anhaltspunkte. Um das genauer auszuführen, bedarf es abschließend einiger Überlegungen zu den Stichworten 'Ethik' und 'Zukunft'.

Erinnern wir uns zunächst daran, daß 'Ethik' etwas anderes bedeutet als 'Moral'. Während wir letztere als den Inbegriff der normativen zwischenmenschlich geltenden Regeln verstehen, deren Befolgung soziale Achtung, deren Übertretung aber soziale Ächtung zur Folge hat, definiert sich Ethik als die Theorie der Begründung und/oder Legitimation dieser moralischen Normen. Darüber hinaus läßt sich aber auch zeigen, daß Zukunft' - und um die soll es uns nun gehen - keineswegs das meint, was ohne

menschliches Zutun 'sein wird', sondern das, was wir wollen bzw. befürchten (ZIMMERLI, 1989). Aus diesen wenigen Überlegungen geht aber auch schon hervor, daß dies nicht so mißverstanden werden darf, als sei Zukunft die Summe von moralischen Überlegungen und gutem Gewissen; viel eher läßt sich Zukunft bestimmen als die Summe von scharfem Nachdenken und gutem Wissen.

Was aber hat dies alles mit dem 'Fortschritt' zu tun? Nun - Fortschritt aus philosophischer Sicht bedeutet heute eben nicht mehr quantitatives Wachstum und Maximierung allein, es bedeutet qualitatives Wachstum und Optimierung (oder wie man besser sagen sollte: Meliorierung). Das heißt natürlich nicht, daß Fortschritt nun g e g e n die ökonomische Entwicklung laufen solle. Vielmehr muß umgekehrt die ökonomische Entwicklung ihrerseits Fortschritte machen. Das aber heißt konkret, daß das "Prinzip Verantwortung" in die fortschrittliche Entwicklung eintreten muß und das bedeutet, daß 'Fortschritt' von nun an immer auch Folgenreflexion mit einschließen muß.

Dies alles ist nun allerdings viel leichter gesagt als getan. Ganze Bibliotheken sind bereits gefüllt worden mit Reflexionen über das Verhältnis von Notwendigkeit und Unmöglichkeit der Abschätzung von Folgen unseres wissenschaftlich-technischen Eingreifens in die Natur. Das heißt allerdings keineswegs, daß wir dadurch davon befreit wären, es trotz alledem zu versuchen. Allerdings müssen wir uns - und dazu dienten die Überlegungen zum Status dessen, was wir 'Zukunft' nennen - darüber im klaren sein, daß es sich bei einem solchen Unterfangen nicht um ein prognostisch-extrapolatives Verfahren handeln kann. Worum es vielmehr gehen muß, ist eine Beurteilung der vorhandenen technischen Optionen nach Maßgabe der Wertvorstellungen, die sich in dem erwähnten Wollen oder Fürchten äußern.

Dies alles läßt sich auch in einer etwas allgemeineren Art formulieren: Der gesellschaftlich-politische F o r t s c h r i t t der Zukunft wird sich nicht zuletzt daran bemessen, in welchem Maße es uns gelingt, die Erfolge des technisch-wissenschaftlichen Fortschritts in ökonomischer, ökologischer, sozialer und ethischer Hinsicht zu verarbeiten. Nicht nostalgischer Rückblick, sondern die Entwicklung von neuen, ganzheitlich gedachten Technologiekonzepten (LUHMANN, 1981) heißt daher Weg und Devise des gesuchten neuen 'Fortschreitens'.

Somit wird die laut These 3 gesuchte neue ethische Reflexion sich in der Tat nicht in leeren und folgenlosen Sonntagsreden moralistischen Zuschnitts erschöpfen können, sondern ihre Operationalisierung in Form von Technikfolgenabschätzung erzwingt auch eine erheblich prosaischere Wendung: Es wird darum gehen müssen, festzustellen, ob eine gegebene technische Lösung auch die technologisch richtige Lösung ist, soll heißen: ob sie den wertgeleiteten sonstigen Dimensionen der Folgenabschätzung entspricht. Nun lassen sich selbstverständlich nahezu beliebig viele Parameter und Hinsichten benennen, denen die technologisch richtige Lösung genügen können müßte. Nach dem bisher Entwickelten wird es indessen primär darauf ankommen, in vier Hinsichten die Verträglichkeit einer technischen Lösung zu prüfen: in bezug auf den schonenden Umgang mit Ressourcen bzw. auf deren Regenerierung, in bezug auf den schonenden Umgang mit dem gesellschaftlich-zwischenmenschlichen (bis hin zum politischen Umfeld), in bezug auf den schonenden Umgang mit der durch ihre potentiellen Folgen betroffenen natür-

lichen Umwelt sowie schließlich in bezug auf den schonenden Umgang mit jener feingewebten Zeitsubstanz, die wir, wie bereits gesagt, 'Zukunft' nennen.

Das fasse ich zusammen in meiner abschließenden

These 4: Die Operationalisierung der geforderten e t h i s c h e n R e f l e x i o n geschieht - recht prosaisch - via Einbeziehung der im einzelnen genauer zu bestimmenden Parameter von Ressourcen-, Sozial-, Umwelt- und Zukunftsverträglichkeit.

Die Rede von der 'Zukunftsverträglichkeit' mag neu und fremd klingen. Aber bedenken wir: Sie ist der dünne Stoff, aus dem unsere Träume nicht nur, sondern auch der faktische Handlungsspielraum unserer selbst und unserer nachfolgenden Generationen geworden sind. Zukunftsverträglichkeit wird somit zur ethischen 'ultima ratio'!

Literaturverzeichnis

BIRNBACHER, D. (Hrsg.): Ökologie und Ethik. - Stuttgart 1980.

BÖHME, G. et al.: Die gesellschaftliche Orientierung des wissenschaftlichen Fortschritts. - Frankfurt am Main 1977.

FEYERABEND, P.K.: Wider den Methodenzwang. Skizze einer anarchistischen Erkenntnistheorie. - dt. Frankfurt am Main 1976.

JONAS, H.: Philosophisches zur modernen Technologie. - In: LÖW u.a. (1981), S. 73-95.

KRUSE, L.: Psychologische Aspekte des technischen Fortschritts. - In: ROPOHL, G. (Hrsg.) (1981), S. 71-82.

KUHN, H. und WIEDEMANN, F. (Hrsg.): Die Philosophie und die Frage nach dem Fortschritt. - München 1964.

KUHN, T.S.: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. - dt. Frankfurt am Main 1967.

LÖW, R., KOSLOWSKI, D. und KREUZER, P. (Hrsg.): Fortschritt ohne Maß? Eine Ortsbestimmung der wissenschaftlich-technischen Zivilisation. - München 1981.

LUHMANN, N.: Gesellschaftsstrukturelle Bedingungen und Folgeprobleme des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts. - In: LÖW u.a. (1981), S. 113-131.

LÜBBE, H.: Lebensqualität oder Fortschrittskritik von links. - Schweizer Monatshefte 53 (1973), H. 9, S. 606-620.

MEADOWS, D.: Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. - dt. Reinbek 1973.

MEYER, R. (Hrsg.): Das Problem des Fortschritts - heute. - Darmstadt 1969.

POT, J.H.J. van der: Die Bewertung des technischen Fortschritts. 2 Bde. - Assen/Mastricht 1985.

RAPP, F.: Die Ambivalenz des technischen Fortschritts. - Wissenschaftsmagazin TU Berlin, Bd. 2, 1982, H. 1, S. 9-11.

RESCHER, N.: Wissenschaftlicher Fortschritt. Eine Studie über die Ökonomie der Forschung. - dt. Berlin 1982.

RIST, M. (Hrsg.): Gesichter des technischen Fortschritts. - Zürich 1988.

ROOS, L.: Die Erfahrung der Grenze: Sozialethische Überlegungen zur Krise des Fortschrittsdenkens. - Communio. Internationale katholische Zeitschrift 4 (1975), H. 4, S. 308-322.

ROPOHL, G. (Hrsg.): Interdisziplinäre Technikforschung. Beiträge zur Bewertung und Steuerung der technischen Entwicklung. - Berlin 1981.

SCHUMACHER, E.F.: Die Rückkehr zum menschlichen Maß. Small is Beautiful. - dt. Reinbek 1977.

SIEFERLE, R.P.: Fortschrittsfeinde. Opposition gegen Technik und Industrie von der Romantik bis zur Gegenwart. - München 1984.

SPAEMANN, R.: Unter welchen Umständen kann man noch von Fortschritt sprechen? - In: LÖW u.a. (1981), S. 96-112.

WEIZSÄCKER, C.F. von: Die Ambivalenz des Fortschritts. - In: WEIZSÄCKER, C.F. von: Der Garten des Menschlichen. München und Wien 1977, S. 63-90.

ZIMMERLI, W.CH.: Mut zur Furcht? Facetten technischer Humanität in Vergangenheit und Zukunft. - L'ingénieur au service des hommes - une évidence ... et un défi. Paris 1984, S. 88-104; Abdruck in: Mitteilungen der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig XIX/1, S. 33-40.

ZIMMERLI, W.CH.: Dynamik der Wissenschaftsentwicklung und Wandel fundamentaler Werte. - Zeitschrift für Wissenschaftsforschung, Bd. 3 (1985), H. 2, S. 22-34.

ZIMMERLI, W.CH.: Technik im Wandel der Gesellschaft. - In: Deutscher Straßenkongreß Würzburg 1986, hg. von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Bonn 1987, S. 21-27.

ZIMMERLI, W.CH.: Humanisierung der Wissenschaft durch Zivilisationskritik? Neue Dimensionen der alten Aufklärungsdialektik. - Zeitschrift für Wissenschaftsforschung, Bd. 4 (1988), H 2, S. 231-240.

ZIMMERLI, W.CH.: Die Zukunft - was ist das, und wer verantwortet sie? Die Welt von morgen und die Aufgabe des Ingenieurs. - Chemie - Ingenieur-Technik 61, Nr. 6 (1989), S. A. 280-289.

STELLENWERT DES TECHNISCHEN FORTSCHRITTS AUS WIRTSCHAFTLICHER SICHT

von

E. HELMSTÄDTER, Münster

1 Technischer Fortschritt aus gesamtwirtschaftlicher Sicht

Eine Wirtschaft **mit** technischem Fortschritt stellt eine **evolutorische** Wirtschaft dar, eine Wirtschaft also, die sich **bewegt**, vorwärts oder aufwärts, ganz gewiß jedoch nicht abwärts! Eine Wirtschaft **ohne** technischen Fortschritt kann letztendlich nur eine **stationäre** Wirtschaft sein, auf deren Märkten jahraus jahrein immer das Gleiche geschieht, eine **stagnierende** Wirtschaft somit. Die Tatsache der **Evolution** kennzeichnet eine Wirtschaft mit technischem Fortschritt.

Unter einer Wirtschaft können wir uns dabei eine **Regional**wirtschaft, eine **Volks**wirtschaft oder die **Welt**wirtschaft vorstellen, Wirtschaftsräume jedenfalls, wo die materielle Versorgung der Bevölkerung in **arbeitsteiliger Produktion** erfolgt. Es ist wichtig, den technischen Fortschritt in einen solchen **gesamt**wirtschaftlichen Zusammenhang zu stellen. Die **einzel**wirtschaftliche Sicht reicht dafür nicht aus. Die Produktivität der Arbeitskräfte eines einzelnen Unternehmens kann etwa durch eine neue maschinelle Einrichtung gesteigert werden, und das mag, für sich genommen, wie technischer Fortschritt aussehen. Berücksichtigt man jedoch den für die neue Maschine zu leistenden Arbeitsaufwand, so könnte sich ergeben, daß der Arbeitsaufwand für die Produkte des Unternehmens, gesamtwirtschaftlich gerechnet, zugenommen hat. Das neue Verfahren hätte dann freilich gar keine Chance, sich am Markt durchzusetzen, da es einfach zu teuer käme.

Verlangt schon eine allgemeine Charakterisierung des technischen Fortschritts die gesamtwirtschaftliche Betrachtung, so nimmt es nicht Wunder, daß über den technischen Fortschritt und die Wirtschaft auch in anderer Hinsicht wirtschaftlich nur unter **gesamtwirtschaftlichem** Aspekt sinnvoll zu sprechen ist. Der technische Fortschritt mag an einer Stelle Arbeitskräfte freisetzen und die Diagnose technologischer Arbeitslosigkeit nahelegen, wenn nicht zugleich berücksichtigt wird, daß er an anderer Stelle kompensierend neue Arbeitsplätze schafft, sei es infolge einer Neustrukturierung der Produktion, sei es über ein höheres Realeinkommen insgesamt.

2 Technischer Fortschritt: "an sich" und im ökonomischen Kontext

Nachdem dargetan ist, daß die wirtschaftliche Betrachtung des technischen Fortschritts eine gesamtwirtschaftliche Perspektive verlangt und angedeutet wurde, daß er etwas mit der Steigerung der Arbeitsproduktivität zu tun hat, bleibt zu klären, worin nun **eigentlich** der technische Fortschritt, wirtschaftliche gesehen, besteht?

Zunächst befriedigt es nicht, die Zunahme der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität als einen genuinen Ausdruck des technischen Fortschritts zu begreifen. Auch eine zweckmäßigere Arbeitsteilung, eine bessere Organisation und ein höherer Kapitaleinsatz können die Arbeitsproduktivität steigern, und zwar, ohne daß eine eigentliche technische Neuerung im Spiele ist.

Gehen wir jedoch davon aus, daß alle anderen Möglichkeiten der Arbeitsproduktivitätssteigerung bereits ausgeschöpft sind, und nur noch die bessere maschinelle Ausstattung kurz: höherer Kapitaleinsatz, die Arbeitsproduktivität gesamtwirtschaftlich zunehmen läßt, so haben wir einen Vorgang der Ausbreitung und der verstärkten Anwendung einer an sich bereits bekannten Technik vor uns. Man rechnet in der Textilindustrie damit, daß die vollständige Anwendung der heute bekannten und bereits erprobten Technik etwa 25 Jahre erfordert. In dieser Zeit dürfte sich dann die Arbeitsproduktivität im Textilsektor verdoppeln.

Nun kann man die so zu erzielende gesamtwirtschaftliche Produktivitätssteigerung durchaus als technischen Fortschritt auffassen, indem man die über viele Jahre sich erstreckende **Diffusionswirkung** der anfangs neuen Technik zurechnet. M.E. führt kein Weg daran vorbei: wir müssen die Wirkung der Kapitalintensivierung der Arbeit als die Folge technischen Fortschritts ansehen. Die **Diffusion einer neuen Technik**, häufig über Jahrzehnte hin ablaufend, ist von eigentlichem technischen Fortschritt gar nicht zu trennen, insbesondere wenn man die erst aus den Erfahrungen in der Anwendung sich ergebenden Detailverbesserungen und die Zusatzerfindungen während der Diffusionsphase bedenkt.

Wenn wir allerdings die Vorstellung haben, daß homogene Arbeit und homogenes Kapital die beiden relevanten Produktionsfaktoren sind, und wir zugleich davon ausgehen, daß via Kapitalintensivierung eben nur **mehr** Kapital **gleicher Art** mit dem Faktor Arbeit kombiniert wird, so fällt es schwer, in der so bewirkten Produktivitätssteigerung der Arbeit einen technischen Fortschritt zu sehen. Wir können dann lediglich von der produktiven Wirkung einer neuen Faktorkombination sprechen. Dabei sind wir aber das Opfer einer **unzulässigen Vereinfachung!** Sie besteht darin, daß die reale Seite hinter dem Mehreinsatz homogen gedachten Kapitals, der Einsatz besserer Maschinen also, und die zugleich in aller Regel damit verbundene Qualitätssteigerung der Arbeitsleistung ausgeklammert werden.

Es ist zweifellos einfacher, technischen Fortschritt zu definieren, wenn man den Faktoreinsatz als unverändert annimmt. Bleiben Arbeits- und Kapitaleinsatz gleich, und **erhöht** sich dennoch der Output, dann kann es, schließt man sonst noch denkbare Maßnahmen zur Effizienzsteigerung aus, nur der technische Fortschritt gewesen sein. Andererseits kann auch der **Mindereinsatz** von Produktionsfaktoren bei unveränderter Faktorkombination zur Erzeugung einer vorgegebenen Outputmenge technischen Fortschritt signalisieren.

Aber tatsächlich ändern sich in einer Volkswirtschaft der Output und die Faktorkombination fortwährend. Die Kapitalintensivierung der Arbeit und der technische Fortschritt gehen, wie die Wirtschaftsgeschichte lehrt, Hand in Hand! Und darin liegen eben die

Schwierigkeiten der Definition und tatsächlichen Erfassung des technischen Fortschritts begründet.

Ein weiterer Umstand macht unseren Definitionsversuch noch schwieriger: der technische Fortschritt auf der **Outputseite**. Die Qualität der bekannten Produkte steigt mit dem technischen Fortschritt und es gibt auch völlig neue Produkte. Der technische Fortschritt umfaßt neben der **Prozeßinnovation**, die im Prinzip die quantitative Input-Output-Relation und ferner die Leistungsfähigkeit der Produktionsfaktoren betrifft, eben auch die **Produktinnovation**, eine überwiegend qualitative Erscheinungsform des technischen Fortschritts.

Ohne auf noch weitere Schwierigkeiten - etwa der Messung von Faktoreinsatz und Output - einzugehen, breche ich den Versuch, den technischen Fortschritt **"an sich"** zu definieren, ab und behaupte stattdessen, daß die Nationalökonomie den technischen Fortschritt ohnehin nur in einem spezifischen ökonomischen Kontext betrachtet hat und auch nur so betrachten konnte. Die Ökonomen sagen also nicht, was technischer Fortschritt "an sich" ist, sondern sie betrachten ihn nur im Zusammenhang mit spezifischen Wirkungen, die er im Rahmen der sie jeweils interessierenden Fragen entfaltet. Und aus diesen Wirkungen bezieht der technische Fortschritt seinen wirtschaftswissenschaftlichen Stellenwert!

3 Technischer Fortschritt und Arbeitslosigkeit

Ich werde nun die wichtigsten wirtschaftlichen Aspekte, in die technischer Fortschritt hineinspielt, skizzieren und beginne mit einem Blick auf die klassische Nationalökonomie. Ihr hat Schumpeter das "völlige Fehlen schöpferischer Vorstellungskraft" von der ökonomischen Wirkung des technischen Fortschritts vorgeworfen: "Diese Autoren lebten an der Schwelle der großartigsten wirtschaftlichen Entwicklung aller Zeiten. Unter ihren Augen reiften große Möglichkeiten zur Wirklichkeit heran. Sie aber sahen nichts als eine verkrampfte Wirtschaft, die mit stetig rückläufigem Erfolg um ihr tägliches Brot kämpft. Sie waren davon überzeugt, daß der technologische Fortschritt und die Kapitalvermehrung das schicksalhafte Gesetz der abnehmenden Erträge letzten Endes nicht überwinden könnten" (SCHUMPETER, 1965, S. 697).

Die stationäre Wirtschaft bildet den tatsächlichen Schluß- und zugleich den analytischen Bezugspunkt der klassischen Lehre. Nur vorübergehend ergibt sich die Möglichkeit einer Entwicklung. Die für die weitere Kapitalakkumulation unverzichtbaren Profite tendieren langfristig gegen Null. Die Kapitalintensivierung der Arbeit endet schließlich.

Ein besonderes Interesse widmete jedoch bereits die klassische Nationalökonomie der Anwendung arbeitssparender Maschinen. Im allgemeinen ging man schon damals davon aus, daß die Verluste an Arbeitsplätzen auf die Dauer an anderer Stelle ausgeglichen würden. Dazu schrieb Emil Lederer: "Fast alle Nationalökonomen sind sich darin einig, daß die Arbeitsersparnisse, die der Einführung oder Verbesserung von Maschinen zu verdanken sind, keine länger dauernde Arbeitslosigkeit bewirken" (LEDERER, 1931, S. 1).

Zwar hatte **Ricardo** in der 1821 erschienenen dritten Auflage seiner "Grundsätze der Volkswirtschaft und Besteuerung" in einem neu aufgenommenen Abschnitt "Über das Maschinenwesen" die Möglichkeit eingeräumt, daß vermehrter Maschineneinsatz "Lohnkapital" gegen "technisches Kapital" substituiert, die organische Zusammensetzung des Kapitals sich so zuungunsten der Arbeit verändert und damit "notwendigerweise eine Verminderung der Nachfrage nach Arbeit eintreten wird, die Bevölkerung überzählig wird und die Lage der Arbeiterklasse durch Not und Armut gekennzeichnet sein wird" (SCHUMPETER, 1965, S. 834).

Aber **Ricardo** gilt gleichwohl als der Vater der von Karl **Marx** so genannten **Kompensationstheorie**, "nach der die Arbeiterklasse für die bei der Einführung arbeitssparender Maschinen anfänglich erlittenen Entbehrungen durch spätere vorteilhafte Auswirkungen entschädigt wird" (SCHUMPETER, 1965, S. 834 f.).

Die im allgemeinen unbestrittene, und heute auch von den Gewerkschaften nicht angegriffene Kompensationstheorie nahm Emil Lederer 1931 angesichts der hohen Arbeitslosigkeit, die der Rationalisierungswelle der zwanziger Jahre auf dem Fuße folgte, ins kritische Visier. In einer kleinen, sehr prägnant geschriebenen Untersuchung legte er dar, "was der technische Fortschritt im dynamischen Prozeß eigentlich bedeutet" (LEDERER, 1931, III). Er kommt zu dem Ergebnis, daß technischer Fortschritt nicht nur vorübergehend Arbeitskräfte freisetzt, wenn er zu rasch erfolgt. Ob "technischer Fortschritt eine 'strukturelle Arbeitslosigkeit' nach sich zieht, hängt von seinem Tempo ab" (LEDERER, 1931, IV). Ist sein Tempo zu hoch, so erzwingt der technische Fortschritt eine übermäßige Zerstörung vorhandenen Kapitals. Die vorzeitige Kapitalentwertung beeinträchtigt die laufende Investitionstätigkeit und läßt auf diese Weise zu wenig neue Arbeitsplätze entstehen. Die Bildung neuen Kapitals reicht bei zu raschem technischen Fortschritt nicht aus, die freigesetzten Arbeitskräfte an neuen Arbeitsplätzen wieder zu beschäftigen. Das Wachstum der Produktion bleibt hinter den Möglichkeiten zurück.

Der technische Fortschritt, so können wir sagen, wirkt nach Lederer nur dann **beschäftigungsneutral**, wenn er mit der passenden Geschwindigkeit vor sich geht.

Diese Überlegungen mögen auch aus heutiger Sicht manches für sich haben. Gleichwohl wären sie in wichtigen Punkten etwa wie folgt abzuwandeln: Der technische Fortschritt hat sich bei uns in den siebziger und achtziger Jahren insbesondere auf dem Wege der Prozeßinnovation entfaltet. Die dessen negative Beschäftigungswirkung kompensierenden Produktinnovationen blieben relativ zurück. So erklärt sich ein Teil unserer strukturellen Arbeitslosigkeit im Sinne Lederers aus einem vergleichsweise raschen Tempo der Prozeßinnovationen. Manche Beobachter interpretieren freilich den Schwung der Prozeßinnovationen als endogen von den zu hohen Löhnen induziert.

Mit Blick auf die heutige Struktur der Dauerarbeitslosigkeit sei ergänzend hinzugefügt, daß die Prozeßinnovationen in jüngerer Zeit vor allem die schwach qualifizierten Arbeitskräfte freigesetzt hat. Das elektronische Zeitalter entläßt die Muskelarbeiter!

Die früheren Befürchtungen, daß die Automaten und Roboter nur stupide Bedienungsarbeit verlangen und die Arbeit generell dequalifizieren, haben sich als unbegründet erwiesen. Wirtschaftlich kritisch ist nämlich nicht die Bedienung der teuren Apparatur allein, sondern die Minimierung ihrer kostenträchtigen Stillstandszeiten! Und dafür bedarf es hochqualifizierter Arbeit, bei der Umrüstung, bei Reparaturen und Störungen, wie auch bei der Bedienung. Als typisch für die heutigen Anforderungen darf die von den Metallfacharbeitern verlangte Mehrfachqualifikation gelten; der Facharbeiter dort muß heute Dreher, Fräser, Schlosser und Elektriker zugleich sein.

Meines Erachtens stellt sich das alte Problem der Arbeiterfreisetzung durch die Maschine, d.h. durch den technischen Fortschritt, heute nicht in der (von Lederer behandelten) möglicherweise mangelhaften quantitativen Kompensation, sondern nach Maßgabe des Wandels der nachgefragten Arbeitsqualifikation. Der technische Fortschritt dehnt die Märkte für qualifizierte Arbeit aus und läßt die Märkte für minderqualifizierte Arbeit schrumpfen oder gänzlich verschwinden. Im letzteren Fall kann selbst ein noch so niedriger Lohn nicht die Nachfrage nach solcher Arbeit anregen.

4 Der technische Fortschritt in den ökonomischen Lehrbüchern

Während Arbeitslosigkeit und Strukturwandel im Zusammenhang mit dem technischen Fortschritt ins volle Wirtschaftsleben hineingreifen, bleibt die heute herrschende lehrbuchmäßige Behandlung des technischen Fortschritts geradezu blutleer. Man lehrt und lernt den **neutralen** technischen Fortschritt im Kontakt mit der gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion, Schumpeter hat diese methodische Vorgehensweise - die 'moderne Technik', wie er sich ausdrückte - sehr gelobt, weil sie die Meinungsverschiedenheiten über die Kompensationstheorie angeblich zu schlichten vermöchte (SCHUMPETER, 1965, S. 835 u. 829 f.).

Richtig ist, daß nur im Rahmen einer gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion die Outputwirkungen infolge von Änderungen des Faktorinputs von solchen aufgrund technischen Fortschritts zu trennen sind. Darüber kann wohl kein Zweifel bestehen. Es trifft auch zu, daß erst das produktionstheoretische Konzept, womit das Zusammenwirken mehrerer Faktoren bei der Leistungserstellung erfaßt wird, eine Messung des technischen Fortschritts ermöglicht. Daß dies praktisch mit Hilfe eines Residualfaktors geschieht, und daß dieser Restgröße rd. vier Fünftel des Wachstums zugeschrieben werden, ist oft kritisiert worden. Aber es tut der Methode keinen Abbruch. Der hohe Anteil des Restfaktors am Wachstum bietet insbesondere keinen Anlaß zur methodischen Kritik. **Erklärt** ist damit freilich das Wachstum nicht! Dennoch darf der Restfaktor zum Fortschrittsfaktor erklärt werden, eben durch die produktionstheoretische Hypothese, die als Meßvorschrift gar keine andere Wahl läßt. Alle Outputleistungen, die keinem Faktormehreinsatz zuzurechnen sind, müssen zwangsläufig dem technischen Fortschritt zugeschrieben werden.

Wie weit dieser produktionstheoretische Ausgangspunkt letztendlich zu tragen vermag, ist eine ganz andere Frage. Ihr nähert man sich zweckmäßig von ihrem Ausgangspunkt, der Grenzproduktivitätstheorie der Einkommensverteilung. Damit hat sich J.R. Hicks in seiner Theory of Wages (HICKS, 1932, s. auch WALTER, 1977, S. 571) befaßt, und ihm

kam es in gar keiner Weise darauf an, den technischen Fortschritt zu **erklären**, sondern ihn aus dem Verteilungszusammenhang hinauszukomplimentieren! Was anders kann der von ihm geschaffene Begriff des **neutralen** technischen Fortschritts bedeuten? Neutral ist der Fortschritt dann, wenn er die Verteilung einer gegebenen Faktorkombination nicht ändert. Die Grenzproduktivität der substitutionalen Produktionsfaktoren erhöht sich proportional, so daß die Einkommensverteilung bei gegebener Faktorkombination unverändert bleibt. Der Fortschritt stört dann die Verteilung nicht.

Nimmt die Grenzproduktivität der Arbeit jedoch schwächer als die des Kapitals zu, dann fällt der Anteil des Lohnes am Gesamteinkommen geringer aus als zuvor. Der Fortschritt war dann **arbeitssparend**, genau genommen lohnsparend oder lohnquotensenkend.

Die oben erwähnten arbeitssparenden Maschinen ersetzen menschliche Arbeit physisch durch Maschinenleistung. Bei Hicks vermindert arbeitssparender technischer Fortschritt hingegen die Lohnausgaben im Verhältnis zu den Kapitalkosten.

Dies war also der Ausgangspunkt des **Hicks-neutralen** technischen Fortschritts: die Neutralisierung seiner Verteilungswirkungen.

Als Harrod wenige Jahre nach Hicks den technischen Fortschritt in seine wachstumstheoretischen Überlegungen einbezogen hat, war ihm schnell klar, daß für seine Zwecke mit dem Konzept der Hicks-Neutralität nichts anzufangen ist. Der Gesichtspunkt Harrods war die **Kapitalakkumulation**, und erst in zweiter Linie die Verteilung (HARROD, 1948; s. auch HELMSTÄDTER, 1979, S. 486-488 und WALTER, 1977, S. 571 f.).

Erinnern wir uns, daß nach klassischer Lehre die Kapitalintensivierung der Arbeit vom Ertragsgesetz abgebremst und am Ende gestoppt wird. Harrods Trick mit dem neutralen technischen Fortschritt lief nun darauf hinaus, genau diese Bremse unschädlich zu machen.

Nicht das Fortbestehen einer vorgegebenen Faktorkombination, sondern die laufende Fortsetzung der Kapitalintensivierung der Arbeit bestimmt jetzt, was neutraler technischer Fortschritt sein soll. Das ist jener Fortschritt, der bei Konstanz des Zinssatzes den Kapitalkoeffizienten und somit die Verteilung nicht ändert. Die anfängliche Faktorkombination löst der technische Fortschritt auf, indem er die Grenzproduktivität des Kapitals über den Zinssatz hebt und so die weitere Kapitalakkumulation rentierlich macht.

Harrod-neutraler technischer Fortschritt ermöglicht ein Akkumulationsgleichgewicht am Ertragsgesetz vorbei. Er reproduziert laufend die für die weitere Akkumulation günstigen Bedingungen. Ändert sich der Zins nicht, so ergibt sich immer wieder erneut der gleiche Kapitalkoeffizient und die gleiche Verteilung. So kann dann ad infinitum weiterakkumuliert werden und dies sogar im Gleichgewicht.

Ich sehe in der Harrodschen Definition des in seinem Sinne neutralen technischen Fortschritts den Beginn der neoklassischen Wachstumstheorie. Diese Leistung Harrods

wird leider noch immer überschattet von seiner Messerschneidentheorie der Instabilität des Wachstums, einer rudimentären Konjunkturtheorie, die vielfach und fälschlich auf einen bei Harrod angeblich konstanten Kapitalkoeffizienten zurückgeführt wird und die nach herrschender Lehre die neoklassische Wachstumstheorie um die Mitte der fünfziger Jahre auf den Plan gerufen hat. HARROD selbst war jedoch mit seinem Begriff des neutralen technischen Fortschritts zuerst auf der Schiene der neoklassischen Wachstumstheorie!

Was die neoklassische Wachstumstheorie insgesamt zum technischen Fortschritt gesagt hat, erschöpft sich weitgehend in seiner akkumulationsförderlichen Eigenschaft. Wo der Fortschritt "endogenisiert" wurde, ist er zum käuflichen Fortschrittsfaktor degeneriert. Für Forschungs- und Entwicklungsausgaben erhält man technischen Fortschritt, so einfach ist das. Diese und ähnliche Formen der Einbeziehung des technischen Fortschritts in den ökonomischen Fragenkomplex verlagern die Modellgrenzen nur ganz wenig nach außen.

Die neoklassische Wachstumstheorie ist im übrigen längst an ihr Ende gekommen. An ihrer Stelle richtet sich heute die Evolutorische Ökonomik (BOULDING, 1981; WITT, 1987) ein.

5 Evolutorische Ökonomik und technischer Fortschritt

Die neue Theorie der ökonomischen Evolution, die noch in den Kinderschuhen steckt, begreift die Wirtschaft als das wettbewerbsgetriebene Aktionsfeld spontaner Handlungen zur Verbesserung der materiellen Versorgung. Die zentrale Rolle spielt der Wettbewerb, der **dynamische** Wettbewerb.

Was hat nun der Wettbewerb mit dem technischen Fortschritt zu tun? Seinen Stellenwert im Rahmen der Evolutorischen Ökonomik belegt keine Vorstellung markanter als der Hayeksche Begriff des **Wettbewerbs als Entdeckungsverfahren** (HAYEK, 1968). Der Wettbewerb selbst ist hiernach das Instrument des technischen Fortschritts. Die Wettbewerbswirtschaft paßt sich nicht nur an die vorgegebenen Rahmenbedingungen an, wie es die ältere Theorie lehrte, sondern sie gestaltet sie selbst immer neu. Der Wettbewerb wird in den Dienst des technischen Fortschritts genommen.

Einen ersten anschaulichen Beleg für die Richtigkeit dieser Hypothese findet man in dem offensichtlich sich vergrößernden Rückstand der Wirtschaften des sich heute und deshalb auflösenden Ostblocks. Jene Nachholwirtschaften schafften es nicht, gegenüber den wettbewerblich verfaßten Vorauswirtschaften des Westens aufzuholen, geschweige denn sie einzuholen, mangels Wettbewerb!

Jene Wirtschaften besitzen eine offensichtlich vergleichbare Wissenskapazität, wie die Militär- und Raumfahrttechnik zeigen, doch sind sie nicht in der Lage, eine ökonomisch zweckvolle **Wissensteilung** zu organisieren, mangels Wettbewerb!

Die Wettbewerbsidee geht von einem **allgemeinen Differentialprinzip** (HELMSTÄDTER, 1989) aus: die Leistungsfähigkeit der Einzelnen weist beträchtliche Unterschiede auf, die nicht anders als durch Wettbewerb herauszufinden und zu nutzen sind. Das komplexe System ökonomischer Handlungen wird durch Wettbewerb zur Selbststeuerung befähigt, unter Ausnutzung der individuellen Fähigkeitsunterschiede.

So wie die **Arbeitsteilung** mittels des Wettbewerbs die Arbeitsproduktivität bei voller Anwendung der bekannten Techniken steigert, so effektuiert die **Wissensteilung** mittels des Wettbewerbs die breit angelegte Suche nach **neuem**, ökonomisch verwertbarem Wissen.

Fritz Machlup hat dem Hayekschen Begriff des **Wettbewerbs als Entdeckungsverfahren**, die Methode effizient neues, ökonomisch verwertbares Wissen zu finden, in den gesamtwirtschaftlichen Bezugsrahmen der Organisation der **Wissensteilung** gestellt (MACHLUP, 1977). Wissensteilung ist nach Machlup die Quelle innovatorischer Leistungen, die der Wettbewerb gerade unter den heutigen Bedingungen der Informations- und Kommunikationsgesellschaft sprudeln läßt, so wie es die von **Adam Smith** zuerst erkannte **Arbeitsteilung** unter stationären technologischen Bedingungen vermag. Nach Machlup kommt der Wissensteilung heute der gleiche Rang wie der Arbeitsteilung zu. Daran dürfte wohl kein Zweifel bestehen.

6 Ein wirtschaftspolitisches Schlußwort

Zwar wissen wir Ökonomen nach Entdeckung des Wettbewerbs als Entdeckungsverfahren noch immer nichts über den technischen Fortschritt, der erst noch kommen wird und soll, weil es eben nicht möglich ist, das Neue, das wir erst aus der Wettbewerbserfahrung gewinnen können, vorab schon auszudenken. Aber wir sind immerhin in der Lage, die Bedingungen anzugeben, die eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit vermuten lassen.

Dies reicht schon, nimmt man die bisherigen Erfahrungen hinzu, für wirtschaftspolitische Schlußfolgerungen aus. **Dynamischer Wettbewerb**, jenes duale System aus dem vorstoßenden innovatorischen Wettbewerb der Pioniere und dem Diffusionswettbewerb ihrer Verfolger, muß das Leitbild der Wirtschaftspolitik einer Vorauswirtschaft sein, einer Wirtschaft an der Front des technischen Wissens.

Die Indienstnahme des Wettbewerbs für den Fortschritt kennzeichnet den neuen Stellenwert des technischen Fortschritts in wirtschaftswissenschaftlicher Sicht. Der Fortschritt muß heute als Ergebnis des Wettbewerbs begriffen werden. Er bietet nicht mehr wie früher die einmalige Gelegenheit für eine temporäre Kapitalintensivierung, er ist kein potentieller Störfaktor für die Einkommensverteilung und die Beschäftigung (sieht man einmal von den Anpassungsschwierigkeiten bei der Arbeitsqualifikation ab), und er kommt nicht von außen oder oben, um eine gleichgewichtige Kapitalakkumulation trotz Gültigkeit des Ertragsgesetzes zu ermöglichen. Der technische Fortschritt wird vom wirtschaftlichen Wettbewerb selbst hervorgebracht.

Wem dies alles ein Übermaß an Fortschrittsgläubikeit oder gar Wachstumseuphorie anzeigt, den verweise ich auf eine weitere segensreiche Eigenschaft des Wettbewerbs, nämlich seine Kontrollfunktion. Wenn der Wettbewerb neues Wissen hervorbringt, so muß sich das gleichwohl stets am Markt, an der Nachfrage bewähren. Die Verbesserung der materiellen Versorgung bei Erschöpfung der natürlichen Ressourcen und die Erhaltung der Umwelt verlangen, daß der Fortschritt im Wettbewerb so lebendig bleibt wie zu vergangenen Zeiten weniger problematischer Reichtumsmehrung.

Literaturverzeichnis

BOULDING, K.E.: Evolutionary Economics. - Beverly Hill, London 1981.

HARROD, R.F.: Towards a Dynamic Economics. - London, New York 1948.

HAYEK, F.A. von: Der Wettbewerb als Entdeckungsverfahren, in ders., (1969), Freiburger Studien. - Gesammelte Aufsätze. Tübingen 1968, S. 144-160.

HELMSTÄDTER, E.: Wachstumstheorie I. - Überblick, Art. im HdWW Bd. 8 (1979), S. 475-492.

HELMSTÄDTER, E.: Was ist dynamischer Wettbewerb? - In: ANDREAE, C.-A., KIRCHHOFF, G. und PFEIFFER, G. (Hrsg.): Wettbewerb als Herausforderung und Chance. Festschrift für Werner Benisch. Köln 1989, S. 17-26.

HICKS, J.R.: The Theory of Wages. - London 1932.

LEDERER, E.: Technischer Fortschritt und Arbeitslosigkeit. - Tübingen 1931.

MACHLUP, F.: Würdigung der Werke von Friedrich A. von Hayek. - Tübingen 1977.

SCHUMPETER, J.A.: Geschichte der ökonomischen Analyse. - Göttingen 1965.

WALTER, H.: Technischer Fortschritt I: in der Volkswirtschaft, Art. im HdWW Bd. 7 (1977), S. 569-583.

WITT, U.: Individualistische Grundlagen der evolutorischen Ökonomik. - Tübingen 1987.

TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN IN DER LANDWIRTSCHAFT

TECHNISCHE ENTWICKLUNGSTENDENZEN IN DER AGRARPRODUKTION

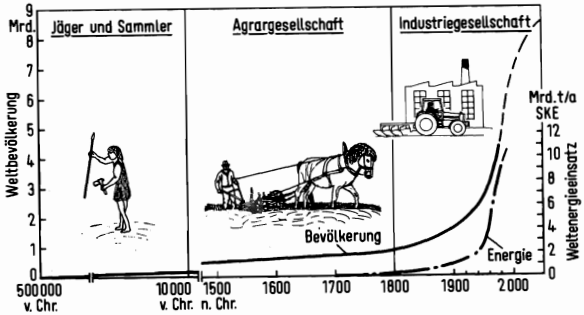
von

H. SCHÖN, Braunschweig-Völkenrode

1 Einleitung

Die Technik der Nahrungserzeugung hat die Geschichte der Landwirtschaft geprägt und die Entwicklung der Gesellschaft beeinflußt (siehe Schaubild 1).

Schaubild 1: Technischer Fortschritt und zivilisatorische Entwicklung (SCHÖN, 1988)



Energieträger	Mensch	Tiere sowie Wind, Wasser und regenerierbare Brennstoffe	fossile Brennstoffe und nukleare Stoffe
kWh pro Kopf und Tag	5	28	bis 270
Menschen 1) pro km²	bis 0,3	bis 30	bis 300
Menschen pro landw. AK	ca. 0	bis 3	bis 60
rel. Anteil der landw. AK	100%	ca. 80%	ca. 3%

Quellen: Production Yearbook; Energistik '79
1) bei einer Ernte pro Jahr

Die Entwicklungsländer stehen vor der Aufgabe, den technologischen Vorsprung der Industrienationen bei der Landbewirtschaftung aufzuholen. In den hochindustrialisierten Ländern dagegen gilt vielfach die technische Revolution auf dem Lande als abgeschlossen.

Im folgenden Beitrag soll der Frage nach dem Sinn und den Möglichkeiten eines weiteren technischen Fortschrittes in der Landwirtschaft nachgegangen werden.

2 Der "autonome" wissenschaftlich-technische Fortschritt in der Landwirtschaft

2.1 Wissenschaftlich-technische Entwicklungslinien (Innovationen)

Der sogenannte "autonome" wissenschaftlich-technische Fortschritt läßt sich in vier Entwicklungslinien einteilen (BATEL, 1986) (siehe Übersicht).

Übersicht: Abschnitte des wissenschaftlich-technischen Fortschrittes (nach BATEL, 1986; ergänzt)

Abschnitt	Höhepunkt
Entwicklung der (Werk-) Stoffe Steine, Metalle, Kunststoffe, chemische Produkte	nach vielen Jahrtausenden
Entwicklung der Energie (phys. Leistung) Vervielfachung der dem Menschen zur Verfügung stehenden Antriebsleistung	nach zwei Jahrhunderten
Entwicklung der Informationstechnik Vervielfachung der geistigen Leistungsfähigkeit des Menschen	nach wenigen Jahrzehnten
Entwicklung der biologischen Leistungsfähigkeit Gentechnologie, Mikrobiologie, Membrantechnologie (Fermenter)	?

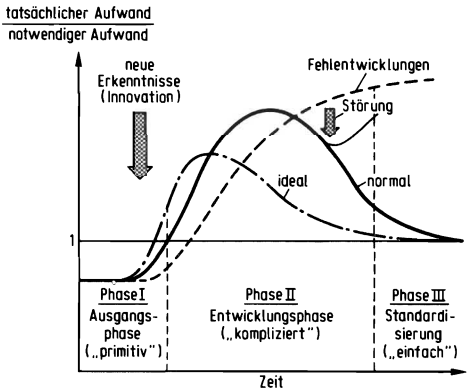
Diese technischen Entwicklungslinien haben und werden auch in Zukunft die Landwirtschaft prägen. So hat die Weiterentwicklung der Stoffe in Form von mineralischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln wesentlich zur Steigerung der Flächenproduktivität beigetragen. Die "Energielinie" hat die Mechanisierung der Landwirtschaft mit der kaum vorhersehbaren Steigerung der Arbeitsproduktivität bewirkt. Mit Hilfe der Elektronik und der Informationstechnologie ist es möglich, Daten der landwirtschaftlichen Produktion und der Umwelt exakt zu erfassen, rechnergestützte Entscheidungen zu treffen und damit den Betriebsmitteleinsatz aus ökonomischer und ökologischer Sicht zu optimieren.

Obwohl wir erst am Anfang des "elektronischen-technischen" Fortschrittes stehen, zeigt sich bereits als neue Entwicklungslinie die Verbesserung der biologischen Leistungsfähigkeit.

2.2 Phasen der Anwendung des technischen Fortschritts (Technologie-transfer)

Von neuen technischen Erkenntnissen bis zu deren sinnvoller Umsetzung und Anwendung in der Praxis ist es meist noch ein mühsamer und weiter Weg, (DUDDEK, 1984). Im wesentlichen sind dabei 3 Phasen gegeben (siehe Schaubild 2).

Schaubild 2: Phasen des Technologietransfers



1) Ausgangsphase ("primitiv"): Hier erfolgt die Durchführung eines Produktionsprozesses nach dem abgeklärten Stand des Wissens. Da hier allgemein bekannte und erprobte Methoden zum Einsatz kommen, ist der Aufwand zur Veränderung und Verbesserung gering, obwohl veränderte Zielsetzungen bzw. Rahmenbedingungen eine Weiterentwicklung des Produktionsprozesses dringend erforderlich machen würden.

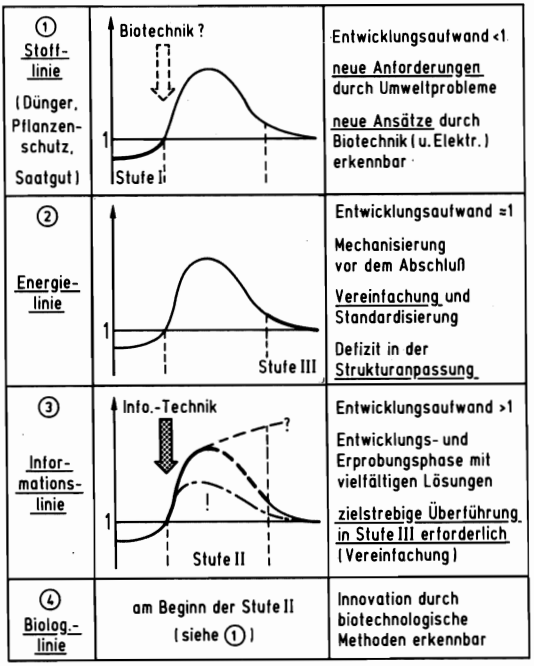
2) Entwicklungsphase ("kompliziert"): Neue Erkenntnisse und Innovationen eröffnen gangbare Wege zu einer verbesserten Problemlösung. Diese Innovationen lösen nun eine kostenintensive Entwicklungsphase aus. Viele Irrwege sind scheinbar unvermeidbar, Standardisierungen schwierig durchzusetzen und eine realistische Bewertung und Zuordnung der neuen Verfahren nicht gelöst.

3) Standardisierungsphase ("einfach"): Der Prozeß des Technologietransfers findet in der Stufe III durch die Entwicklung "einfacher", standardisierter Verfahren einen gewissen Abschluß; das Verfahren wird zum Stand der Produktionstechnik und kann gewisse Strukturveränderungen erzwingen. Umgekehrt wird es aber auch erforderlich sein, den technischen Fortschritt in dieser Phase den gegebenen und erwünschten Strukturen anzupassen.

2.3 Stand des "Technologietransfers" in der Landwirtschaft

Die Analyse der technischen Entwicklungslinien nach diesem "Technologietransfer-Modell" zeigt derzeit erhebliche Phasenverschiebungen (siehe Schaubild 3).

Schaubild 3: Stand des Technologietransfers in der Landwirtschaft



S t o f f l i n i e : In der Landwirtschaft gilt die Weiterentwicklung der "Werkstoffe" besonders in Form von mineralischem Dünger als weitgehend abgeschlossen. Der Entwicklungsaufwand ist relativ gering, obwohl durch den Umweltschutz neue Anforderungen an die Pflanzenernährung und an den Pflanzenschutz gestellt werden (SCHOLZ, 1989). Durch die Biotechnologie - also auf der biologischen Entwicklungsstufe - sind neue Ansätze erkennbar, die Art und Umfang des Betriebsmitteleinsatzes auf ein neues Niveau heben könnten.

E n e r g i e l i n i e : Die Energielinie ist eng mit der Mechanisierung der Landwirtschaft verbunden. Hinsichtlich der Rationalisierung der Arbeit gilt sie weitgehend als abgeschlossen und nähert sich damit einer gewissen Standardisierung. Kostensenkung, Minimierung des Betriebsmitteleinsatzes und "ökologische" Optimierung werden in Zukunft Schwerpunkte des mechanisch-technischen Fortschritts sein.

I n f o r m a t i o n s l i n i e : Mitten in der Entwicklungsphase (Phase II) befindet sich die Adaption des elektronisch-technischen Fortschrittes an die landwirtschaftliche Produktion. Der derzeitige Entwicklungs- und Investitionsaufwand ist meist größer als der tatsächliche Nutzen. Wir stehen vor einer Vielzahl technischer Lösungen, und eine sichere Beurteilung und Zuordnung der verschiedenen rechnergestützten Verfahren ist schwierig. Es ist dringend notwendig, einfache und vernetzte rechnergestützte landwirtschaftliche Produktionsverfahren zu entwickeln und zu erproben, um den Entwicklungsaufwand auf ein vertretbares Maß zu begrenzen und somit der Landwirtschaft den Innovationsgewinn durch diese neue Technologie zu sichern (AUERNHAMMER, 1987).

B i o l o g i s c h e E n t w i c k l u n g s l i n i e : Das Innovationsvermögen der biologischen Entwicklungslinie ist inzwischen erkennbar. Wir stehen hier am Beginn einer notwendigen Entwicklungsphase, bevor ein eindeutiger Nutzen für die Landwirtschaft möglich sein wird (BMELF, 1989). Dieser Entwicklungsprozeß ist darüber hinaus durch eine mangelnde Akzeptanz der Gesellschaft gefährdet.

Eine wesentliche Aufgabe der Agrartechnik ist es, Innovationen rechtzeitig zu erkennen und sie so zu "steuern", daß möglichst zielgerichtet die Entwicklungskurven in Phase III einschwingen. Eine große Bedeutung hat dabei auch die Technologiefolgeabschätzung. Sie hat die Aufgabe, die ökonomischen, sozialen und ökologischen Folgen technischer Zielsetzungen zu prognostizieren.

3 Energielinie: Entwicklungstendenzen des mechanisch-technischen Fortschrittes

Obwohl sich die Enwicklung der Energielinie der Standardisierungsphase (Phase 3) nähert, sind neben der vollen Nutzung der arbeitswirtschaftlichen Rationalisierungsmaßnahmen noch weitere wichtige Entwicklungen in folgenden Bereichen zu erwarten:

- Strukturelle Veränderungen bei der Mechanisierung,
- Minderung der Ernteverluste,
- "ökologische" Optimierung,
- vereinfachte Systemlösungen.

3.1 E n t w i c k l u n g d e r M o t o r i s i e r u n g

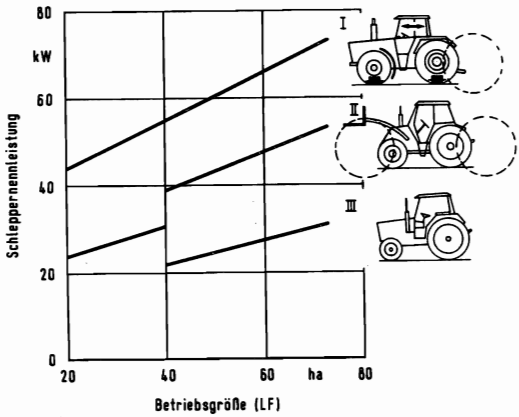
Bei der Mechanisierung der Landwirtschaft ging es darum, die für die Industrie benötigten Arbeitskräfte freizustellen und die landwirtschaftliche Arbeit zu rationalisieren. Diese Entwicklung ist durch zwei Phasen gekennzeichnet:

In der 1. Phase von 1950 bis zur Mitte der 60er Jahre wurden die tierischen Zugkräfte fast vollkommen durch Schlepper ersetzt, wobei vor allem Schlepper geringer Leistung Verwendung fanden.

In der 2. Phase stieg die Zahl der Schlepper in weitaus geringerem Maße und hat heute einen nahezu konstanten Wert erreicht; dagegen ist der Anstieg der durchschnittlichen Schleppernennleistung ungebrochen.

Bedingt durch den Strukturwandel und die weitere Abwanderung landwirtschaftlicher Arbeitskräfte ist eine Änderung der Struktur des Schlepper- und Maschineneinsatzes zu erwarten (OLFE und SCHÖN, 1984 (siehe Schaubild 4).

Schaubild 4: Mittlere Nennleistung von Schleppern in Abhängigkeit von der Betriebsgröße. Rangfolge der Schlepper im einzelnen Betrieb entsprechend der Nennleistung (nach OLFE und SCHÖN, 1984)



Schon seit Jahren deutet sich der Trend zu einer differenzierten Schleppernutzung in den einzelnen Betriebsgrößen an, wobei ein sogenannter "Erstschlepper" überwiegend für Zugarbeiten, ein "Zweitschlepper" überwiegend für Bestell- und Erntearbeiten und ein leistungsschwächerer "Drittschlepper" für vielfältige Hilfsarbeiten auf Feld und Hof eingesetzt werden. Die Zuordnung zu den jeweiligen Leistungsklassen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße ist relativ stabil; dies gilt auch für die sogenannten "Großschlepper".

Im Rahmen des Strukturwandels wird sich aber der Anteil der Betriebe zu den oberen Betriebsgrößen verschieben. Dies wird zu einem weiteren Rückgang der Schlepperzahl, zu einem weiteren Anstieg der durchschnittlichen Schlepperleistung, aber erstmals auch zu einem Rückgang der Gesamtschlepperleistung je Flächeneinheit führen.

Weiterhin ist zu erwarten, daß sich auch die Schlepperkonzepte differenzieren. Außer an Konzepten für schwere Zugschlepper arbeiten derzeit mehrere Schlepperfirmen an den

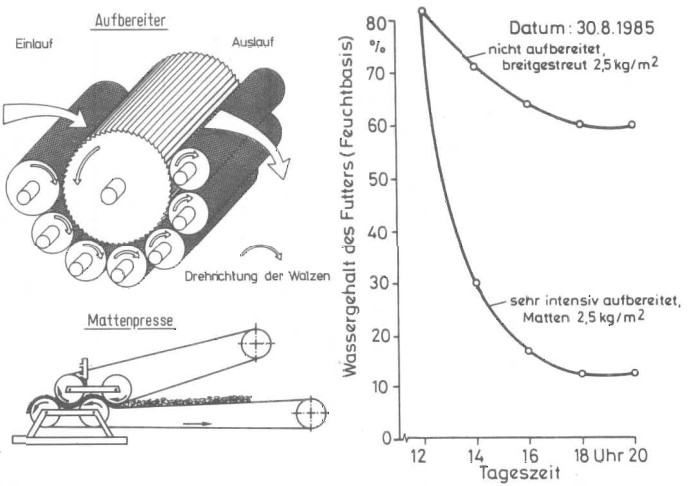
sogenannten "Trac-Konzepten", bei denen die speziellen Einsatzbedingungen des Zweitschleppers stärker berücksichtigt werden.

3.2 Minderung der Ernteverluste als Ziel der Mechanisierung

Bei technischen Neuentwicklungen rücken neben der Rationalisierung zunehmend andere Ziele der Mechanisierung in den Vordergrund, wie z.B. die Minderung der Verluste bei der Ernte. Dies gilt insbesondere für die Futterernte und -konservierung, bei der die Nährstoffverluste bis 40 % betragen können. Durch Verkürzen der Feldtrocknungszeit könnten diese Verluste deutlich reduziert werden. Es ist seit langem bekannt, daß durch Quetschen, Knicken oder Anschlagen des Futters die Trocknung bei gutem Wetter beschleunigt werden kann, so daß innerhalb eines Tages gemäht und geerntet werden kann. Bei den bisherigen Systemen der intensiven Futteraufbereitung kam es aber zu hohen Verlusten durch kleingeschlagene Futterteilchen.

Eine Lösung könnte hier die sogenannte "Mattentrocknung" sein (SHINNERS et al., 1982). Dabei wird das Futter nach dem Mähen zunächst intensiv aufbereitet und danach in eine dünne Matte gepreßt, in der die Kleinteile durch klebende Wirkung des Zellsaftes festgehalten werden. HEEGE et al. (1988) haben dieses Verfahren unter unseren Bedingungen untersucht (siehe Schaubild 5).

Schaubild 5: Feldtrocknung von Gras bei unterschiedlichen Verfahren (nach SHINNERS und HEEGE)



Das nicht aufbereitete, breitverteilte Futter trocknet bei gutem Sommerwetter von mittags bis zum Abend auf 60 % Feuchtegehalt, die intensiv aufbereitete Matte bis zu 20 % ab.

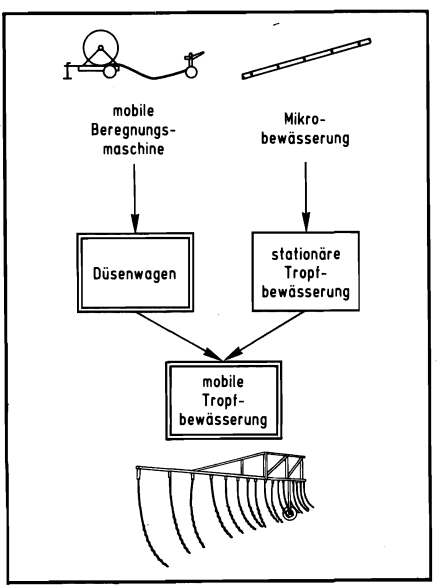
Dies wäre gegenüber den bisherigen Verfahren ein erheblicher Fortschritt, der weitere Bemühungen um eine Praxisreife des Verfahrens rechtfertigt.

3.3 Minderung des Betriebsmitteleinsatzes als Ziel der Mechanisierung

Durch den zunehmenden Kostendruck und die erhöhten Umweltanforderungen wird die Verbesserung der Effizienz des Betriebsmitteleinsatzes ein weiteres wichtiges Ziel der Mechanisierung. In der Landwirtschaft müssen wir derzeit noch mit außerordentlich unbefriedigenden Verlustquoten rechnen, beispielsweise bei mineralischem Dünger mit 40-60 %, bei Pflanzenschutzmitteln mit bis zu 90% und beim Wasser mit 10-40 %.

Beispielhaft für einen technischen Verbesserungsansatz soll an dieser Stelle die Entwicklung wasser- und energiesparender Beregnungsverfahren kurz erläutert werden (siehe Schaubild 6).

Schaubild 6: Entwicklung energie- und wassersparender Beregnungsverfahren (nach SOURELL et al., 1989)



In einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit Israel gelang es, die bei uns gebräuchlichen arbeits- und kapitalsparenden mobilen Beregnungsmaschinen mit den energie- und wassersparenden Tropf- und Düsenberegnungsverfahren zu kombinieren (SOURELL et al., 1989). Durch Entwicklung der "mobilen Düsenberegnung" für humide Gebiete und der "mobilen Tropfbewässerung" für aride Gebiete konnte bei vertretbarem Arbeits- und

Kapitalbedarf eine Verbesserung der Wassernutzung um 30 % und eine Minderung des Energiebedarfes um 50 % gegenüber der üblichen bei uns eingesetzten Beregnungsmaschinen erzielt werden.

3.4 "Ökologische" Optimierung der Mechanisierung

Die bisher aufgeführten mechanisch-technischen Entwicklungsansätze stehen unter dem Zwang der "ökonomischen" Optimierung. Dies wird in Zukunft durch die Notwendigkeit einer "ökologischen" Optimierung der Mechanisierung zu ergänzen sein, z.B. im Bereich des Bodenschutzes. Auf bestimmten Standorten weisen Bodenverdichtung und Erosion auf gewisse ökologische Grenzen derzeitiger Bodenbearbeitung hin.

Zur Minderung der Bodenverdichtung wird derzeit mit neuen Fahrwerken experimentiert. Ihre Wirkung ist aber begrenzt, wenn nicht gleichzeitig neue Wege in der Bodenbearbeitung angestrebt werden, wie dies z.B. bei der konservierenden Bodenbearbeitung der Fall ist. Der Übergang vom Pflug zum Tiefgrubber und die Entwicklung neuer Säverfahren, die ein Säen unter einer Mulchschicht ermöglichen, reduzieren nicht nur die Bodenerosion, sondern mindern auch die Gefahr von Bodenverdichtungen, wie dies aus Untersuchungen von STEINKAMPF und SOMMER (1989) hervorgeht (siehe Schaubild 7). Solche "ökologisch" optimierten Verfahren der Bodenbearbeitung sind hinsichtlich des Bodenschutzes weit wirkungsvoller als die gelegentlich diskutierte Beschränkung des Mechanisierungsgrades.

3.5 Vereinfachte Mechanisierungslösungen

Die eigentliche Zielrichtung der technischen Weiterentwicklung ist die Suche nach "einfachen" Systemlösungen. Am Beispiel der Mähdrescherentwicklung, die seit Jahren im wesentlichen als abgeschlossen gilt, soll diese Tendenz kurz erläutert werden (siehe Schaubild 8).

Das Mähdruschverfahren ist gekennzeichnet durch die Aufnahme des gesamten Halmes, wobei große Strohmassen bewältigt und bearbeitet werden müssen. Dies begrenzt die Leistung des Mähdreschers und verursacht einen hohen technischen Aufwand. Bei dem von KLINNER, NEALE und ARNOLD (1987) entwickelten Strippverfahren wird lediglich das Korn durch einen Rotor abgestreift und gereinigt. Der Durchsatz verdoppelt sich, und der technische Aufwand sinkt erheblich. Wenn es gelingt, nicht nur bei Winterweizen, sondern auch bei anderen Getreidearten die Verlustrate zu senken, dürfte dieses einfache und leistungsfähige Verfahren den Mähdrescher in Form eines Aufnahmeorganes ergänzen oder ihm als einfache Erntemaschine ernsthafte Konkurrenz machen.

Schaubild 7: Auswirkungen der Radlast auf den Bodendruck bei unterschiedlichen Fahrwerken und Bodenbearbeitungsverfahren (nach STEINKAMPF und SOMMER, 1989)

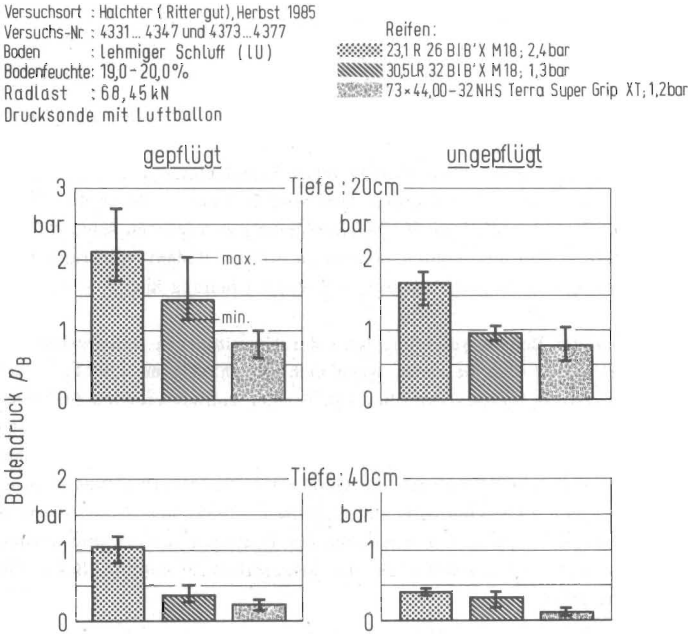
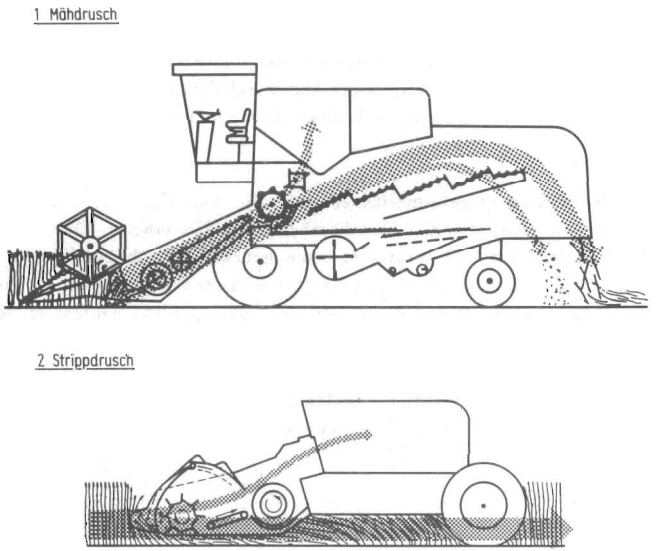


Schaubild 8: Vereinfachtes Mechanisierungssystem am Beispiel der Getreideernte



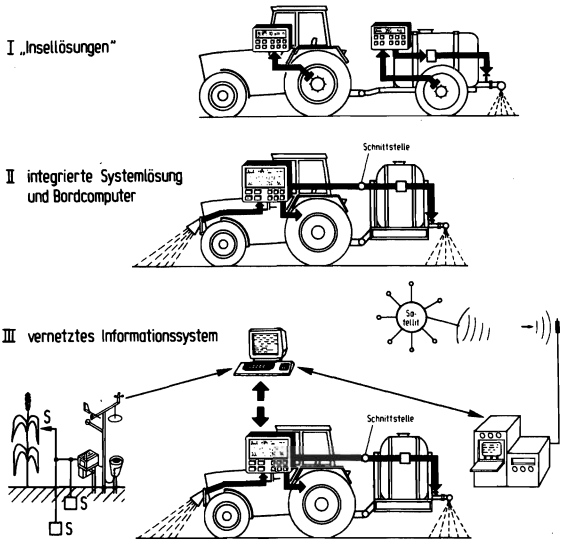
4 Die "Informationslinie": Vor der 2. Revolution der landwirtschaftlichen Produktionstechnik?

Während wir bei der Energielinie - und damit bei der Mechanisierung der Landwirtschaft in der 3. Stufe, der Standardisierung und Vereinfachung, stehen, befinden wir uns bei der Integration des elektronisch-technischen Fortschrittes mitten in der Entwicklungsphase. Aus ökologischen und ökonomischen Gründen dürfte die Informationstechnik das Bild der Landtechnik in Zukunft wesentlich prägen.

4.1 Rechnergestütze Pflanzenproduktion

Das System einer solchen rechnergestützten Pflanzenproduktion ist am Beispiel der Verteilarbeit für Pflanzenschutzmittel (VDI, 1987a) in Schaubild 9 dargestellt.

Schaubild 9: Stufen des Elektronikeinsatzes am Beispiel des Pflanzenschutzes



- In einem ersten Schritt dienen Sensoren und Mikroprozessoren zur Verbesserung der Fahrerinformation und zur Regelung und Steuerung maschineninterner Funktionen, in diesem Beispiel getrennt beim Schlepper und bei der geschwindigkeitsabhängigen Regelung der Pflanzenschutzspritze. Diese sogenannten "Insellösungen" sind inzwischen praxisreif.

- In einem zweiten Schritt wird eine umfassendere und vernetzte Prozeßsteuerung sowohl beim Schlepper als auch beim angebauten Gerät angestrebt. Beim Schlepper wird dabei

die Geschwindigkeit über Radar erfaßt und der Schlepper mit einem zentralen Bordcomputer ausgestattet. Dieser kommuniziert über eine Schnittstelle mit den Geräten. In diesem Beispiel bestimmt der Bordcomputer die Ausbringmenge und regelt die Verteilung in Abhängigkeit von der "echten", d.h. schlupffreien, Vorfahrt.

- Im dritten Schritt schließlich werden Schlepper und Gerät in ein betriebliches Informationssystem einbezogen, z.B. derart, daß Arbeitsdaten des Bordcomputers an einen Betriebscomputer übermittelt werden. Umgekehrt werden Arbeitsanweisungen rechnergestützt durch betriebliche und überbetriebliche Produktions- und Umweltdaten erarbeitet und über den Bordcomputer an die Maschinen übertragen. Im Pflanzenschutz könnte dies beispielsweise bedeuten, daß Pflanzenwachstum und Witterungsverlauf über Sensoren beobachtet werden und zusammen mit überbetrieblichen Informationen Prognosen zum exakten Mitteleinsatz ermöglichen. Zusammen mit noch zu entwickelnden Sensoren könnten Systeme zur Erfassung von möglichen Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft entwickelt werden. Für ein solches vernetztes System einer rechnergestützten Produktion und Betriebsführung wird die Standardisierung zu einem zentralen Problem.

4.2 Rechnergestützte Tierproduktion

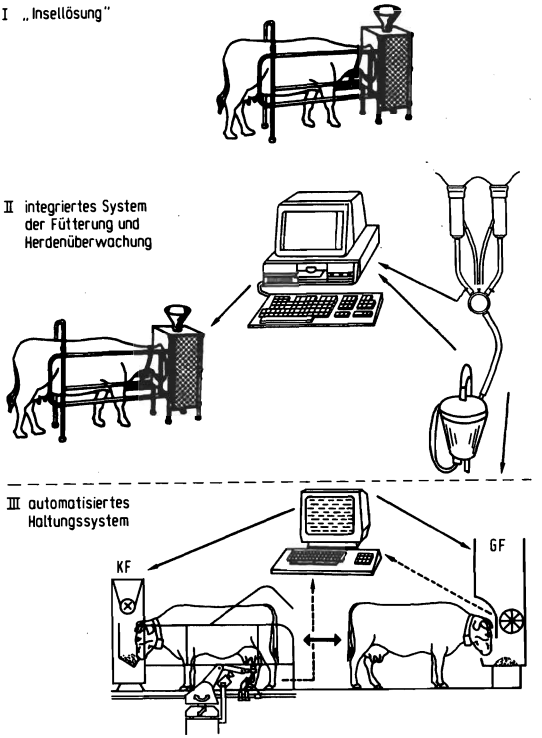
Das Grundprinzip der rechnergestützten Produktion - nämlich die Erfassung von Produktions- und Umweltdaten und anschließende Optimierung des Produktionsablaufes - läßt sich in der Tierproduktion besser als in der Pflanzenproduktion realisieren, da hier stationäre Bedingungen gegeben sind (VDI, 1987). Voraussetzung dafür sind einfache Systeme der elektronischen Tiererkennung, wozu heute neben am Halsband getragenen Transpondern intensiv an Mikrosystemen gearbeitet wird, die den Tieren nach der Geburt implantiert werden. Als Beispiel dafür sind die Stufen des Elektronikeinsatzes in der Milchviehhaltung in Schaubild 10 dargestellt.

"Insellösungen" in Form einer rechnergestützten individuellen Kraftfutter-Fütterung sind bereits seit längerem in Laufställen in Form der Abruffütterung üblich. In Anbindeställen werden dafür in neuerer Zeit rechnergestützte Hängebahnverteiler eingesetzt (STUMPENHAUSEN und ARTMANN, 1988).

Die derzeitigen technischen Lösungen zielen auf ein integriertes System der Fütterung und Herdenüberwachung. Dabei wird versucht, in einem geschlossenen Regelkreis Tier- und Leistungsdaten automatisch zu erfassen und danach die Fütterung zu steuern (ARTMANN und SCHLÜNSEN, 1987) sowie die Tiere zu überwachen (SCHLÜNSEN et al., 1987).

Für die letzte Stufe der rechnergestützten Produktion, nämlich der Automatisierung, ist in der Milchviehhaltung der Einsatz von Robotern für das Melken erforderlich (SCHÖN, 1986). Daran wird zur Zeit an verschiedenen Instituten intensiv gearbeitet. Seit einem Jahr wird versucht, dazu einen Industrieroboter einzusetzen (ARTMANN und SCHILLINGMANN, 1989). Die mechanischen Probleme sind weitgehend gelöst. Große Probleme bereitet allerdings noch das Erkennen der Zitzen und das Nachführen des

Schaubild 10: Stufen des Elektronikeinsatzes in der Milchviehhaltung

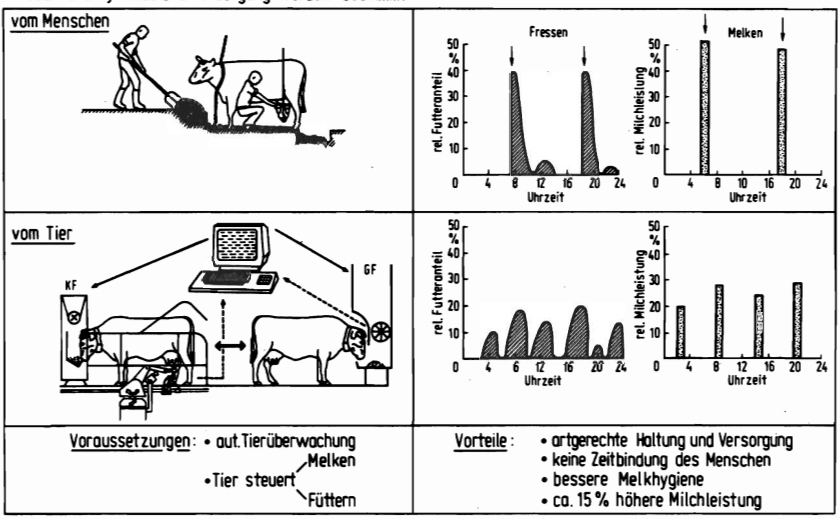


Roboters in "Echtzeit". Die Melkautomaten können in Verbindung mit Kraftfutter-Abrufstationen zur "Selbstbedienung" durch die Kühe eingesetzt werden. Damit wäre ein grundlegend neuer Ansatz für die Entwicklung von Haltungssystemen für die Milchviehhaltung in mittleren Betrieben mit einer Reihe entscheidender Vorteile möglich (siehe Schaubild 11).

1. Die Notwendigkeit, das Einzeltier intensiv zu füttern und zu überwachen hat zu Einzeltierhaltungssystemen, z.B. den Anbindeställen, geführt, welche das Bewegungsverhalten der Kühe beschränken. Rechnergestützte Systeme ermöglichen nun die artgerechte Herdenhaltung bei gleichzeitiger - und das ist neu - intensiver Einzeltierfütterung und Tierüberwachung.

2. Der Produktionsrhythmus in der Milchviehhaltung wird derzeit nicht durch die physiologischen Regelungsmechanismen bei der Ernährung und Milchbildung, sondern durch den Arbeitsrhythmus des Menschen bestimmt. Bei dem vorgeschlagenen automatisierten Haltungssystem bestimmt der Lebensrhythmus des Tieres die Futteraufnahme und

Schaubild 11: Artgerechte Milchviehhaltung durch rechnergestütztes Melken, Füttern und Tierüberwachen (nach GRAVERT, RABOLD und ROSSING, zitiert nach SCHÖN, 1986)



Milchabgabe. Dies führt unter anderem auch zu gesteigerter Leistungsbereitschaft, was mehrfach nachgewiesen werden konnte.

3. Solche Haltungssysteme bringen entscheidende Verbesserungen der Arbeitsbedingungen. Zwar wird der Mensch nach wie vor für die Tierbeobachtung, Kontrolle und Tierbehandlung unverzichtbar sein; diese Arbeiten sind aber nicht mehr an feste sich täglich ohne Rücksicht auf Sonn- und Feiertage wiederholende Zeiten gebunden.

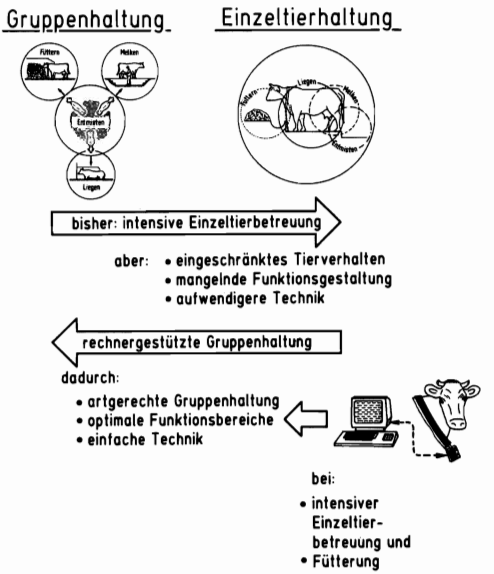
Die technischen Schwierigkeiten und die strukturellen Begrenzungen werden dazu führen, daß vollautomatische Milchviehhaltungssysteme erst zum Ende dieses Jahrhunderts praxisreif sein werden. Trotzdem müssen wir uns in der Forschung bereits heute dieser Aufgabe widmen, um diese Systeme auch mittleren Betrieben zugänglich zu machen und so langfristig die Konkurrenzfähigkeit der bäuerlichen Milchviehhaltung zu sichern.

Rechnergestützte Systeme ähnlicher Form werden derzeit auch für andere Tierarten entwickelt, unter anderem für die Kälberhaltung in Gruppen (PIRKELMANN et al., 1985), die Zuchtsauenhaltung (KIRCHNER, 1989) und die Mastschweinehaltung (EICHHORN und BERBERICH, 1986).

4.3 Auswirkungen rechnergestützter Produktionsverfahren auf die Stallsysteme

Bei fast allen Nutztieren führte in der Vergangenheit der Zwang zur intensiven Einzeltierbetreuung und Fütterung zur Einzeltierhaltung oder zumindest zur Haltung in kleinen Tiergruppen. Dies hatte zur Folge, daß das Tierverhalten einschneidend eingeschränkt und ein hoher technischer Aufwand für die Klimatisierung sowie für die Ver- und Entsorgung betrieben werden mußte (siehe Schaubild 12).

Schaubild 12: Tendenzen bei der Entwicklung von Haltungsverfahren



Durch den Einsatz rechnergestützter Systeme ist es nun möglich, die einzelnen Tiere auch in der Herde intensiv zu überwachen und tierindividuell zu füttern. Dadurch wird auch bei einem hohen Produktionsniveau die artgemäßere Gruppenhaltung möglich. Dies hat aber auch den Vorteil, daß die einzelnen Funktionsbereiche getrennt und sowohl hinsichtlich des Tierverhaltens als auch der Arbeitserledigung optimal gestaltet werden können (z.B. Liegebox, Melkstand). Hinzu kommt in der Regel eine einfachere Technik für die Entsorgung und Klimatisierung. Dies deutet darauf hin, daß gerade durch die Entwicklung rechnergestützter Haltungssysteme neue Ansätze zur Entwicklung einfacher Gebäudelösungen und einer artgerechten Gruppenhaltung möglich sind (PIOTROWSKI und GARTUNG, 1987).

5 Zusammenfassung

Die technischen Entwicklungstendenzen in der Agrarproduktion werden von der Entwicklung der Werkstoffe, der Energienutzung, der Informationstechnik und der Biotechnologie bestimmt. Die Nutzung fossiler Energie führte zur Mechanisierung, die zwar einen hohen Stand erreicht hat, aber noch nicht als abgeschlossen gelten kann (HEEGE, 1988). Weitere strukturelle Veränderungen sind beim Schlepper- und Maschineneinsatz zu erwarten. Zukünftige Entwicklungen zielen auf eine Minderung des Betriebsmitteleinsatzes, auf eine "ökologische" Optimierung der Technik und auf eine Vereinfachung der Maschinen- und Gebäudesysteme.

Die Informationstechnik steht in einem frühen Stadium der Anwendung. Durch integrierte rechnergestützte Systeme des Pflanzenbaues läßt sich der Betriebsmitteleinsatz verringern und der "Know how-Transfer" beschleunigen. In der Tierhaltung ermöglicht die Elektronik bei einer artgerechten Gruppenhaltung eine intensive Einzeltierfütterung und Tierbetreuung. Dies ist die Grundlage einfacher, aber "intelligenter" Systeme. Automatisierte Melkverfahren können in Verbindung mit der Abruffütterung auch in mittleren Milchviehbetrieben zum Einsatz kommen.

Die weitere konsequente Nutzung des mechanisch-technischen Fortschrittes zur Minderung der Kosten und zur ökologischen Optimierung sowie die Entwicklung rechnergestützer Produktionsverfahren dürften die weitere Entwicklung der Landtechnik beschleunigen. Damit sind neue Anstöße in der Strukturveränderung der Landwirtschaft zu erwarten, die sich nicht so sehr an den Betriebsgrößen, sondern vielmehr an der Qualifikation der Betriebsleiter orientieren.

In noch größerem Maße dürfte sich aber der technologische Abstand zu der Landbewirtschaftung in den Entwicklungsländern vollziehen und diese noch stärker als bisher in eine aussichtslose Situation drängen.

Literaturverzeichnis

ARTMANN, R. und SCHILLINGMANN, D.: Automation of milking by using robots and electronics. - Vortrag, 2. Intern. Kolloquium AGROTIQUE 89 Roboter und Automation für landwirtschaftliche Betriebe, Bordeaux, 26.-29.9.1989.

ARTMANN, R. und SCHLÜNSEN, D.: Stand der rechnergestützten Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung. - Übersicht Tierernährung 15 (1987), H. 2, S. 93-212.

AUERNHAMMER, H.: Einbindung der Prozeßsteuerung in das rechnergestützte Management. - In: VDI 1987b.

BATEL, W.: Grundlagen technischer Entwicklungslinien in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. - Mitteilungen der Gesellschaft der Freunde der FAL (1986), H. 1, S. 13-24.

BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (Hrsg.): Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. - Berichte über Landwirtschaft Sh. 201. Parey, Hamburg und Berlin 1989.

DUDDEK, H.: Vom komplizierten Modell zur großen Einfachheit. - Forschung - Mitteilungen der DFG (1984), H. 1, S. 15-16.

EICHHORN, H. und BERBERICH, R.: Möglichkeiten der Prozeßsteuerung in der Schweinehaltung. - Beiträge zur Technik in der Schweinehaltung. Gießen 1986.

HEEGE, H.J.: Zukunftsperspektiven in der Landtechnik. - Berichte über Landwirtschaft 66 (1988), H. 3, S. 416-439.

HEEGE, H.J., LÜSSE, T. und OH, I.H.: Mattentrocknung von Grünfutter. - Landtechnik 43 (1988), H. 4, S. 172-174.

KIRCHNER, M.: Abruffütterung für Zuchtsauen. - KTBL-Schrift 334. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup 1989.

KLINNER, W.E., NEALE, M.A. und ARNOLD, R.E.: A new stripping header for combine harvesters. - The Agric. Eng. (1987) Spring, S. 9-14.

OLFE, G. und SCHÖN, H.: Einsatzzeiten von Schleppern bei unterschiedlichen betrieblichen Verhältnissen. - Grundlagen der Landtechnik 34 (1984), Nr. 6, S. 236-243.

PIOTROWSKI, J. und GARTUNG, J.: Bau- und haltungstechnische Folgerungen des Elektronikeinsatzes in der Tierhaltung. - In: VDI 1987b.

PIRKELMANN, H., STANZEL, H. und WENDLING; F.: Automatisierte Versorgung und Kontrolle von Aufzucht- und Mastkälbern. - Grundlagen der Landtechnik 35 (1985), Nr. 3, S. 89-95.

SCHLÜNSEN, D., ROTH, H., SCHÖN, H., PAUL, W. und SPECKMANN; H.: Möglichkeiten einer rechnergestützten Gesundheits- und Brunstüberwachung in der Milchviehhaltung. - Züchtungskunde 59 (1987), H. 2, S. 81-96.

SCHÖN, H.: Automatisierte Milchviehhaltung - eine Utopie? - Landtechnik 41 (1986), H. 5, S. 220-223.

SCHÖN, H.: Technik im Dienste einer sich wandelnden Landwirtschaft. - Landbauforschung Völkenrode 38 (1988), H. 1, S. 1-11.

SCHOLZ, H.: Ordnungsgemäße Landwirtschaft - Regelungsbedarf für Gesetzgeber und Verwaltung. - Vortragstagung in Bayreuth am 20.9.1989.

SHINNERS, K.H., BARRINGTON, G.P. und KOEGEL, R.G.: Forming mats from macerated to accelerate braying rates. - ASAE-Paper No. 82-1531, 1982.

SOURELL, H., SCHÖN, H., BRAMM, A., WOLF, J. und SHANI, U.: Entwicklung und Einsatz eines wasser- und energiesparenden Beregnungsverfahrens für aride und humide Klimazonen. - Berichte über Landwirtschaft 67 (1989), S. 488-508.

STEINKAMPF, H. und SOMMER, C.: Druck- und Verdichtungsmessungen im Feld unter großvolumigen Reifen. - In: VDI-Gesellschaft Agrartechnik (HRSG.): Reifen landwirtschaftlicher Fahrzeuge. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 7, (Vorträge der Tagung in München, 27./28. April 1989), S. 156-269.

STUMPENHAUSEN, J. und ARTMANN, R.: Rechnergestützte Fütterung für Milchvieh in Lauf- und Anbindeställen - Stand, Bewertung, Entwicklung. - Vortrag BML-Referententagung Landtechnik und Bauwesen, Freising-Weihenstephan, 15.-17.3.1988.

VDI-Fachgruppe Landtechnik (Hrsg.): Mikroelektronik in der Agrartechnik für den Umweltschutz. - VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 4 (Vorträge der Tagung in Braunschweig-Völkenrode, 7./8. Mai 1987).

VDI-Fachgruppe Landtechnik (Hrsg.): Elektronik in der Tierhaltung. - VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 5 (Vorträge der Tagung in Braunschweig-Völkenrode, 8./9.12.1987).

TECHNISCHE ENTWICKLUNGSTENDENZEN IN DER BETRIEBSFÜHRUNG

von

F. KUHLMANN, Gießen

Entwicklungstendenzen in der Betriebsführung werden seit einigen Jahren fast ausschließlich durch Innovationsschübe bei den informations- und kommunikationstechnischen Hilfsmitteln (Hardware) bestimmt. Die zunächst rein technischen Fortschritte bewirken, daß auch die Konzepte für die Aufbau- und Ablauforganisationen von Führungsprozessen sowie für die Gestaltung von Führungsinstrumenten (Software) immer rascheren Wandlungen unterliegen (NASTANSKY, 1984 und ZAHN, 1989). Begleitet werden diese Veränderungen von Paradigmawechseln in der Betiebswirtschaftslehre: Die Jahrzehnte vorherrschende faktortheoretische Konzeption tritt zugunsten von system- und entscheidungsorientierten Ansätzen zurück (SCHANZ, 1988, S. 71 ff und RAFFEE, 1989, S.29 ff).

1 Nutzenerwartungen für den Einsatz informations- und kommunikationstechnischer Hilfsmittel in der Betriebsführung

1.1 Die Natur betrieblicher Entscheidungssituationen als Grundlage der Nutzenerwartungen

Für die Betriebsführung werden neue Technologien entwickelt und eingesetzt, um den betrieblichen Entscheidern bei ihren Entscheidungen zu helfen. Entscheidungen sind schwierig, d.h. ihre Ergebnisse können mehr oder weniger "gut" sein, weil sie zukunftsbezogen sind, von außerhalb des Betriebes beeinflußt werden und unter Zeitdruck getroffen werden müssen. Entscheidungssituationen sind durch Unsicherheit gekennzeichnet. Entscheidungen müssen bei unvollkommener Information getroffen werden.

Andererseits ergibt sich aus diesem Tatbestand, daß Entscheidungen - immer gemessen an ihren Ergebnissen - umso "besser" sein dürften, je vollkommener die Informationen sind, die in der begrenzt verfügbaren Zeit für eine Entscheidungsfindung beschafft werden können. In der Betriebsführung werden daher informations- und kommunikationstechnische Hilfsmittel grundsätzlich in der Erwartung eingesetzt, daß sie die mit Entscheidungssituationen verbundenen Unsicherheiten reduzieren. Diese generelle Nutzenerwartung gilt es, stärker zu konkretisieren bzw. quantitativ abzuschätzen.

In realistischen Entscheidungssituationen kennt der Entscheider weder vollständig das reale System, das er führen möchte, noch kann er das System zukünftig beeinflussende Umweltzustände sicher vorhersagen. Deshalb werden die Ergebnisse, die das geführte System liefert, stets mehr oder weniger von dem abweichen, was der Entscheider bei seinen Entscheidungen erwartet hat.

Für eine Verbesserung dieser mißlichen Lage, d.h. zur Reduktion der Fehler zwischen erwarteten und eintretenden Ergebnissen, ergeben sich prinzipiell drei Ansatzpunkte:

1. Der Entscheider wird nach Hilfsmitteln für eine weniger unsichere Vorhersage der zu erwartenden Umweltzustände suchen.

2. Der Entscheider wird die eintretenden Ergebnisse des Systems mehr oder weniger häufig messen, sie mit seinen Zielvorgaben vergleichen und bei Abweichungen Korrekturmaßnahmen einleiten. Er wird das System überwachen.

3. Der Entscheider wird die Meßergebnisse verwenden, um durch stetige SOLL-IST-Vergleiche mehr über das System zu lernen. Er wird neues Wissen zur Verbesserung seiner Entscheidungshilfsmittel adaptieren.

1.2 Zum Nutzen von Vorhersagen über Umweltzustände

1.2.1 Schätzung des Nutzens von Vorhersagen

Für die Schätzung des Nutzens einer verbesserten Prognose von Umweltzuständen hat BROCKHOFF (1989, S.426 ff.) einen interessanten Vorschlag gemacht. Er sei an einem Beispiel verdeutlicht. Ein Landwirt verfüge über ein bestimmtes Zuckerrübenkontingent und plane die zugehörige Anbaufläche. Er möge im einfachsten Fall nur zwischen ertragreichen Jahren mit "guter Wasserversorgung" und ertragsarmen Jahren mit "schlechter Wasserversorgung" unterscheiden und über zwei verschiedene Schlageinteilungen bzw. Anbauflächenumfänge nachdenken. Unter Berücksichtigung entgehender Deckungsbeiträge für alternative Früchte ergäbe sich für ihn die Entscheidungsmatrix der Übersicht 1.

Übersicht 1: Entscheidungsmatrix - Beispiele -

Systemumwelt / Handlungsalternative	"gute Wasserversorgung" U_1	"schlechte Wasserversorgung" U_2
"größere Anbaufläche" a_1	27 000 DM DB[1)]	24 000 DM DB
"geringere Anbaufl." a_2	30 000 DM DB	20 000 DM DB
1) DB = Deckungsbeitrag		

Wenn nun der Landwirt nicht über ein Entscheidungshilfsmittel verfügt, das ihm vor der Aussaat die eintretende Wasserversorgung mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit vorhersagt, kann er nur die a priori Wahrscheinlichkeiten $w(u_1)$ und $w(u_2)$ für den Eintritt der einen oder anderen Versorgung schätzen und dann die Handlungsalternative mit dem höchsten Erwartungswert auswählen. Das ist der Erwartungswert

$$(1) \quad E_{RNI} = \max(K)\left[\sum_{l=1}^{L} w(u_l)*DB_{k,l}\right], \text{ wobei } \sum_{l=1}^{L} w(u_l) = 1$$

Der Index k zählt die Handlungsalternativen $a_1..a_k..a_K$, der Index l die Umweltzustände $u_1..u_l..u_L$. DB_k,l die Deckungsbeiträge, geben die Ergebnisse für die verschiedenen Handlungsalternativen bei Eintritt der verschiedenen Umweltkonstellationen an. max(k) sagt, daß die Handlungsalternative ak zu wählen ist, die langfristig den höchsten Erwartungswert für den Deckungsbeitrag erwarten läßt. Im Beispiel gilt - falls $w(u_1)$=0,4 und $w(u_2)$=0,6 ist -, daß die größere Anbaufläche (a_1) mit dem Erwartungswert 25 400 DM zu wählen ist.

Verfügt der Landwirt hingegen über ein Entscheidungshilfsmittel, mit dem er die Wasserversorgung sicher vorhersagen kann, zeigt die Entscheidungsmatrix sofort, daß er in Jahren mit guter Versorgung die geringere Anbaufläche und in Jahren mit schlechter Versorgung die größere Anbaufläche wählen sollte. Wenn - wie gesagt - $w(u_1)$ = 0,4 und $w(u_2)$ = 0,6 sind, wird er langfristig einen mittleren jährlichen Deckungsbeitrag, d.h. einen Erwartungswert E_{RVI} von 26 400 DM erzielen. Für E_{RVI} gilt deshalb:

$$(2) \quad E_{RVI} = \sum_{l=1}^{L} w(u_l) * \max(k) \; R_{k,l}$$

Zwischen einer fehlenden Vorhersagemöglichkeit und einer sicheren Vorhersage liegt nun im Beispiel eine Deckungsbeitragsdifferenz von 26 400 - 25 200 = 1 200 DM. Dieser Betrag liefert den notwendigen Anhaltspunkt für den Nutzen des sicheren Prognoseverfahrens.

Nun wird ein Entscheidungshilfsmittel, das völlig exakte Vorhersagen liefert, kaum jemals zur Verfügung stehen. Denkbar sind jedoch Hilfsmittel, deren Vorhersagen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintreffen. Solche Verfahren können zu Erwartungswerten des Deckungsbeitrag führen, die zwischen den beiden vorgenannten Extremwerten liegen. Diese Erwartungswerte E_{RUI} lassen sich generell wie folgt berechnen:

$$(3) \quad E_{RUI} = \sum_{k=1}^{H} \left\{ \left[\sum_{l=1}^{L} w(p_h/u_l)*w(u_l)\right] * (\max)k \left[\sum_{l=1}^{L} w(u_l/p_h)*DB_{k,l}\right] \right\}$$

Darin sind $w(p_h/u_l)$ die bedingten Wahrscheinlichkeiten dafür, wie häufig das Verfahren eine bestimmte Umweltkonstellation u_l vorhergesagt hat, wenn diese Umweltkonstellation u_l vorlag. $w(u_l/p_h)$ sind dann die bedingten Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten einer Umweltkonstellation u_l, wenn das Prognoseverfahren vorher eine Prognose p_h abgegeben hat. Diese a posteriori-Wahrscheinlichkeiten werden mit dem Theorem von BAYES berechnet.

Sind, bezogen auf das vorstehende Beispiel, die bedingten Wahrscheinlichkeiten $w(p_1/u_1)$=0,8; $w(p_1/u_2)$=0,2; $w(p_2/u_1)$=0,2; $w(p_2/u_2)$=0,8, dann sind die Wahrscheinlichkeiten $w(u_l/p_h)$ nach dem Theorem von BAYES $w(u_1/p_1)$= 0,72727;

$w(u_2/p_1)$= 0,27273; $w(u_1/p_2)$= 0,14286; $w(u_2/p_2)$= 0,85714. Gemäß Gleichung (3) errechnet sich daraus ein Erwartungswert E_{RUI} für das langfristig erzielbare Deckungsbeitragsniveau von 25 680 DM. Dieser Wert liegt zwar unter dem Wert für das vollkommene Prognoseverfahren, jedoch um 25 680 DM - 25 200 DM = 480 DM über dem Erwartungswert für den Fall, daß keine Prognosen möglich sind.

Der Nutzen, bzw. der zusätzliche Gewinn (N_{UI}), den das Entscheidungshilfsmittel bringen kann, errechnet sich unter Beachtung der Tatsache, daß das Hilfsmittel noch direkte Einzelkosten K_D verursachen wird, gemäß Gleichung (4):

$$(4) \quad N_{UI} = E_{RUI} - E_{RNI} - K_D$$

1.2.2 Zu erwartende Entwicklungen für den betrieblichen Einsatz von Vorhersageverfahren

Aus den Gleichungen (3) und (4) ist erkennbar, daß der Nutzen eines Prognoseverfahrens bei gegebenen direkten Einsatzkosten mit steigender Prognosegenauigkeit und insbesondere mit steigenden Einzelbeträgen für die Ergebnisse von Handlungsalternativen zunimmt. Weiter wachsende Betriebsgrößen in der Landwirtschaft werden also c.p. zu wachsender Nachfrage nach Prognoseverfahren für den einzelbetrieblichen Einsatz führen.

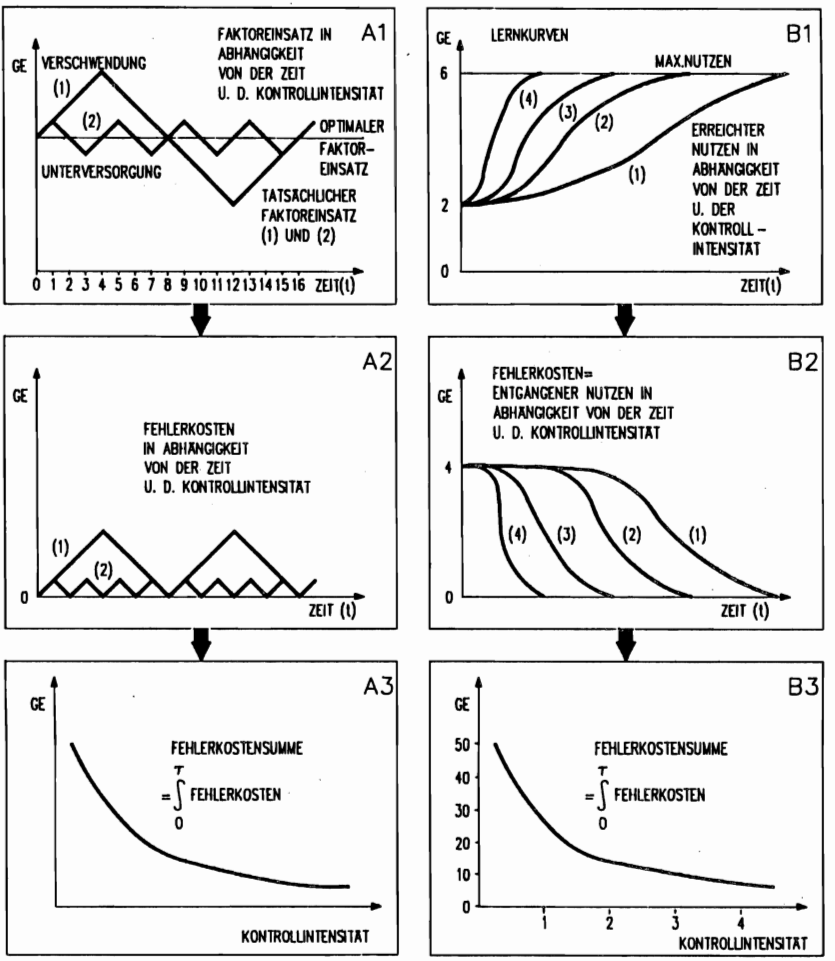
1.3 Zum Nutzen betrieblicher Kontrollen

1.3.1 Schätzung des Nutzens von Kontrollen

Die Vorgehensweise zur Schätzung des Nutzens häufigerer und umfangreicherer Kontrollen eines zu führenden Systems läßt sich ableiten, wenn man sich verdeutlicht, daß Abweichungen von einem möglichen Optimum entweder Faktorverschwendung oder Produktentgang bedeuten, also letztlich direkte Kosten und Opportunitätskosten verursachen (vgl. dazu auch BÄTGE, 1984, S.169 ff.). Je nach Kontrollintensität entstehen mithin unterschiedlich hohe sog. "Fehlerkosten". Der Zusammenhang sei anhand des linken Teils des Schaubildes 1 erläutert.

In Block A1 wird davon ausgegangen, daß im Zeitablauf für eine Produktion ein bestimmter optimaler Faktoreinsatz existiere, z.B. der Futterverbrauch für einen Mastschweinebestand. Aufgrund mangelhafter Kenntnisse über Produktions- und Verbrauchsfunktionen des Systems "Mastschweine" und der Wirkungen der Systemumwelt wird der tatsächliche Faktoreinsatz ständig die Neigung haben, vom optimalen Einsatz abzuweichen. Je häufiger nun das System kontrolliert wird, desto häufiger kann der Faktoreinsatz korrigiert werden, desto geringer werden die aus der Faktorverschwendung und dem Nutzenentgang resultierenden Fehlerkosten sein.

Schaubild 1: Fehlerkosten und Kontrollintensität

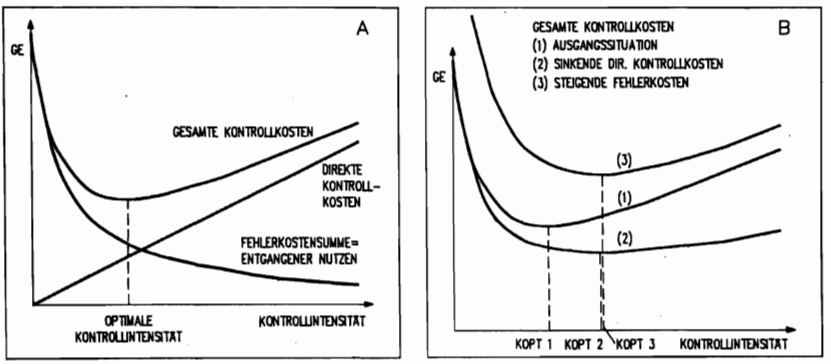


Für den Fall, daß sich die Abweichungen sehr regelmäßig entwickeln, möge sich bei häufigeren Kontrollen für den tatsächlichen Faktoreinsatz bspw. die Kurve (2) ergeben (Messungen und Anpassungen des Faktoreinsatzes zu den Zeitpunkten 1, 3, 5... usw.), während für weniger häufige Kontrollen die Kurve (1) gelten möge (Messungen und Anpassungen des Faktoreinsatzes zu den Zeitpunkten 4, 12, 20...usw.). Daraus entständen im Zeitablauf die im Block A2 skizzierten Fehlerkosten für die beiden Kontrollintensitäten. Integriert man nun diese Fehlerkosten über einen bestimmten Zeitraum, dann kann man die Fehlerkostensumme in Abhängigkeit von der Kontrollintensität abtragen, wie es in Block A3 von Schaubild 1 geschehen ist.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt man für Fall, daß der Entscheider durch Kontrollen lernt und damit die Qualität seiner Entscheidungsmodelle verbessert. Wie in Block B1 des rechten Teils von Schaubild 1 skizziert, bewegt sich der Entscheider auf Lernkurven, die den jeweils erreichten Nutzen angeben und sich einem maximal möglichen Nutzen für den Fall der vollkommenen Kenntnis des Systems annähern. Nimmt man nun an, wie das in Block B1 mit den Kurven (1) bis (4) geschehen ist, daß die Lernkurven umso steiler ansteigen, je höher die Kontrollintensität ist, dann lassen sich in Block B2 die Fehlerkosten als entgangener Nutzen des nicht erreichten maximalen Nutzens in Abhängigkeit von der Zeit darstellen. Integriert man diese Fehlerkosten über einen bestimmten Zeitraum, dann kann die Fehlerkostenkurve in Abhängigkeit von der Kontrollintensität abgetragen werden. Diese Kurve ist in Block B3 dargestellt und entspricht prinzipiell der Fehlerkostenkurve des Blocks A3.

Zur Schätzung des Nutzens unterschiedlicher Kontrollintensitäten ist jedoch zu berücksichtigen, daß diese zusätzlich direkte Kontrollkosten verursachen. Wenn sich diese Kosten proportional zur Kontrollintensität verhalten, ergibt sich für die gesamten Kontrollkosten ein u-förmiger Verlauf. Das ist in Schaubild 2A dargestellt. Die optimale Kontrollintensität läßt sich unmittelbar ablesen. Ebenso lassen sich daraus die Grenzgewinne ableiten, die entstehen, wenn eine vorher nicht optimale Kontrollintensität in Richtung auf das Optimum verändert wird.

Schaubild 2: Zur Bestimmung der optimalen Kontrollintensität



Aus Schaubild 2A wird im übrigen deutlich, daß die optimale Kontrollintensität von der Höhe der Fehlerkosten und von den direkten Kontrollkosten beeinflußt wird. Das ist in Schaubild 2B skizziert. Sinken z.B. die Stückkosten je Kontrollvorgang, verläuft also die Kurve der direkten Kontrollkosten weniger steil, dann ergibt sich bspw. bei einer Halbierung der direkten Kontrollkosten die Kurve (2) im Vergleich zur Ausgangssituation mit der Kurve (1). Die optimale Kontrollintensität steigt von K_{opt1} auf K_{opt2}. Steigt andererseits die Fehlerkostensumme z.B. auf das Doppelte, dann gilt Kurve (3) für die gesamten Kontrollkosten. Die optimale Kontrollintensität steigt von K_{opt1} auf K_{opt3}.

1.3.2 Zu erwartende Entwicklungen bei der Intensität betrieblicher Kontrollvorgänge

Im Einzelfall mag zwar die empirische Feststellung der Kosten von Kontrollvorgängen durchaus schwierig sein, generell läßt sich jedoch heute mit einiger Sicherheit vorhersagen, daß die eben skizzierten Änderungen der Kontrollkostenbestandteile zukünftig eintreten werden. Einerseits werden weitere technische Fortschritte bei den informations- und kommunikationstechnischen Hilfsmitteln und insbesondere bei der Sensortechnik bewirken, daß die direkten Kosten für Kontrollvorgänge abnehmen. Andererseits werden weitere Zunahmen des Vorleistungsanteils, bzw. weitere Abnahmen des Wertschöpfungsanteils, wie es seit langem für landwirtschaftliche Betriebe zu beobachten ist, dazu führen, daß Fehler beim Faktoreinsatz immer höhere Nutzenentgänge bewirken. Landwirtschaftliche Betriebe dürften deshalb c.p. steigende Kontrollintensitäten anstreben.

2 Entwicklungstendenzen der Nutzung informations- und kommunikationstechnischer Hilfsmittel für die Betriebsführung

2.1 Vom Hardware-Engpass zum Software-Engpass

Eingangs wurde gesagt, daß Entwicklungstendenzen in der Betriebsführung während der letzten Jahre vornehmlich durch Innovationsschübe bei der Hardware induziert wurden. Insbesondere waren es zwei Innovationen, nämlich:

1. Der Übergang vom Einplatz- zum Mehrplatzsystem beim Großrechner d.h. die Einführung der verteilten Datenverarbeitung;

2. die Entwicklung und kostengünstige Bereitstellung von Mikrocomputern als Einplatzsysteme.

Zu 1.: Die Entwicklung des Time-Sharing-Computers bewirkte, daß nicht nur der Operator, sondern sehr viele Nutzer den Rechner über Terminals im interaktiven Modus nutzen können. Aus der Sicht der Nutzer vollzog sich der Übergang von der Stapelverarbeitung zur Dialogverarbeitung am Arbeitsplatz. Die verteilte Datenverarbeitung fand Eingang in größeren Unternehmen und Organisationen.

Das Ziel der verteilten Datenverarbeitung ist jedoch weiter gesteckt. Prinzipiell soll jedermann über ein Endgerät jederzeit im interaktiven Modus Zugang zu verschiedenen

Großrechnern erhalten. Der Mangel an leistungsfähigen Übertragungskanälen und das Fehlen kostengünstiger Endgeräte führte bisher allerdings dazu, daß so ungewöhnliche Kreuzungen aus Telefon und Fernseher wie das Btx entwickelt wurden. SCHIEFER et al. (1989a) berichten über den gegenwärtigen Stand und über positive Zukunftsaussichten für Btx.

Zu 2.: Der Mikrocomputer als Arbeitsplatzrechner war von Beginn an als Einplatzsystem für den interaktiven Betrieb konzipiert, d.h. der Nutzer mußte die Funktion des Operators mit übernehmen. Nachdem die Anschaffungskosten inzwischen sehr stark gesunken sind, erweist sich die Software als der entscheidende Engpass für die weitere Verbreitung. Der Rechner kann zwar prinzipiell im interaktiven Modus genutzt werden. Programme, die einen echten Dialogbetrieb erlauben, sind jedoch bisher nur teilweise realisiert.

ALTER (1983b, S. 158 f.) zitiert BALES für die Definition eines echten Dialogbetriebes. Er besteht aus den folgenden sechs Möglichkeiten: "gibt Antworten", "gibt Meinungen oder macht Vorschläge", "gibt Hinweise", "fragt nach Hinweisen", "fragt nach Meinungen oder Vorschlägen", "fragt nach Antworten". Die meisten der heutigen Programme sind auf die beiden Formen "gibt Antworten" und "fragt nach Antworten" beschränkt, wobei häufig noch technische Einzelheiten bei der Ein- und Ausgabe vom Nutzer beachtet werden müssen.

Man darf nicht unterstellen, daß alle betrieblichen Entscheidungsträger willens oder fähig sind, diese Begrenzungen zu akzeptieren, und man kann wohl auch nicht davon ausgehen, daß jedes Entscheidungsproblem so eindeutig und vollständig strukturiert ist, daß der Entscheider nur diese rudimentären Dialoge zu führen braucht. In größeren Unternehmen werden deshalb i.d.R. sogenannte "Chauffeur-Systeme" praktiziert (ALTER, 1983a, S.178 f.). ALTER unterscheidet in Anlehnung an HOLLOWAY bei der interaktiven Rechnernutzung die drei Aufgaben des "Informationsnutzers", des "Leiters der Untersuchung am Computer" und des "Systemoperators". Diese drei Aufgaben werden auf drei, zumindest aber auf zwei Personen verteilt.

Die kleineren landwirtschaftlichen Unternehmer, ebenso wie viele andere Informationsnutzer, können sich jedoch einen Chauffeur nicht leisten. Für sie werden deshalb Computerprogramme mit dialogunterstützenden, sog. "Benutzerschnittstellen" angeboten. Sie sind umso aufwendiger zu gestalten, je weniger sich der Informationsnutzer nach den Regeln der formalen Logik und Mathematik ausdrücken kann. Die Entwicklung von Benutzerschnittstellen ist mittlerweile erfolgversprechend.

2.2 Von der automatisierten Datenverarbeitung zu Entscheidungs - Unterstützungs - Systemen

Fehlende Benutzerschnittstellen bzw. der Zwang zum Einsatz von "Chauffeur-Systemen" haben dazu geführt, daß zunächst Programme für "wohlstrukturierte" im Unterschied zu "teil- oder schlechtstrukturierten" Problemen entwickelt wurden. Zudem waren diese Pro-

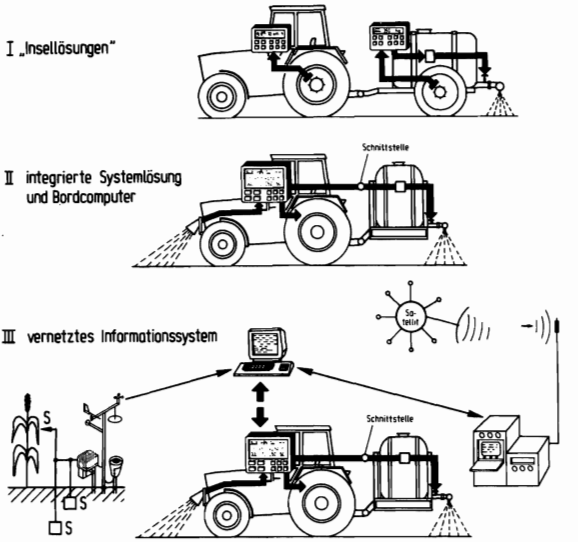
4 Die "Informationslinie": Vor der 2. Revolution der landwirtschaftlichen Produktionstechnik?

Während wir bei der Energielinie - und damit bei der Mechanisierung der Landwirtschaft in der 3. Stufe, der Standardisierung und Vereinfachung, stehen, befinden wir uns bei der Integration des elektronisch-technischen Fortschrittes mitten in der Entwicklungsphase. Aus ökologischen und ökonomischen Gründen dürfte die Informationstechnik das Bild der Landtechnik in Zukunft wesentlich prägen.

4.1 Rechnergestütze Pflanzenproduktion

Das System einer solchen rechnergestützten Pflanzenproduktion ist am Beispiel der Verteilarbeit für Pflanzenschutzmittel (VDI, 1987a) in Schaubild 9 dargestellt.

Schaubild 9: Stufen des Elektronikeinsatzes am Beispiel des Pflanzenschutzes



- In einem ersten Schritt dienen Sensoren und Mikroprozessoren zur Verbesserung der Fahrerinformation und zur Regelung und Steuerung maschineninterner Funktionen, in diesem Beispiel getrennt beim Schlepper und bei der geschwindigkeitsabhängigen Regelung der Pflanzenschutzspritze. Diese sogenannten "Insellösungen" sind inzwischen praxisreif.

- In einem zweiten Schritt wird eine umfassendere und vernetzte Prozeßsteuerung sowohl beim Schlepper als auch beim angebauten Gerät angestrebt. Beim Schlepper wird dabei

die Geschwindigkeit über Radar erfaßt und der Schlepper mit einem zentralen Bordcomputer ausgestattet. Dieser kommuniziert über eine Schnittstelle mit den Geräten. In diesem Beispiel bestimmt der Bordcomputer die Ausbringmenge und regelt die Verteilung in Abhängigkeit von der "echten", d.h. schlupffreien, Vorfahrt.

- Im dritten Schritt schließlich werden Schlepper und Gerät in ein betriebliches Informationssystem einbezogen, z.B. derart, daß Arbeitsdaten des Bordcomputers an einen Betriebscomputer übermittelt werden. Umgekehrt werden Arbeitsanweisungen rechnergestützt durch betriebliche und überbetriebliche Produktions- und Umweltdaten erarbeitet und über den Bordcomputer an die Maschinen übertragen. Im Pflanzenschutz könnte dies beispielsweise bedeuten, daß Pflanzenwachstum und Witterungsverlauf über Sensoren beobachtet werden und zusammen mit überbetrieblichen Informationen Prognosen zum exakten Mitteleinsatz ermöglichen. Zusammen mit noch zu entwickelnden Sensoren könnten Systeme zur Erfassung von möglichen Umweltbelastungen durch die Landwirtschaft entwickelt werden. Für ein solches vernetztes System einer rechnergestützten Produktion und Betriebsführung wird die Standardisierung zu einem zentralen Problem.

4.2 Rechnergestützte Tierproduktion

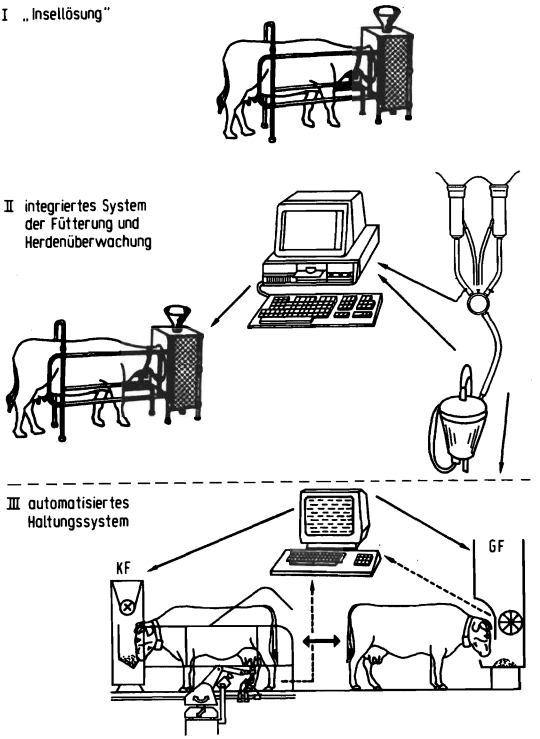
Das Grundprinzip der rechnergestützten Produktion - nämlich die Erfassung von Produktions- und Umweltdaten und anschließende Optimierung des Produktionsablaufes - läßt sich in der Tierproduktion besser als in der Pflanzenproduktion realisieren, da hier stationäre Bedingungen gegeben sind (VDI, 1987). Voraussetzung dafür sind einfache Systeme der elektronischen Tiererkennung, wozu heute neben am Halsband getragenen Transpondern intensiv an Mikrosystemen gearbeitet wird, die den Tieren nach der Geburt implantiert werden. Als Beispiel dafür sind die Stufen des Elektronikeinsatzes in der Milchviehhaltung in Schaubild 10 dargestellt.

"Insellösungen" in Form einer rechnergestützten individuellen Kraftfutter-Fütterung sind bereits seit längerem in Laufställen in Form der Abruffütterung üblich. In Anbindeställen werden dafür in neuerer Zeit rechnergestützte Hängebahnverteiler eingesetzt (STUMPENHAUSEN und ARTMANN, 1988).

Die derzeitigen technischen Lösungen zielen auf ein integriertes System der Fütterung und Herdenüberwachung. Dabei wird versucht, in einem geschlossenen Regelkreis Tier- und Leistungsdaten automatisch zu erfassen und danach die Fütterung zu steuern (ARTMANN und SCHLÜNSEN, 1987) sowie die Tiere zu überwachen (SCHLÜNSEN et al., 1987).

Für die letzte Stufe der rechnergestützten Produktion, nämlich der Automatisierung, ist in der Milchviehhaltung der Einsatz von Robotern für das Melken erforderlich (SCHÖN, 1986). Daran wird zur Zeit an verschiedenen Instituten intensiv gearbeitet. Seit einem Jahr wird versucht, dazu einen Industrieroboter einzusetzen (ARTMANN und SCHILLINGMANN, 1989). Die mechanischen Probleme sind weitgehend gelöst. Große Probleme bereitet allerdings noch das Erkennen der Zitzen und das Nachführen des

Schaubild 10: Stufen des Elektronikeinsatzes in der Milchviehhaltung

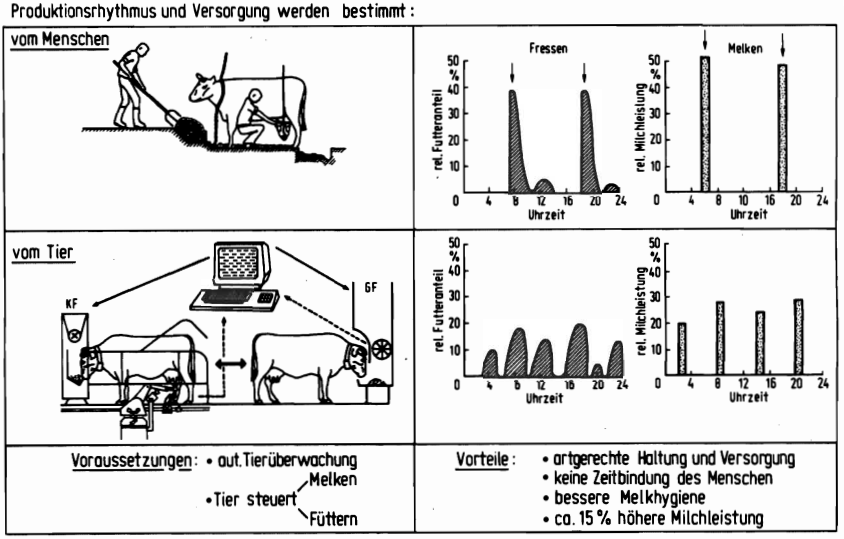


Roboters in "Echtzeit". Die Melkautomaten können in Verbindung mit Kraftfutter-Abrufstationen zur "Selbstbedienung" durch die Kühe eingesetzt werden. Damit wäre ein grundlegend neuer Ansatz für die Entwicklung von Haltungssystemen für die Milchviehhaltung in mittleren Betrieben mit einer Reihe entscheidender Vorteile möglich (siehe Schaubild 11).

1. Die Notwendigkeit, das Einzeltier intensiv zu füttern und zu überwachen hat zu Einzeltierhaltungssystemen, z.B. den Anbindeställen, geführt, welche das Bewegungsverhalten der Kühe beschränken. Rechnergestützte Systeme ermöglichen nun die artgerechte Herdenhaltung bei gleichzeitiger - und das ist neu - intensiver Einzeltierfütterung und Tierüberwachung.

2. Der Produktionsrhythmus in der Milchviehhaltung wird derzeit nicht durch die physiologischen Regelungsmechanismen bei der Ernährung und Milchbildung, sondern durch den Arbeitsrhythmus des Menschen bestimmt. Bei dem vorgeschlagenen automatisierten Haltungssystem bestimmt der Lebensrhythmus des Tieres die Futteraufnahme und

Schaubild 11: Artgerechte Milchviehhaltung durch rechnergestütztes Melken, Füttern und Tierüberwachen (nach GRAVERT, RABOLD und ROSSING, zitiert nach SCHÖN, 1986)



Milchabgabe. Dies führt unter anderem auch zu gesteigerter Leistungsbereitschaft, was mehrfach nachgewiesen werden konnte.

3. Solche Haltungssysteme bringen entscheidende Verbesserungen der Arbeitsbedingungen. Zwar wird der Mensch nach wie vor für die Tierbeobachtung, Kontrolle und Tierbehandlung unverzichtbar sein; diese Arbeiten sind aber nicht mehr an feste sich täglich ohne Rücksicht auf Sonn- und Feiertage wiederholende Zeiten gebunden.

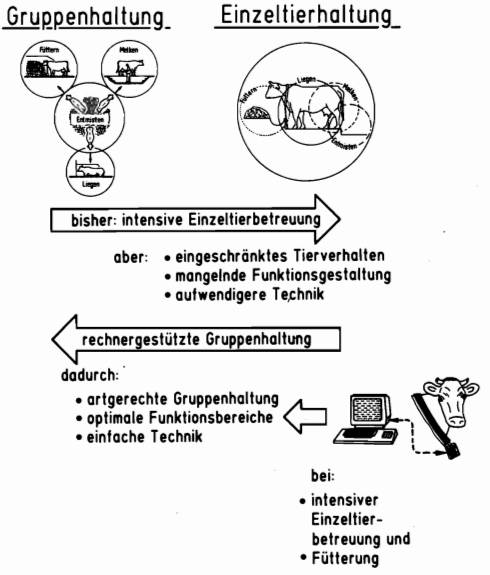
Die technischen Schwierigkeiten und die strukturellen Begrenzungen werden dazu führen, daß vollautomatische Milchviehhaltungssysteme erst zum Ende dieses Jahrhunderts praxisreif sein werden. Trotzdem müssen wir uns in der Forschung bereits heute dieser Aufgabe widmen, um diese Systeme auch mittleren Betrieben zugänglich zu machen und so langfristig die Konkurrenzfähigkeit der bäuerlichen Milchviehhaltung zu sichern.

Rechnergestützte Systeme ähnlicher Form werden derzeit auch für andere Tierarten entwickelt, unter anderem für die Kälberhaltung in Gruppen (PIRKELMANN et al., 1985), die Zuchtsauenhaltung (KIRCHNER, 1989) und die Mastschweinehaltung (EICHHORN und BERBERICH, 1986).

4.3 Auswirkungen rechnergestützter Produktionsverfahren auf die Stallsysteme

Bei fast allen Nutztieren führte in der Vergangenheit der Zwang zur intensiven Einzeltierbetreuung und Fütterung zur Einzeltierhaltung oder zumindest zur Haltung in kleinen Tiergruppen. Dies hatte zur Folge, daß das Tierverhalten einschneidend eingeschränkt und ein hoher technischer Aufwand für die Klimatisierung sowie für die Ver- und Entsorgung betrieben werden mußte (siehe Schaubild 12).

Schaubild 12: Tendenzen bei der Entwicklung von Haltungsverfahren



Durch den Einsatz rechnergestützter Systeme ist es nun möglich, die einzelnen Tiere auch in der Herde intensiv zu überwachen und tierindividuell zu füttern. Dadurch wird auch bei einem hohen Produktionsniveau die artgemäßere Gruppenhaltung möglich. Dies hat aber auch den Vorteil, daß die einzelnen Funktionsbereiche getrennt und sowohl hinsichtlich des Tierverhaltens als auch der Arbeitserledigung optimal gestaltet werden können (z.B. Liegebox, Melkstand). Hinzu kommt in der Regel eine einfachere Technik für die Entsorgung und Klimatisierung. Dies deutet darauf hin, daß gerade durch die Entwicklung rechnergestützter Haltungssysteme neue Ansätze zur Entwicklung einfacher Gebäudelösungen und einer artgerechten Gruppenhaltung möglich sind (PIOTROWSKI und GARTUNG, 1987).

5 Zusammenfassung

Die technischen Entwicklungstendenzen in der Agrarproduktion werden von der Entwicklung der Werkstoffe, der Energienutzung, der Informationstechnik und der Biotechnologie bestimmt. Die Nutzung fossiler Energie führte zur Mechanisierung, die zwar einen hohen Stand erreicht hat, aber noch nicht als abgeschlossen gelten kann (HEEGE, 1988). Weitere strukturelle Veränderungen sind beim Schlepper- und Maschineneinsatz zu erwarten. Zukünftige Entwicklungen zielen auf eine Minderung des Betriebsmitteleinsatzes, auf eine "ökologische" Optimierung der Technik und auf eine Vereinfachung der Maschinen- und Gebäudesysteme.

Die Informationstechnik steht in einem frühen Stadium der Anwendung. Durch integrierte rechnergestützte Systeme des Pflanzenbaues läßt sich der Betriebsmitteleinsatz verringern und der "Know how-Transfer" beschleunigen. In der Tierhaltung ermöglicht die Elektronik bei einer artgerechten Gruppenhaltung eine intensive Einzeltierfütterung und Tierbetreuung. Dies ist die Grundlage einfacher, aber "intelligenter" Systeme. Automatisierte Melkverfahren können in Verbindung mit der Abruffütterung auch in mittleren Milchviehbetrieben zum Einsatz kommen.

Die weitere konsequente Nutzung des mechanisch-technischen Fortschrittes zur Minderung der Kosten und zur ökologischen Optimierung sowie die Entwicklung rechnergestützer Produktionsverfahren dürften die weitere Entwicklung der Landtechnik beschleunigen. Damit sind neue Anstöße in der Strukturveränderung der Landwirtschaft zu erwarten, die sich nicht so sehr an den Betriebsgrößen, sondern vielmehr an der Qualifikation der Betriebsleiter orientieren.

In noch größerem Maße dürfte sich aber der technologische Abstand zu der Landbewirtschaftung in den Entwicklungsländern vollziehen und diese noch stärker als bisher in eine aussichtslose Situation drängen.

Literaturverzeichnis

ARTMANN, R. und SCHILLINGMANN, D.: Automation of milking by using robots and electronics. - Vortrag, 2. Intern. Kolloquium AGROTIQUE 89 Roboter und Automation für landwirtschaftliche Betriebe, Bordeaux, 26.-29.9.1989.

ARTMANN, R. und SCHLÜNSEN, D.: Stand der rechnergestützten Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung. - Übersicht Tierernährung 15 (1987), H. 2, S. 93-212.

AUERNHAMMER, H.: Einbindung der Prozeßsteuerung in das rechnergestützte Management. - In: VDI 1987b.

BATEL, W.: Grundlagen technischer Entwicklungslinien in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. - Mitteilungen der Gesellschaft der Freunde der FAL (1986), H. 1, S. 13-24.

BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (Hrsg.): Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. - Berichte über Landwirtschaft Sh. 201. Parey, Hamburg und Berlin 1989.

DUDDEK, H.: Vom komplizierten Modell zur großen Einfachheit. - Forschung - Mitteilungen der DFG (1984), H. 1, S. 15-16.

EICHHORN, H. und BERBERICH, R.: Möglichkeiten der Prozeßsteuerung in der Schweinehaltung. - Beiträge zur Technik in der Schweinehaltung. Gießen 1986.

HEEGE, H.J.: Zukunftsperspektiven in der Landtechnik. - Berichte über Landwirtschaft 66 (1988), H. 3, S. 416-439.

HEEGE, H.J., LÜSSE, T. und OH, I.H.: Mattentrocknung von Grünfutter. - Landtechnik 43 (1988), H. 4, S. 172-174.

KIRCHNER, M.: Abruffütterung für Zuchtsauen. - KTBL-Schrift 334. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup 1989.

KLINNER, W.E., NEALE, M.A. und ARNOLD, R.E.: A new stripping header for combine harvesters. - The Agric. Eng. (1987) Spring, S. 9-14.

OLFE, G. und SCHÖN, H.: Einsatzzeiten von Schleppern bei unterschiedlichen betrieblichen Verhältnissen. - Grundlagen der Landtechnik 34 (1984), Nr. 6, S. 236-243.

PIOTROWSKI, J. und GARTUNG, J.: Bau- und haltungstechnische Folgerungen des Elektronikeinsatzes in der Tierhaltung. - In: VDI 1987b.

PIRKELMANN, H., STANZEL, H. und WENDLING; F.: Automatisierte Versorgung und Kontrolle von Aufzucht- und Mastkälbern. - Grundlagen der Landtechnik 35 (1985), Nr. 3, S. 89-95.

SCHLÜNSEN, D., ROTH, H., SCHÖN, H., PAUL, W. und SPECKMANN; H.: Möglichkeiten einer rechnergestützten Gesundheits- und Brunstüberwachung in der Milchviehhaltung. - Züchtungskunde 59 (1987), H. 2, S. 81-96.

SCHÖN, H.: Automatisierte Milchviehhaltung - eine Utopie? - Landtechnik 41 (1986), H. 5, S. 220-223.

SCHÖN, H.: Technik im Dienste einer sich wandelnden Landwirtschaft. - Landbauforschung Völkenrode 38 (1988), H. 1, S. 1-11.

SCHOLZ, H.: Ordnungsgemäße Landwirtschaft - Regelungsbedarf für Gesetzgeber und Verwaltung. - Vortragstagung in Bayreuth am 20.9.1989.

SHINNERS, K.H., BARRINGTON, G.P. und KOEGEL, R.G.: Forming mats from macerated to accelerate braying rates. - ASAE-Paper No. 82-1531, 1982.

SOURELL, H., SCHÖN, H., BRAMM, A., WOLF, J. und SHANI, U.: Entwicklung und Einsatz eines wasser- und energiesparenden Beregnungsverfahrens für aride und humide Klimazonen. - Berichte über Landwirtschaft 67 (1989), S. 488-508.

STEINKAMPF, H. und SOMMER, C.: Druck- und Verdichtungsmessungen im Feld unter großvolumigen Reifen. - In: VDI-Gesellschaft Agrartechnik (HRSG.): Reifen landwirtschaftlicher Fahrzeuge. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 7, (Vorträge der Tagung in München, 27./28. April 1989), S. 156-269.

STUMPENHAUSEN, J. und ARTMANN, R.: Rechnergestützte Fütterung für Milchvieh in Lauf- und Anbindeställen - Stand, Bewertung, Entwicklung. - Vortrag BML-Referententagung Landtechnik und Bauwesen, Freising-Weihenstephan, 15.-17.3.1988.

VDI-Fachgruppe Landtechnik (Hrsg.): Mikroelektronik in der Agrartechnik für den Umweltschutz. - VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 4 (Vorträge der Tagung in Braunschweig-Völkenrode, 7./8. Mai 1987).

VDI-Fachgruppe Landtechnik (Hrsg.): Elektronik in der Tierhaltung. - VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik, H. 5 (Vorträge der Tagung in Braunschweig-Völkenrode, 8./9.12.1987).

TECHNISCHE ENTWICKLUNGSTENDENZEN IN DER BETRIEBSFÜHRUNG

von

F. KUHLMANN, Gießen

Entwicklungstendenzen in der Betriebsführung werden seit einigen Jahren fast ausschließlich durch Innovationsschübe bei den informations- und kommunikationstechnischen Hilfsmitteln (Hardware) bestimmt. Die zunächst rein technischen Fortschritte bewirken, daß auch die Konzepte für die Aufbau- und Ablauforganisationen von Führungsprozessen sowie für die Gestaltung von Führungsinstrumenten (Software) immer rascheren Wandlungen unterliegen (NASTANSKY, 1984 und ZAHN, 1989). Begleitet werden diese Veränderungen von Paradigmawechseln in der Betiebswirtschaftslehre: Die Jahrzehnte vorherrschende faktortheoretische Konzeption tritt zugunsten von system- und entscheidungsorientierten Ansätzen zurück (SCHANZ, 1988, S. 71 ff und RAFFEE, 1989, S.29 ff).

1 Nutzenerwartungen für den Einsatz informations- und kommunikationstechnischer Hilfsmittel in der Betriebsführung

1.1 Die Natur betrieblicher Entscheidungssituationen als Grundlage der Nutzenerwartungen

Für die Betriebsführung werden neue Technologien entwickelt und eingesetzt, um den betrieblichen Entscheidern bei ihren Entscheidungen zu helfen. Entscheidungen sind schwierig, d.h. ihre Ergebnisse können mehr oder weniger "gut" sein, weil sie zukunftsbezogen sind, von außerhalb des Betriebes beeinflußt werden und unter Zeitdruck getroffen werden müssen. Entscheidungssituationen sind durch Unsicherheit gekennzeichnet. Entscheidungen müssen bei unvollkommener Information getroffen werden.

Andererseits ergibt sich aus diesem Tatbestand, daß Entscheidungen - immer gemessen an ihren Ergebnissen - umso "besser" sein dürften, je vollkommener die Informationen sind, die in der begrenzt verfügbaren Zeit für eine Entscheidungsfindung beschafft werden können. In der Betriebsführung werden daher informations- und kommunikationstechnische Hilfsmittel grundsätzlich in der Erwartung eingesetzt, daß sie die mit Entscheidungssituationen verbundenen Unsicherheiten reduzieren. Diese generelle Nutzenerwartung gilt es, stärker zu konkretisieren bzw. quantitativ abzuschätzen.

In realistischen Entscheidungssituationen kennt der Entscheider weder vollständig das reale System, das er führen möchte, noch kann er das System zukünftig beeinflussende Umweltzustände sicher vorhersagen. Deshalb werden die Ergebnisse, die das geführte System liefert, stets mehr oder weniger von dem abweichen, was der Entscheider bei seinen Entscheidungen erwartet hat.

Für eine Verbesserung dieser mißlichen Lage, d.h. zur Reduktion der Fehler zwischen erwarteten und eintretenden Ergebnissen, ergeben sich prinzipiell drei Ansatzpunkte:

1. Der Entscheider wird nach Hilfsmitteln für eine weniger unsichere Vorhersage der zu erwartenden Umweltzustände suchen.

2. Der Entscheider wird die eintretenden Ergebnisse des Systems mehr oder weniger häufig messen, sie mit seinen Zielvorgaben vergleichen und bei Abweichungen Korrekturmaßnahmen einleiten. Er wird das System überwachen.

3. Der Entscheider wird die Meßergebnisse verwenden, um durch stetige SOLL-IST-Vergleiche mehr über das System zu lernen. Er wird neues Wissen zur Verbesserung seiner Entscheidungshilfsmittel adaptieren.

1.2 Zum Nutzen von Vorhersagen über Umweltzustände

1.2.1 Schätzung des Nutzens von Vorhersagen

Für die Schätzung des Nutzens einer verbesserten Prognose von Umweltzuständen hat BROCKHOFF (1989, S.426 ff.) einen interessanten Vorschlag gemacht. Er sei an einem Beispiel verdeutlicht. Ein Landwirt verfüge über ein bestimmtes Zuckerrübenkontingent und plane die zugehörige Anbaufläche. Er möge im einfachsten Fall nur zwischen ertragreichen Jahren mit "guter Wasserversorgung" und ertragsarmen Jahren mit "schlechter Wasserversorgung" unterscheiden und über zwei verschiedene Schlageinteilungen bzw. Anbauflächenumfänge nachdenken. Unter Berücksichtigung entgehender Deckungsbeiträge für alternative Früchte ergäbe sich für ihn die Entscheidungsmatrix der Übersicht 1.

Übersicht 1: Entscheidungsmatrix - Beispiele -

Systemumwelt / Handlungsalternative	"gute Wasserversorgung" U_1	"schlechte Wasserversorgung" U_2
"größere Anbaufläche" a_1	27 000 DM DB[1)]	24 000 DM DB
"geringere Anbaufl." a_2	30 000 DM DB	20 000 DM DB
1) DB = Deckungsbeitrag		

Wenn nun der Landwirt nicht über ein Entscheidungshilfsmittel verfügt, das ihm vor der Aussaat die eintretende Wasserversorgung mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit vorhersagt, kann er nur die a priori Wahrscheinlichkeiten $w(u_1)$ und $w(u_2)$ für den Eintritt der einen oder anderen Versorgung schätzen und dann die Handlungsalternative mit dem höchsten Erwartungswert auswählen. Das ist der Erwartungswert

$$(1) \quad E_{RNI} = \max(K)\left[\sum_{l=1}^{L} w(u_l)*DB_{k,l}\right], \text{ wobei } \sum_{l=1}^{L} w(u_l) = 1$$

Der Index k zählt die Handlungsalternativen $a_1..a_k..a_K$, der Index l die Umweltzustände $u_1..u_l..u_L$. DB_k,l die Deckungsbeiträge, geben die Ergebnisse für die verschiedenen Handlungsalternativen bei Eintritt der verschiedenen Umweltkonstellationen an. max(k) sagt, daß die Handlungsalternative ak zu wählen ist, die langfristig den höchsten Erwartungswert für den Deckungsbeitrag erwarten läßt. Im Beispiel gilt - falls $w(u_1)$=0,4 und $w(u_2)$=0,6 ist -, daß die größere Anbaufläche (a_1) mit dem Erwartungswert 25 400 DM zu wählen ist.

Verfügt der Landwirt hingegen über ein Entscheidungshilfsmittel, mit dem er die Wasserversorgung sicher vorhersagen kann, zeigt die Entscheidungsmatrix sofort, daß er in Jahren mit guter Versorgung die geringere Anbaufläche und in Jahren mit schlechter Versorgung die größere Anbaufläche wählen sollte. Wenn - wie gesagt - $w(u_1)$ = 0,4 und $w(u_2)$ = 0,6 sind, wird er langfristig einen mittleren jährlichen Deckungsbeitrag, d.h. einen Erwartungswert E_{RVI} von 26 400 DM erzielen. Für E_{RVI} gilt deshalb:

$$(2) \quad E_{RVI} = \sum_{l=1}^{L} w(u_l) * \max(k) \; R_{k,l}$$

Zwischen einer fehlenden Vorhersagemöglichkeit und einer sicheren Vorhersage liegt nun im Beispiel eine Deckungsbeitragsdifferenz von 26 400 - 25 200 = 1 200 DM. Dieser Betrag liefert den notwendigen Anhaltspunkt für den Nutzen des sicheren Prognoseverfahrens.

Nun wird ein Entscheidungshilfsmittel, das völlig exakte Vorhersagen liefert, kaum jemals zur Verfügung stehen. Denkbar sind jedoch Hilfsmittel, deren Vorhersagen mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintreffen. Solche Verfahren können zu Erwartungswerten des Deckungsbeitrag führen, die zwischen den beiden vorgenannten Extremwerten liegen. Diese Erwartungswerte E_{RUI} lassen sich generell wie folgt berechnen:

$$(3) \quad E_{RUI} = \sum_{k=1}^{H} \left\{ \left[\sum_{l=1}^{L} w(p_h/u_l)*w(u_l)\right] * (\max)k \left[\sum_{l=1}^{L} w(u_l/p_h)*DB_{k,l}\right]\right\}$$

Darin sind $w(p_h/u_l)$ die bedingten Wahrscheinlichkeiten dafür, wie häufig das Verfahren eine bestimmte Umweltkonstellation u_l vorhergesagt hat, wenn diese Umweltkonstellation u_l vorlag. $w(u_l/p_h)$ sind dann die bedingten Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten einer Umweltkonstellation u_l, wenn das Prognoseverfahren vorher eine Prognose p_h abgegeben hat. Diese a posteriori-Wahrscheinlichkeiten werden mit dem Theorem von BAYES berechnet.

Sind, bezogen auf das vorstehende Beispiel, die bedingten Wahrscheinlichkeiten $w(p_1/u_1)$=0,8; $w(p_1/u_2)$=0,2; $w(p_2/u_1)$=0,2; $w(p_2/u_2)$=0,8, dann sind die Wahrscheinlichkeiten $w(u_l/p_h)$ nach dem Theorem von BAYES $w(u_1/p_1)$= 0,72727;

$w(u_2/p_1)$= 0,27273; $w(u_1/p_2)$= 0,14286; $w(u_2/p_2)$= 0,85714. Gemäß Gleichung (3) errechnet sich daraus ein Erwartungswert E_{RUI} für das langfristig erzielbare Deckungsbeitragsniveau von 25 680 DM. Dieser Wert liegt zwar unter dem Wert für das vollkommene Prognoseverfahren, jedoch um 25 680 DM - 25 200 DM = 480 DM über dem Erwartungswert für den Fall, daß keine Prognosen möglich sind.

Der Nutzen, bzw. der zusätzliche Gewinn (N_{UI}), den das Entscheidungshilfsmittel bringen kann, errechnet sich unter Beachtung der Tatsache, daß das Hilfsmittel noch direkte Einzelkosten K_D verursachen wird, gemäß Gleichung (4):

$$(4) \qquad N_{UI} = E_{RUI} - E_{RNI} - K_D$$

1.2.2 Zu erwartende Entwicklungen für den betrieblichen Einsatz von Vorhersageverfahren

Aus den Gleichungen (3) und (4) ist erkennbar, daß der Nutzen eines Prognoseverfahrens bei gegebenen direkten Einsatzkosten mit steigender Prognosegenauigkeit und insbesondere mit steigenden Einzelbeträgen für die Ergebnisse von Handlungsalternativen zunimmt. Weiter wachsende Betriebsgrößen in der Landwirtschaft werden also c.p. zu wachsender Nachfrage nach Prognoseverfahren für den einzelbetrieblichen Einsatz führen.

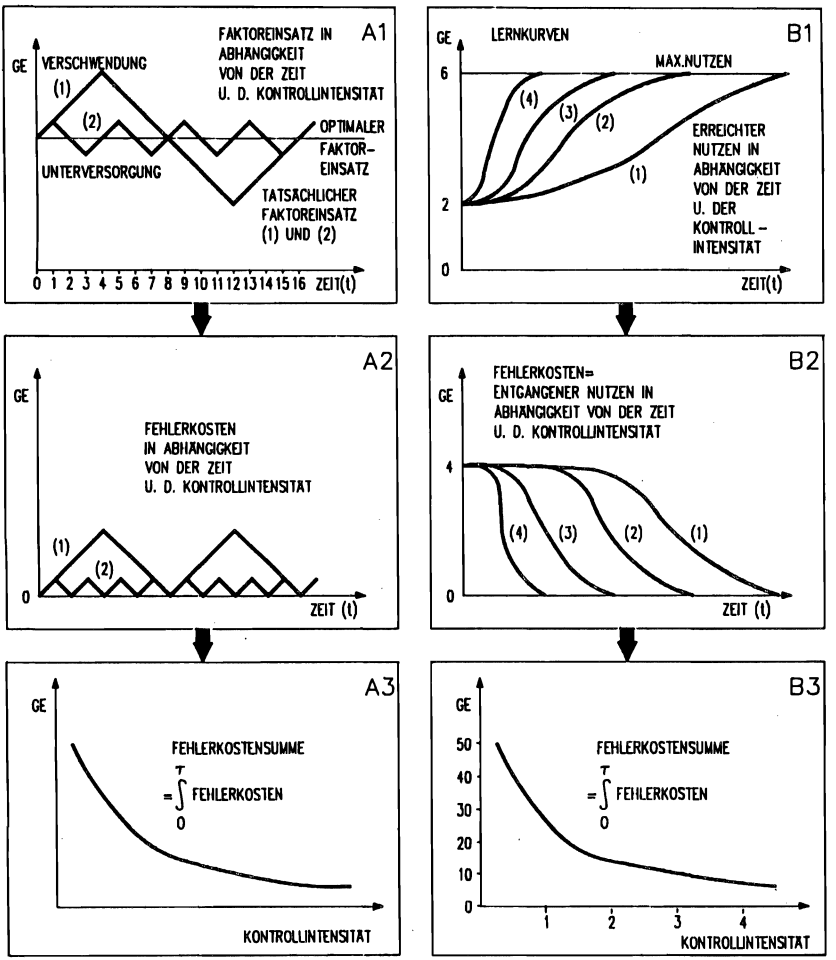
1.3 Zum Nutzen betrieblicher Kontrollen

1.3.1 Schätzung des Nutzens von Kontrollen

Die Vorgehensweise zur Schätzung des Nutzens häufigerer und umfangreicherer Kontrollen eines zu führenden Systems läßt sich ableiten, wenn man sich verdeutlicht, daß Abweichungen von einem möglichen Optimum entweder Faktorverschwendung oder Produktentgang bedeuten, also letztlich direkte Kosten und Opportunitätskosten verursachen (vgl. dazu auch BÄTGE, 1984, S.169 ff.). Je nach Kontrollintensität entstehen mithin unterschiedlich hohe sog. "Fehlerkosten". Der Zusammenhang sei anhand des linken Teils des Schaubildes 1 erläutert.

In Block A1 wird davon ausgegangen, daß im Zeitablauf für eine Produktion ein bestimmter optimaler Faktoreinsatz existiere, z.B. der Futterverbrauch für einen Mastschweinebestand. Aufgrund mangelhafter Kenntnisse über Produktions- und Verbrauchsfunktionen des Systems "Mastschweine" und der Wirkungen der Systemumwelt wird der tatsächliche Faktoreinsatz ständig die Neigung haben, vom optimalen Einsatz abzuweichen. Je häufiger nun das System kontrolliert wird, desto häufiger kann der Faktoreinsatz korrigiert werden, desto geringer werden die aus der Faktorverschwendung und dem Nutzenentgang resultierenden Fehlerkosten sein.

Schaubild 1: Fehlerkosten und Kontrollintensität

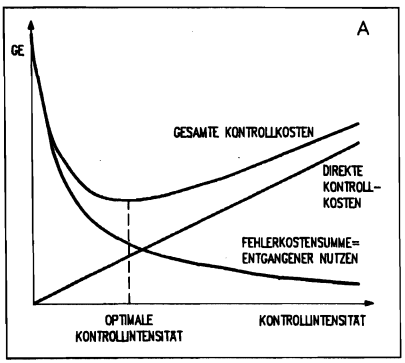


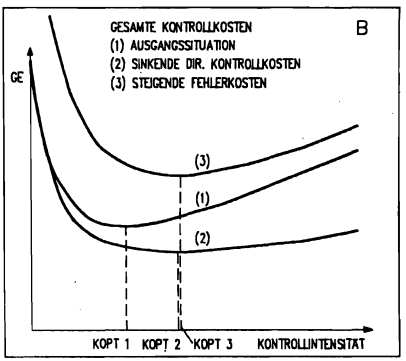
Für den Fall, daß sich die Abweichungen sehr regelmäßig entwickeln, möge sich bei häufigeren Kontrollen für den tatsächlichen Faktoreinsatz bspw. die Kurve (2) ergeben (Messungen und Anpassungen des Faktoreinsatzes zu den Zeitpunkten 1, 3, 5... usw.), während für weniger häufige Kontrollen die Kurve (1) gelten möge (Messungen und Anpassungen des Faktoreinsatzes zu den Zeitpunkten 4, 12, 20...usw.). Daraus entständen im Zeitablauf die im Block A2 skizzierten Fehlerkosten für die beiden Kontrollintensitäten. Integriert man nun diese Fehlerkosten über einen bestimmten Zeitraum, dann kann man die Fehlerkostensumme in Abhängigkeit von der Kontrollintensität abtragen, wie es in Block A3 von Schaubild 1 geschehen ist.

Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt man für Fall, daß der Entscheider durch Kontrollen lernt und damit die Qualität seiner Entscheidungsmodelle verbessert. Wie in Block B1 des rechten Teils von Schaubild 1 skizziert, bewegt sich der Entscheider auf Lernkurven, die den jeweils erreichten Nutzen angeben und sich einem maximal möglichen Nutzen für den Fall der vollkommenen Kenntnis des Systems annähern. Nimmt man nun an, wie das in Block B1 mit den Kurven (1) bis (4) geschehen ist, daß die Lernkurven umso steiler ansteigen, je höher die Kontrollintensität ist, dann lassen sich in Block B2 die Fehlerkosten als entgangener Nutzen des nicht erreichten maximalen Nutzens in Abhängigkeit von der Zeit darstellen. Integriert man diese Fehlerkosten über einen bestimmten Zeitraum, dann kann die Fehlerkostenkurve in Abhängigkeit von der Kontrollintensität abgetragen werden. Diese Kurve ist in Block B3 dargestellt und entspricht prinzipiell der Fehlerkostenkurve des Blocks A3.

Zur Schätzung des Nutzens unterschiedlicher Kontrollintensitäten ist jedoch zu berücksichtigen, daß diese zusätzlich direkte Kontrollkosten verursachen. Wenn sich diese Kosten proportional zur Kontrollintensität verhalten, ergibt sich für die gesamten Kontrollkosten ein u-förmiger Verlauf. Das ist in Schaubild 2A dargestellt. Die optimale Kontrollintensität läßt sich unmittelbar ablesen. Ebenso lassen sich daraus die Grenzgewinne ableiten, die entstehen, wenn eine vorher nicht optimale Kontrollintensität in Richtung auf das Optimum verändert wird.

Schaubild 2: Zur Bestimmung der optimalen Kontrollintensität





Aus Schaubild 2A wird im übrigen deutlich, daß die optimale Kontrollintensität von der Höhe der Fehlerkosten und von den direkten Kontrollkosten beeinflußt wird. Das ist in Schaubild 2B skizziert. Sinken z.B. die Stückkosten je Kontrollvorgang, verläuft also die Kurve der direkten Kontrollkosten weniger steil, dann ergibt sich bspw. bei einer Halbierung der direkten Kontrollkosten die Kurve (2) im Vergleich zur Ausgangssituation mit der Kurve (1). Die optimale Kontrollintensität steigt von K_{opt1} auf K_{opt2}. Steigt andererseits die Fehlerkostensumme z.B. auf das Doppelte, dann gilt Kurve (3) für die gesamten Kontrollkosten. Die optimale Kontrollintensität steigt von K_{opt1} auf K_{opt3}.

1.3.2 Zu erwartende Entwicklungen bei der Intensität betrieblicher Kontrollvorgänge

Im Einzelfall mag zwar die empirische Feststellung der Kosten von Kontrollvorgängen durchaus schwierig sein, generell läßt sich jedoch heute mit einiger Sicherheit vorhersagen, daß die eben skizzierten Änderungen der Kontrollkostenbestandteile zukünftig eintreten werden. Einerseits werden weitere technische Fortschritte bei den informations- und kommunikationstechnischen Hilfsmitteln und insbesondere bei der Sensortechnik bewirken, daß die direkten Kosten für Kontrollvorgänge abnehmen. Andererseits werden weitere Zunahmen des Vorleistungsanteils, bzw. weitere Abnahmen des Wertschöpfungsanteils, wie es seit langem für landwirtschaftliche Betriebe zu beobachten ist, dazu führen, daß Fehler beim Faktoreinsatz immer höhere Nutzenentgänge bewirken. Landwirtschaftliche Betriebe dürften deshalb c.p. steigende Kontrollintensitäten anstreben.

2 Entwicklungstendenzen der Nutzung informations- und kommunikationstechnischer Hilfsmittel für die Betriebsführung

2.1 Vom Hardware-Engpass zum Software-Engpass

Eingangs wurde gesagt, daß Entwicklungstendenzen in der Betriebsführung während der letzten Jahre vornehmlich durch Innovationsschübe bei der Hardware induziert wurden. Insbesondere waren es zwei Innovationen, nämlich:

1. Der Übergang vom Einplatz- zum Mehrplatzsystem beim Großrechner d.h. die Einführung der verteilten Datenverarbeitung;

2. die Entwicklung und kostengünstige Bereitstellung von Mikrocomputern als Einplatzsysteme.

Zu 1.: Die Entwicklung des Time-Sharing-Computers bewirkte, daß nicht nur der Operator, sondern sehr viele Nutzer den Rechner über Terminals im interaktiven Modus nutzen können. Aus der Sicht der Nutzer vollzog sich der Übergang von der Stapelverarbeitung zur Dialogverarbeitung am Arbeitsplatz. Die verteilte Datenverarbeitung fand Eingang in größeren Unternehmen und Organisationen.

Das Ziel der verteilten Datenverarbeitung ist jedoch weiter gesteckt. Prinzipiell soll jedermann über ein Endgerät jederzeit im interaktiven Modus Zugang zu verschiedenen

Großrechnern erhalten. Der Mangel an leistungsfähigen Übertragungskanälen und das Fehlen kostengünstiger Endgeräte führte bisher allerdings dazu, daß so ungewöhnliche Kreuzungen aus Telefon und Fernseher wie das Btx entwickelt wurden. SCHIEFER et al. (1989a) berichten über den gegenwärtigen Stand und über positive Zukunftsaussichten für Btx.

Zu 2.: Der Mikrocomputer als Arbeitsplatzrechner war von Beginn an als Einplatzsystem für den interaktiven Betrieb konzipiert, d.h. der Nutzer mußte die Funktion des Operators mit übernehmen. Nachdem die Anschaffungskosten inzwischen sehr stark gesunken sind, erweist sich die Software als der entscheidende Engpass für die weitere Verbreitung. Der Rechner kann zwar prinzipiell im interaktiven Modus genutzt werden. Programme, die einen echten Dialogbetrieb erlauben, sind jedoch bisher nur teilweise realisiert.

ALTER (1983b, S. 158 f.) zitiert BALES für die Definition eines echten Dialogbetriebes. Er besteht aus den folgenden sechs Möglichkeiten: "gibt Antworten", "gibt Meinungen oder macht Vorschläge", "gibt Hinweise", "fragt nach Hinweisen", "fragt nach Meinungen oder Vorschlägen", "fragt nach Antworten". Die meisten der heutigen Programme sind auf die beiden Formen "gibt Antworten" und "fragt nach Antworten" beschränkt, wobei häufig noch technische Einzelheiten bei der Ein- und Ausgabe vom Nutzer beachtet werden müssen.

Man darf nicht unterstellen, daß alle betrieblichen Entscheidungsträger willens oder fähig sind, diese Begrenzungen zu akzeptieren, und man kann wohl auch nicht davon ausgehen, daß jedes Entscheidungsproblem so eindeutig und vollständig strukturiert ist, daß der Entscheider nur diese rudimentären Dialoge zu führen braucht. In größeren Unternehmen werden deshalb i.d.R. sogenannte "Chauffeur-Systeme" praktiziert (ALTER, 1983a, S.178 f.). ALTER unterscheidet in Anlehnung an HOLLOWAY bei der interaktiven Rechnernutzung die drei Aufgaben des "Informationsnutzers", des "Leiters der Untersuchung am Computer" und des "Systemoperators". Diese drei Aufgaben werden auf drei, zumindest aber auf zwei Personen verteilt.

Die kleineren landwirtschaftlichen Unternehmer, ebenso wie viele andere Informationsnutzer, können sich jedoch einen Chauffeur nicht leisten. Für sie werden deshalb Computerprogramme mit dialogunterstützenden, sog. "Benutzerschnittstellen" angeboten. Sie sind umso aufwendiger zu gestalten, je weniger sich der Informationsnutzer nach den Regeln der formalen Logik und Mathematik ausdrücken kann. Die Entwicklung von Benutzerschnittstellen ist mittlerweile erfolgversprechend.

2.2 Von der automatisierten Datenverarbeitung zu Entscheidungs - Unterstützungs - Systemen

Fehlende Benutzerschnittstellen bzw. der Zwang zum Einsatz von "Chauffeur-Systemen" haben dazu geführt, daß zunächst Programme für "wohlstrukturierte" im Unterschied zu "teil- oder schlechtstrukturierten" Problemen entwickelt wurden. Zudem waren diese Pro–

gramme entweder nur "datenorientiert" oder "modellorientiert" (vgl. dazu ALTER, 1983a, S.33 ff.). Übersicht 2 zeigt an Beispielen, was unter diesen Begriffen zu verstehen ist.

Übersicht 2: Zur Taxonomie von Aufgaben der Informationsverarbeitung - Beispiele -

	Datenorientierte Aufgaben	Modellorientierte Aufgaben
wohlstrukturierte Aufgaben	Finanzbuchhaltung mit Jahresabschluß (erledigt durch Buchstellen und Servicerechenzentren)	Lineare Programmierung (erledigt durch Berater oder wissenschaftliche Institute)
schlechtstrukturierte Aufgaben	Exploration einer historischen Datenbasis, um Hinweise über Trends und Zusammenhänge als Voraussetzung zur Abschätzung von Handlungsalternativen zu erhalten.	Ermittlung von Handlungsalternativen und ihrer zu erwartenden Konsequenzen mit wiederholt einzusetzenden Simulations- und Erwägungsmodellen

In der oberen Zeile sind typische Beispiele aus dem Bereich der automatisierten Datenverarbeitung aufgeführt. Für den betrieblichen Entscheidungsträger wurden diese Anwendungen zu keiner Zeit als besonders hilfreich für die Betriebsführung angesehen. Die Finanzbuchhaltung war von außen oktroyiert. Die LP-Rechnungen konnten nicht kurzfristig und mit verschiedenen Annahmen wiederholt werden, was jedoch zur Gewinnung von mehr Einsichten in die Entscheidungsräume wichtig ist. Im Unterschied dazu zeigt die untere Zeile Beispiele für Anwendungen, die der Vorgehensweise von Entscheidungsträgern eher entgegenkommen.

Mit der Einführung von Arbeitsplatzrechnern in landwirtschaftlichen Betrieben vollzog sich indessen nochmals die gleiche Entwicklung. Zuerst wurden datenorientierte Programme angeboten, die zudem nur zur Aufarbeitung historischer Daten geeignet waren: z.B. Finanzbuchhaltung sowie Schlag- und Viehkarteien. Sie unterstützen zwar das Erinnerungsvermögen der Entscheidungsträger, nicht aber die eigentliche Entscheidungsfindung. Wie das erste Modellvorhaben der DLG zum Computereinsatz u.a. gezeigt hat, wurden die Mikrocomputer und auch die verschiedenen Formen der verteilten Datenverarbeitung von den Leitern größerer landwirtschaftlicher Betriebe deshalb vornehmlich als Hilfsmittel für ihre Buchhalter angesehen.

Allgemeines Ziel für den Einsatz des Arbeitsplatzrechners ist inzwischen jedoch nicht nur seine Nutzung für Aufgaben der automatisierten Datenverarbeitung, sondern als Träger von sog. "Entscheidungs-Unterstützungs-Systemen". Bei der Verfolgung dieses Zieles werden insbesondere drei Tatbestände beachtet:

1. Entscheidungsprobleme sind häufig schlecht strukturiert, d.h. im mathematischen Sinne unterbestimmt.

Deshalb läßt sich auf sie nicht das klassische Konzept der Datenverarbeitung, nämlich:

Dateneingabe - (in vorgegebenen Formaten)	Datenverarbeitung - (mit geschlossenen Modellen)	Informationsausgabe (in vorgegebenen Formaten)

anwenden. Der Entscheidungsträger möchte vielmehr sein Lernbedürfnis befriedigen. Er zieht wiederholte Programmläufe mit veränderten Datengrundlagen, flexiblen Auswertungen und unterschiedlichen Ergebnisformaten und -darstellungsweisen einer starren Abarbeitung von geschlossenen Programmen vor.

2. Prozesse der Entscheidungsfindung bestehen , wie HERBERT SIMON (1960) gezeigt hat, aus den drei Phasen "Zusammenstellen und Analyse der Daten" (Intelligence), "Erarbeitung und Bewertung von Handlungsalternativen" (Design) und "Auswahl der besten Handlungsalternative" (Choice), die ein zusammenhängendes Ganzes bilden.

Entscheidungs-Unterstützungs-Systeme (EUS) sollen deshalb Hilfen für alle drei Phasen anbieten und ein einfaches Hin- und Herspringen zwischen ihnen ermöglichen, weil Entscheidungsprozesse nicht linear sondern iterativ ablaufen. M.a.W.: EUS sollen dem Entscheider dabei helfen, Daten und Modelle für die Lösung von unterstrukturierten Problemen zu nutzen (SPRAGUE und CARLSON, 1982, S.4).

SPRAGUE und CARLSON, (1982, S. 28 ff.), bzw. SPRAGUE und WATSON (1983, S. 22) gelangen deshalb zu dem inzwischen generell akzeptierten Ergebnis, daß ein EUS aus sechs Komponenten bestehen sollte, nämlich der Datenbank mit dem Datenbankmanagementsystem, der Modell- und Methodenbank mit dem Modell- und Methodenbankmanagementsystem, der Benutzerschnittstelle und dem Entscheidungsträger als Nutzer. Die Benutzerschnittstelle mit dem Datenbankmanagementsystem soll so beschaffen sein, daß der Entscheidungsträger die Datenbank jederzeit ohne größere Programmierkenntnisse verändern kann. Das ist mit den relationalen Datenbanken heute möglich. Andererseits muß die Benutzerschnittstelle mit dem Modell- und Methodenbanksystem so beschaffen sein, daß der Nutzer jederzeit unterschiedliche Auswertungs-, Prognose- und Erwägungsrechnungen erledigen kann. Das Ideal ist sicherlich ein System, dessen Benutzung vom Entscheidungsträger nur die Kenntnis eines Codeworts für den Programmaufruf verlangt und ihn dann im Dialogbetrieb, unterstützt durch Hilfetexte, durch das Programmsystem bzw. die Einzelprogramme führt. Von diesem Ideal sind wir noch weit entfernt, denn:

3. Niemand ist in der Lage, umfassende Systeme zu entwickeln, die für alle denkbaren Entscheidungsanlässe quasi auf "Knopfdruck" Lösungsvorschläge liefern.

Damit ein EUS für die Lösung bestimmter Entscheidungsprobleme angepaßt werden kann, muß es flexibel gestaltet sein, d.h. Module enthalten, die aufgabenspezifisch zusammengestellt werden können. Die Forderung nach Flexibilität einerseits und nach einfacher Bedienbarkeit andererseits schließen sich jedoch bis zu einem gewissen Grade gegenseitig aus. Je flexibler das System ist, desto mehr Anforderungen werden an den Nutzer gestellt. Im Hinblick darauf kann generell zwischen drei Gruppen von Modulen

für EUS unterschieden werden, nämlich den EUS-Werkzeugen, den EUS-Generatoren und den aufgabenspezifischen EUS (SPRAGUE und CARLSON, 1982, S.10 ff.).

Ein typisches EUS-Werkzeug ist z.B. die mit einem sehr leistungsfähigen Interface ausgestattete Programmiersprache Quick-BASIC. Sie genügt bei entsprechenden Methodenkenntnissen für den Aufbau eines vollständigen EUS. Weniger Anforderungen stellen bereits die EUS-Generatoren. Hierzu zählen etwa Datenbanksysteme, Tabellenkalkulationsprogramme und Graphik-Pakete. Für den landwirtschaftlichen Entscheidungsträger haben vorerst die aufgabenspezifischen EUS große Bedeutung, weil sie ohne größere Vorkenntnisse eingesetzt werden können. Hierzu gehören etwa Betriebsvoranschläge oder Schlagkarteien. Nachteile, die mit der mangelhaften Flexibilität verbunden sind, werden längerfristig wohl aber dazu führen, daß auch der landwirtschaftliche Entscheidungsträger stärker zur Nutzung von EUS-Generatoren übergehen wird. Prinzipiell muß man davon ausgehen, daß jeder Entscheidungsträger je nach Vorbildung, Neigung und Befähigung letztlich mit einem betriebsindividuellen EUS arbeiten möchte. Die Akzeptanz wird deshalb stark davon abhängen, ob der Nutzer ein solches "maßgeschneidertes" EUS aufbauen kann.

2.3 Von der Datenverarbeitung zur Wissensverarbeitung

Ein weiterer wichtiger Trend muß im Übergang von der Datenverarbeitung zur eigentlichen Wissensverarbeitung gesehen werden. Dieser Trend hat drei wesentliche Dimensionen. Sie sind in Übersicht 3 zusammengestellt.

Übersicht 3: Gliederung von computergestützten Modellen aus fachlicher, methodischer und Nutzerschicht

Aus fachlicher Sicht	Modelle mit Definitionsrelationen	Modelle mit Verhaltensrelationen ="(sach-)wissensbasierte Modelle"	
Aus methodischer Sicht	strukturbestimmend Klassische Algebra math. Statistik	strukturbestimmend Klassische Algebra Differentialgleichungen math. Statistik	strukturbestimmend Klassische Algebra Boole'sche Algebra math. Statistik
Aus Nutzersicht (Beispiele) geschlossene Modelle	1.1 Finanzbuchhaltung	1.2 Systemsimulationsmodelle	1.3 geschlossene Expertensysteme
halboffene Modelle	2.1 Statistikpakete	2.2 Plan-Kosten-Leistungsrechnungen	2.3 halboffene Expertensysteme
offene Modelle	3.1 Kennzahlen Analyse	3.2 Tabellen-Kalkulationsprogramme	3.3 offene Expertensysteme

Bei den geschlossenen Modellen der Gruppe 1.1, die lediglich Definitionsrelationen enthalten, handelt es sich um die Verfahren der automatischen Datenverarbeitung, z.B. die Finanz- und Lagerbuchhaltung. Zu den halboffenen Modellen der Gruppe 2.1 können etwa Statistikpakete gerechnet werden, bei denen der Nutzer auf eine geschlossene Sammlung von Methoden zur Auswertung der Datenbasis zurückgreifen kann. Oftmals

sind diese Pakete mit einer Sammlung von Modulen zur graphischen Ergebnisdarstellung verbunden. Die offenen Modelle der Gruppe 3.1 ermöglichen eine völlig freie Eingabe von Definitionsrelationen, ohne daß das Programm jeweils neu kompiliert werden müßte. Die zweite Gruppe der Modelle mit Verhaltensrelationen, die als sachwissensbasierte Systeme zusammengefaßt wurden, lassen sich aus methodischer Sicht danach gliedern, ob die Verhaltensrelationen mit klassischer Algebra und/oder mit Differentialgleichungen - je nachdem, ob sie statisch oder dynamisch sind - abgebildet werden, oder aber sog. "Produktionsregeln" auf der Basis der Boole'schen Algebra strukturbestimmend sind.

Zur Gruppe 1.2 können Systemsimulationsmodelle, die dynamische und statische Produktionsfunktionen enthalten, gerechnet werden. Ebenso zählen hierzu Entscheidungshilfsmittel in der pflanzlichen Produktion, wie z.B. Modelle zur Sortenwahl und zur Bestimmung von Düngungsplänen. Diese Programme können wohlstrukturierte Entscheidungen automatisieren. Sie sparen Arbeit für den betrieblichen Entscheidungsträger.

Halboffene Modelle der Gruppe 2.2 können z.B. Verfahren der Plankostenleistungsrechnung sein, bei denen bestimmte Kostenarten modellintern von den Leistungen abhängig gemacht werden. Bei der Modellanwendung kann der Nutzer diese statischen Produktionsfunktionen am Bildschirm aus einer im Programm vorhandenen Sammlung von Funktionstypen auswählen.

Ein typischer Vertreter der offenen Modelle der Gruppe 3.2 sind Tabellenkalkulationsprogramme, in die Verhaltensgleichungen praktisch völlig frei eingegeben werden können, ohne sich um ihre modellinterne Verarbeitung kümmern zu müssen.

Die Modelle der letzten Gruppen 1.3 bis 3.3 enthalten Verhaltensrelationen, die vornehmlich mittels Boole'scher Algebra abgebildet werden. Sie werden als Expertensysteme bezeichnet, weil sie eine sog. "Wissensbasis" als Sach- bzw. Expertenwissen vornehmlich in Form von "Wenn-Dann-Relationen" (Produktionsregeln) enthalten (HARMON und KING, 1985 und WATERMAN, 1986). Soweit es sich um geschlossene Modelle handelt, stellen sie keine hohen Anforderungen an den Nutzer bezüglich der Handhabbarkeit, aber sehr hohe Anforderungen an seine "Glaubensbereitschaft". Der Nutzer sieht nicht, wie die Ergebnisse zustandekommen. Um diesen Nachteil abzubauen, werden die Modelle um sog. "Erklärungskomponenten" erweitert.

Eine große Bedeutung in dieser Gruppe haben die offenen Systeme erlangt, d.h. Systeme, die keine geschlossene Wissensbasis in Form einer endlichen Sammlung von Produktionsregeln enthalten, sondern zusätzlich über eine sog. "Wissenserwerbskomponente" verfügen, über die der Nutzer Produktionsregeln eingeben und damit die Wissensbasis nach und nach erweitern kann. Da der Nutzer jedoch oft nicht in der Lage ist, die Produktionsregeln streng prozedural, d.h. nach den Gesetzen der Mathematik für Gleichungssysteme einzugeben oder eine solche Eingabe den Nutzer stark beanspruchen würde, enthalten die Modelle sog. "Schlußfolgerungsmaschinen (Inferenzmechanismen)", die die Produktionsregeln modellintern ordnen und auf Vollständigkeit überprüfen. Falls der Regelsatz unvollständig ist, wird der Nutzer zu weiteren Eingaben aufgefordert.

Die Gruppe der offenen Expertensysteme steht gegenwärtig im Mittelpunkt von Forschungsbemühungen, wie z.B. der 2.Internationale DLG-Computerkongress oder auch die

Vorträge der ITMA-Fachtagung "Expertensysteme 1988" zeigen (DLG, 1988 und SCHIEFER et al. 1989b). Darüber hinaus geben DOLOSCHITZ und HUBER (1989, S. 15 ff.) einen Überblick über derzeitig für die Landwirtschaft verfügbare Expertensysteme.

Insgesamt läßt sich sagen, daß sämtlichen Formen der wissensbasierten Modelle eine große Zukunft vorhergesagt werden kann. Für die praktische Nutzung durch den landwirtschaftlichen Entscheidungsträger wird man aber wohl vorerst davon ausgehen müssen, daß neben den halboffenen und offenen Modellen mit Definitionsgleichungen aus der Gruppe der wissensbasierten Systeme vor allem geschlossene Modelle mit umfangreichen Erklärungskomponenten eingesetzt werden.

2.4 Von Systemelementen zu integrierten Systemen

Ein weiterer wichtiger Trend ist durch den Versuch gekennzeichnet, einzelne Programme mit jeweils spezifischen Modell- und Datenbasen über eine generelle Benutzerschnittstelle zu integrierten Systemen für die Entscheidungsunterstützung auf mehreren Gebieten und bei allen Phasen des Entscheidungsprozesses zusammenzufassen. Dabei bemüht man sich sowohl um eine horizontale als auch um eine vertikale Integration.

Bei der horizontalen Integration geht es um die Zusammenfassung von mehreren Programmen für jeweils eine Phase des Entscheidungsprozesses. Das Hauptproblem ist hier, daß jedes Programm eine eigene Datenbank enthält. Bei der Integration ergeben sich Schnittmengen, d.h. die gemeinsame Datenbank ist nicht mehr redundanzfrei. Für den Nutzer bedeutet dies, daß er bestimmte Daten mehrmals eingeben muß. Die datenbanktheoretischen Grundlagen zur Konstruktion redundanzfreier Datenbanken sind inzwischen bekannt, die praktische Umsetzung steht jedoch noch am Anfang (MARTIN, 1981 und SECK, 1988). Gegenwärtig werden vom BML drei Forschungsvorhaben beim Land Bayern, beim KTBL und bei der DLG gefördert, die hier für landwirtschaftliche Betriebe Fortschritte bringen sollen.

Bei der vertikalen Integration geht es um eine Zusammenfassung von Programmen, die für bestimmte Bereiche alle Phasen des Entscheidungsprozesses abdecken sollen. Es werden Systeme angestrebt, die sowohl zukunfts- als auch vergangenheitsbezogene Komponenten enthalten und zur Betriebs- und Prozessüberwachung ebenso wie zur Entscheidungsunterstützung bei Korrekturmaßnahmen dienen können.

Als Beispiele sind hier Betriebsvoranschlagsmodelle zu nennen, die in Verbindung mit der laufenden Finanzbuchhaltung regelmäßige SOLL-IST-Vergleiche liefern (SCHRÖTER, 1989). Ebenso wirksam können Preisprognosemodelle sein, die in Verbindung mit der laufenden Finanzbuchhaltung und externen Quellen die Voraussetzungen für Preisanalysen schaffen (RÖHRIG, 1989). Selbstverständlich sind auch Kosten-Leistungs-Rechnungen nur dann entscheidungsorientiert, wenn sie neben der Betriebsabrechnungs- eine Planungskomponente enthalten, um SOLL-IST-Vergleiche zur Prozessüberwachung durchführen zu können (LANG, 1989 und SECK, 1988).

2.5 Vom Software - Engpass zum Datenerfassungs - Engpass

Zum Schluß sei noch auf einen weiteren, sich bereits deutlich abzeichnenden Engpass bei Einsatz der informations- und kommunikationstechnischen Hilfsmittel in der Betriebsführung hingewiesen, nämlich auf den Datenerfassungsengpass. Die Arbeitsplatzrechner sind inzwischen so leistungsfähig, daß sie auch umfangreiche Modelle mit "luxuriösen" Benutzerschnittstellen bei sehr kurzen Antwortzeiten bearbeiten können. Die meiste Zeit verbringt der Nutzer inzwischen mit der Erfassung der benötigten betriebsinternen und - externen Daten. Leistungsfähige Systeme der verteilten Datenverarbeitung mit einfachem und jederzeitigem Zugang über den Arbeitsplatzrechner sind hier ebenso gefragt wie die Vervollkommnung der Sensortechnik für die automatisierte Prozessdatenerfassung. Eine wirtschaftliche Nutzung der informationstechnischen Hilfsmittel wird vor allem davon abhängen, daß es gelingt, den Datenerfassungsaufwand drastisch zu senken.

Literaturverzeichnis

ALTER, S.: A Taxonomy of Decision Support Systems. - In: HOUSE, W.C. (Hrsg.): Decision Support Systems. New York/Princeton 1983a.

ALTER, S.: Why is Man-Computer-Interaction Important for Decision Support Systems. - In: HOUSE, W.C. (Hrsg.): Decision Support Systems. New York/Princeton 1983b.

BAETGE, J.: Überwachung. - Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre, Bd.2. München 1984.

BROCKHOFF, K.: Prognosen. - In: BEA, F.X., DICHTL, E. und SCHWEITZER, M. (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd.2: Führung. 4.Aufl., Stuttgart 1989.

DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft): Wissensbasierte Systeme in der Landwirtschaft. - Tagungsband des 2.Int. DLG-Computerkongresses, Frankfurt am Main 1988.

DOLOSCHITZ, R. und HUBER, U.G.: Expertensysteme im Agrarbereich: Ein Überblick. - In: SCHIEFER, G. (Hrsg.): Expertensysteme in der Agrarwirtschaft: Entwicklung, Erfahrung, Perspektiven. Kiel 1989.

HARMON, P. und KING, D.: Expert Systems, Artificial Intelligence in Business. - New York 1985.

LANG, N.W.: PIGCONTROL - Ein computergestütztes Führungs- und Informationssystem zur Wirtschaftlichkeitskontrolle in der Schweinemast. Gießener Schriften zur Agrar- und Ernährungswirtschaft, Heft 18. Frankfurt am Main 1989.

MARTIN, J.: Einführung in die Datenbanktechnik. - München 1981.

NASTANSKY, L.: Betriebsinformatik. - Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre, Bd.2. München 1984.

RAFFEE, H.: Gegenstand, Methoden und Konzepte der Betriebswirtschaftslehre. - Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre, Bd.2. 2.Aufl., München 1989.

RÖHRIG, C.: PRESET - Ein computergestütztes Modell zur Dokumentation, Prognose und Kontrolle von Faktor- und Produktpreisen. - Dissertation, Gießen 1989.

SCHANZ, G.: Wissenschaftsprogramme der Betriebswirtschaftslehre. - In: BEA, F.X., DICHTL, E. und SCHWEITZER, M. (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd.1: Grundfragen. 4.Aufl., Stuttgart 1988.

SCHIEFER, G. (Hrsg.): Verbesserte Betriebsführung durch Kommunikation über Bildschirmtext. - Kiel 1989a.

SCHIEFER, G. (Hrsg.): Expertensysteme in der Agrarwirtschaft: Entwicklung, Erfahrung, Perspektiven. - Vorträge der ITMA-Fachtagung "Expertensysteme 1988". Kiel 1989b.

SCHRÖTER, P.: CASHPLAN - Ein computergestütztes Modell zur kurzfristigen Planung und Kontrolle landwirtschaftlicher Unternehmen. - Dissertation, Gießen 1989.

SECK, M.: Zur computergestützten Führung in der Pflanzenproduktion. - Gießener Schriften zur Agrar- und Ernährungswirtschaft, H. 16. Frankfurt am Main 1988.

SIMON, H.: The New Science of Management Decision. - New York 1960.

SPRAGUE, R.H. und CARLSON, E.D.: Building Effective Decision Support Systems. - Englewood Cliffs 1982.

SPRAGUE, R.H. und WATSON, H.J.: Bit by Bit: Toward Decision Support Systems. - In: HOUSE, W.C. (Hrsg.): Decision Support Systems, New York/Princeton 1983.

WATERMAN, D.A.: A Guide to Expert Systems. - Reading/Mass. 1986.

ZAHN, E.: Informationstechnologie und Informationsmanagement. - In: BEA, F.X., DICHTL, E. und SCHWEITZER, M. (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd.2: Führung. 4.Aufl., Stuttgart 1989.

BIOTECHNOLOGIE IN DER MILCHWIRTSCHAFT
ENTWICKLUNGEN, AUSWIRKUNGEN, PROBLEME

von

F. HÜLSEMEYER, Kiel

1 Biotechnologische Entwicklungen

Die EUROPEAN FEDERATION OF BIOTECHNOLOGY definiert Biotechnologie als "die integrierte Anwendung von Biochemie, Mikrobiologie und Verfahrenstechnik mit dem Ziel, die technische Anwendung des Potentials der Mikroorganismen, Zell- und Gewebekulturen sowie Teilen davon zu erreichen".

1.1 ... in der Milcherzeugung

Gezielte menschliche Eingriffe in biologische Vorgänge und deren technische Nutzbarmachung haben bereits seit rd. vier Jahrzehnten die klassischen Methoden (nicht nur) der Rinderzucht auf der Grundlage der traditionellen MENDEL-Genetik zu ergänzen und zu ersetzen begonnen.

Ausgehend von der künstlichen Besamung, bedeutete der seit Mitte der 70er Jahre vermehrt praktizierte Embryotransfer den Einstieg in eine neue Dimension züchterischen Fortschritts zur Steigerung der Reproduktionsleistung, deren weitere Stationen mit der Embryo-Mikrochirurgie, der Geschlechtsdiagnose, der in-vitro-Befruchtung und dem Klonen mehr oder minder deutlich vorgezeichnet sind (BREM, 1986; KALM, 1986; NIEMANN, RATH und SMIDT, 1989).

Das gilt gleichermaßen für die weiterführenden Anwendungsmöglichkeiten der Gentechnik: Der Einsatz des gentechnisch hergestellten Rinderwachstumshormons Somatotropin (bST) findet seine konsequente Fortentwicklung in der Erstellung transgener Milchrinder mit einem von vornherein höheren bST-Spiegel. Gelänge es dann, "diese genetische Information auch an (die) Nachkommen weiter(zu)geben, so könnte man in einer einzigen Generation eine Produktionssteigerung erzielen, für die man ansonsten 20 bis 30 Jahre brauchen würde" (BREM, 1986, S. 66).

In diesem Zusammenhang kann man sich freilich auch völlig neue Produktionsalternativen von Milchkühen vorstellen, nämlich im Rahmen des sogen. "gene farming" die Erzeugung von Interferonen, Humaninsulin u.a. z.B. aus der Milch, dem Blut oder bestimmten Organen (KALM, 1986; BREM, 1989).

1.2 ... in der Milchverwertung

Die Milchwirtschaft als künftig bedeutender Partner der Pharmaindustrie?

Das ist - zumindest auf Sicht - ungleich spekulativer als die Fortschreibung biotechnologischer Entwicklungslinien in der Milchbe- und -verarbeitung.

Tatsächlich hat die Milchproduktherstellung auf der Grundlage mikrobieller und enzymatischer Verfahren eine uralte, wenn nicht überhaupt die älteste Tradition (TEUBER, 1989).

Überdies repräsentieren fermentierte Milcherzeugnisse eines der bedeutendsten und - dank der fortgesetzten Absatzausweitung bei Sauermilcherzeugnissen und Käse - stetig wachsenden Segmente biotechnologisch hergestellter Ernährungsgüter.

Um so mehr bietet die Milchverwertung ein außerordentlich interessantes und breites Anwendungsfeld für biotechnologische Innovationen, die sich, analog der Entwicklung in anderen Wirtschaftszweigen des produzierenden Ernährungsgewerbes, in zwei Schritten vollziehen (ENQUETE-KOMMISSION, 1987, S. 332 f.):

- der genetischen Verbesserung solcher Mikroorganismen, die traditionell in biotechnologischen Umwandlungsprozessen verwendet werden, sowie

- dem Einsatz genetisch "optimierter" Mikroorganismen zur Entwicklung neuer oder zumindest veränderter Wege der Herstellung von Starterkulturen, Enzymen, Aromen u.ä.,

dies mit den vorrangigen Zielen höherer Produktions- und Produktsicherheit sowie der weitergehenden Chance der Herstellung neuer oder doch zumindest modifizierter Ernährungsgüter in einem weitgehend saturierten Markt.

2 Mögliche Auswirkungen

Dieses Faktum der Marktsättigung dokumentiert sich am offenkundigsten in dem durch die Garantiemengenregelung zwingend abgesteckten Produktionsrahmen, innerhalb dessen sich alle Veränderungen auf der Erzeugungsstufe abspielen müssen.

2.1 ... im Hinblick auf die Milcherzeugungsstrukturen

Für das Milchwirtschaftsjahr 1988/89 und die folgenden wurde diese Anlieferungsreferenzmenge für die Bundesrepublik Deutschland mit reichlich 21 Mill. t Kuhmilch festgeschrieben. Dem entspricht bei einer durchschnittlichen Anlieferungsrate von 92 % der Erzeugung und unter Berücksichtigung gewisser Unterlieferungen ein Produktionsvolumen von etwa 23 Mill. t.

Dieses wird bei einer mittleren Jahresmilchleistung von (1988) reichlich 4 700 kg pro Kuh aus ca. 5 Mill. Tieren ermolken, und zwar - bei rd. 16 Kühen pro Halter - in reichlich 300 000 Milcherzeugerbetrieben.

Folgt man den ziemlich einhelligen Prognosen der Tierzüchter (u.a. KALM, 1987; BRAND, 1989), wonach die konsequente Anwendung biotechnologischer Verfahren in der Milchkuhhaltung die derzeitigen jährlichen Leistungssteigerungsraten - etwa 50-70 kg pro Kuh - zu verdreifachen und zugleich die Generationsintervalle spürbar zu reduzieren vermag, so stellt sich eine durchschnittliche Milchleistung pro Kuh und Jahr von 7 500 kg im Jahre 2000 als eine keineswegs unrealistische Annahme dar. Dann aber können 23 Mill. t Milch von allenfalls noch 3 Mill. Kühen erzeugt werden.

Unterstellt man - um den strukturverändernden Effekt allein der Leistungssteigerung darstellen zu können - in einem ersten Schritt eine konstante Bestandsgrößenstruktur, so müßte sich die Zahl der milchkuhhaltenden Betriebe in der Bundesrepublik Deutschland um rd. ein Drittel verringern.

Bringt aber - so die Ergebnisse US-amerikanischer Studien (OTA, 1986; FLORKOWSKI und HILL, 1987) - die Anwendung biotechnologischer Fortschritte größenabhängige Kostenvorteile mit sich, die den ohnedies notwendigen strukturellen Anpassungsprozeß der heimischen Milcherzeugung noch beschleunigen, so erscheint eine zweite Projektion wahrscheinlicher, die im Gefolge eines Anstiegs der durchschnittlichen Bestandsgröße von 16 auf z.B. 40 Kühe eine Abschmelzung der Betriebe auf nunmehr ca. 80 000 entsprechend einem Viertel der Ist-Struktur ausweist.

Natürlich können und wollen solche Rechenexempel ein erhebliches spektulatives Element nicht in Abrede stellen; aber immerhin sind sie geeignet, die erhebliche Diskrepanz zwischen verbreitetem Wunschdenken und den Resultaten unter wirtschaftlich-technischen Anpassungszwängen ablaufender Prozesse zu verdeutlichen.

Die naheliegende Frage, welche Betriebe sich in diesem absehbaren Prozeß erheblichen strukturellen Wandels behaupten werden, wird entscheidend durch die Auswirkungen der (im wesentlichen differenzierenden) Standortkräfte auf die Produktionsgestaltung bestimmt:

- Im Hinblick auf die strukturellen Rahmenbedingungen wurde bereits angedeutet, daß die biotechnologischen Fortschritte nicht skalen-neutral sind und insoweit größere Betriebe stärker als kleinere begünstigen.

- Unstrittig wird die Anwendung biotechnologischer Fortschritte hohe Anforderungen an die unternehmerischen Fähigkeiten der sie übernehmenden Landwirte sowie an ihre Bereitschaft zur Aus- und Weiterbildung stellen. Folgt man der bereits zitierten OTA-Studie, wird dies den erfolgreichen Zugang zu technischen Fortschritten künftig stärker beschränken als der Kapitalbedarf für notwendige Investitionen.

- Die Realisierung hoher Milchleistungen ist unter der Bedingung des Lieferrechts als knappstem Faktor nur bei hoher Effizienz der Fütterung - genauer: bei hoher Grundfutterleistung - sinnvoll (LK SCHLESWIG-HOLSTEIN, 1987). Insoweit stellen biotechnologisch begründete Produktivitätsfortschritte in der Milchkuhhaltung eine weiter–

Folgt man den ziemlich einhelligen Prognosen der Tierzüchter (u.a. KALM, 1987; BRAND, 1989), wonach die konsequente Anwendung biotechnologischer Verfahren in der Milchkuhhaltung die derzeitigen jährlichen Leistungssteigerungsraten - etwa 50-70 kg pro Kuh - zu verdreifachen und zugleich die Generationsintervalle spürbar zu reduzieren vermag, so stellt sich eine durchschnittliche Milchleistung pro Kuh und Jahr von 7 500 kg im Jahre 2000 als eine keineswegs unrealistische Annahme dar. Dann aber können 23 Mill. t Milch von allenfalls noch 3 Mill. Kühen erzeugt werden.

Unterstellt man - um den strukturverändernden Effekt allein der Leistungssteigerung darstellen zu können - in einem ersten Schritt eine konstante Bestandsgrößenstruktur, so müßte sich die Zahl der milchkuhhaltenden Betriebe in der Bundesrepublik Deutschland um rd. ein Drittel verringern.

Bringt aber - so die Ergebnisse US-amerikanischer Studien (OTA, 1986; FLORKOWSKI und HILL, 1987) - die Anwendung biotechnologischer Fortschritte größenabhängige Kostenvorteile mit sich, die den ohnedies notwendigen strukturellen Anpassungsprozeß der heimischen Milcherzeugung noch beschleunigen, so erscheint eine zweite Projektion wahrscheinlicher, die im Gefolge eines Anstiegs der durchschnittlichen Bestandsgröße von 16 auf z.B. 40 Kühe eine Abschmelzung der Betriebe auf nunmehr ca. 80 000 entsprechend einem Viertel der Ist-Struktur ausweist.

Natürlich können und wollen solche Rechenexempel ein erhebliches spektulatives Element nicht in Abrede stellen; aber immerhin sind sie geeignet, die erhebliche Diskrepanz zwischen verbreitetem Wunschdenken und den Resultaten unter wirtschaftlich-technischen Anpassungszwängen ablaufender Prozesse zu verdeutlichen.

Die naheliegende Frage, welche Betriebe sich in diesem absehbaren Prozeß erheblichen strukturellen Wandels behaupten werden, wird entscheidend durch die Auswirkungen der (im wesentlichen differenzierenden) Standortkräfte auf die Produktionsgestaltung bestimmt:

- Im Hinblick auf die strukturellen Rahmenbedingungen wurde bereits angedeutet, daß die biotechnologischen Fortschritte nicht skalen-neutral sind und insoweit größere Betriebe stärker als kleinere begünstigen.

- Unstrittig wird die Anwendung biotechnologischer Fortschritte hohe Anforderungen an die unternehmerischen Fähigkeiten der sie übernehmenden Landwirte sowie an ihre Bereitschaft zur Aus- und Weiterbildung stellen. Folgt man der bereits zitierten OTA-Studie, wird dies den erfolgreichen Zugang zu technischen Fortschritten künftig stärker beschränken als der Kapitalbedarf für notwendige Investitionen.

- Die Realisierung hoher Milchleistungen ist unter der Bedingung des Lieferrechts als knappstem Faktor nur bei hoher Effizienz der Fütterung - genauer: bei hoher Grundfutterleistung - sinnvoll (LK SCHLESWIG-HOLSTEIN, 1987). Insoweit stellen biotechnologisch begründete Produktivitätsfortschritte in der Milchkuhhaltung eine weitergehende Begünstigung der guten und eine stärkere Diskriminierung der schlechteren Produktionsstandorte dar.

Damit aber würde gegebenenfalls auch eine Mehrzahl traditioneller Molkereistandorte zur Disposition stehen.

Noch wird dies allerdings durch eine sehr restriktive Handhabung der Garantiemengenregelung weitestgehend verhindert. Mit der Handelbarkeit der Referenzmengen jedoch gewinnt dieser Aspekt Aktualität, dies um so mehr, je raumübergreifender der Quotentransfer möglich sein wird.

Das begründet einerseits das (freilich nicht einhellige) molkereiwirtschaftliche Votum für eine eher begrenzte Flexibilisierung und andererseits die These (HÜLSEMEYER, 1989), daß sich anderenfalls milchverwertende Unternehmen im Interesse der Sicherung ihrer angestammten Rohstoffbasis - wider die standortverändernden Kräfte - mit der Bereitstellung von Investivkapital in der Milcherzeugung engagieren werden.

Die These einer noch weiterreichenden Rückwärtsorientierung einzelner Molkereien stützt sich darüber hinaus auf ein zweites Indiz:

Bereits der Embryotransfer verlangt sehr viel straffer organisierte und stärker konzentrierte Institutionen, als sie durch das heute gegebene Nebeneinander von Zucht, Besamung und Leistungsprüfung repräsentiert werden. Zumindest auf längere Sicht werden sich die heutigen Rinderzuchtprogramme auf sehr effiziente private Konkurrenzunternehmen einzustellen haben (KALM, 1987), wie sie in der getreideveredelnden Nutztierhaltung längst die Regel sind.

Dann aber ist zumal im Zusammenhang mit gentechnischen Innovationen absehbar, daß deren Nutzung im Interesse ihrer kontrollierten Anwendung Vertragslandwirtschaft begünstigt (OTA, 1986).

Die Funktion der Molkerei als Vertragspartner oder gar als Inhaberin eines Zuchtunternehmens wird dabei um so realistischer, je dringlicher die fortschreitende Produktspezialisierung der milchverwertenden Unternehmen einen spezifischen Rohstoff verlangt.

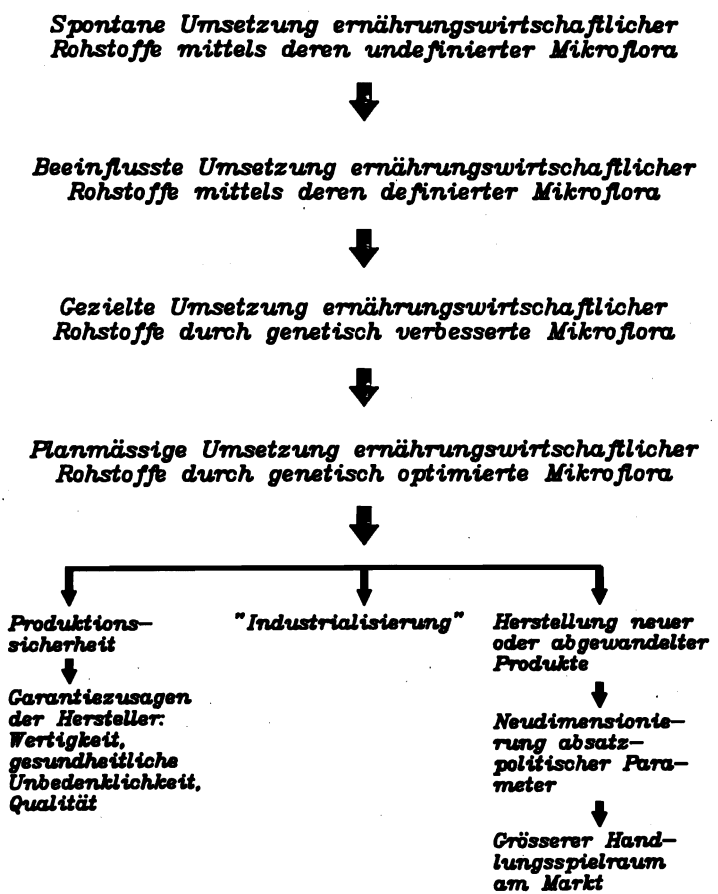
Die Aktualität vertraglicher Regelungen in der Milcherzeugung könnte indessen schon sehr viel früher gegeben sein, falls in absehbarer Zeit eine Zulassung von bST erfolgen sollte. Zwar mögen die mit dem Hormoneinsatz zum Ausdruck kommenden gesundheitlichen Befürchtungen - wissenschaftlich gesehen - irrelevant sein. Dennoch werden sie Ausdruck erheblicher Akzeptanzprobleme seitens der Konsumenten sein (NEANDER, et al., 1989, u.a.), die auch die durchweg ablehnende Haltung der Molkereien begründen. Gegebenenfalls werden jedoch die Hersteller die "Reinheit" ihrer Produkte - zuvorderst im Falle der Konsummilch und Frischprodukte - zu gewährleisten haben und dies mit vertretbaren Kosten nur durch vertragliche Einflußnahme auf die Milcherzeugung realisieren können.

Darüber hinaus jedoch gehen die bereits verwirklichten und mehr noch die erwarteten Potentiale biotechnologischer Fortschritte in der Milchverarbeitung weitestgehend konform mit den Zielvorstellungen der Branche (vgl. Schaubild):

- Produktionssicherheit ist eine unabdingbare Voraussetzung einerseits für Garantiezusagen der Hersteller, die Beschaffenheit und Qualität des jeweiligen Lebensmittels betreffend, andererseits im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses, dies um so mehr, je größer die Chargen und damit das ökonomische Risiko von Fehlproduktionen werden[1].

- Produktinnovationen wirken prinzipiell in die gleiche Richtung: Sie dimensionieren wesentliche absatzpolitische Parameter weiter und eröffnen den Unternehmen damit einen größeren Handlungsspielraum am Markt.

Schaubild: Biotechnologie im Produzierenden Ernährungsgewerbe



1) Insoweit - hier ist dem Sondervotum der GRÜNEN zu den Chancen und Risiken der Gentechnologie (ENQUETE-KOMMISSION, 1987, S. 332) kaum zu widersprechen - wird hierdurch eine industrielle Produktion begünstigt.

3 Probleme der Umsetzung

Gleichwohl zeichnen sich im Hinblick auf die praktische Realisierung Schwierigkeiten ab:

Die (nicht nur) für die Milchverarbeitung notwendigen Methoden der Biotechnologie (BML, 1985, S. 106 ff.; TEUBER, 1989) verlangen einen erheblichen Bedarf an wissenschaftlichem und technischem Potential.

Dieser Voraussetzung hoher Forschungsintensität aber wird eine - abgesehen von wenigen national oder multinational operierenden ernährungsindustriellen Unternehmen - zumal in der Bundesrepublik Deutschland vorwiegend mittelständisch strukturierte Milchverwertung kaum gerecht.

Um so deutlicher zeichnen sich strukturbestimmte Wettbewerbsunterschiede mit offensichtlichen Konsequenzen ab: Wenn im Gegensatz zu den Großunternehmen mit der Möglichkeit, biotechnologische Forschungseinrichtungen mit dem beherrschenden Ziel der eigenen Nutzanwendung zu betreiben, die weitaus überwiegende Mehrzahl der mittleren und kleinen Unternehmen von diesem Innovationspotential weitgehend ausgespart bliebe, müßte dies auf Sicht beschleunigte und verstärkte Konzentrationstendenzen auf der Stufe der Be- und Verarbeitung mit der Konsequenz von Produktions- und Marktanteilsverschiebungen im nationalen und internationalen Maßstab zur Folge haben.

Solche Perspektiven begründen gleichermaßen Widerstände und Ansprüche.

Die Forderung an den Gesetzgeber, auf das technisch Mögliche ganz, jedenfalls aber weitestgehend zu verzichten, weil es bestimmten Zielsetzungen nicht dient, verlangt einen Meinungskonsens, der realiter nicht gegeben ist. (Die zumindest befristete Bereitschaft, auf den Einsatz bovinen Somatotropins in der Milcherzeugung zu verzichten, belegt nicht zwingend das Gegenteil, weil der Effekt der Leistungssteigerung auch anderweitig erreichbar ist).

Tatsächlich wird ein solcher Meinungsbildungsprozeß von Anbeginn an von einem ökonomischen Argument überlagert: dem der Wettbewerbsbenachteiligung als Folge restriktiver nationaler Alleingänge. Die Entscheidung über den "erwachsenen Gebrauch der Technik" wird mithin - wenigstens zum Teil - fremdbestimmt.

Im Falle der Milchwirtschaft ist das ganz offensichtlich so: Andere Länder - vorrangig die Niederlande - verfügen dank geeigneterer Strukturen, aber auch größerer Kooperationsbereitschaft der Molkereiwirtschaft über ungleich bessere Voraussetzungen der Realisierung biotechnologischer Fortschritte.

Dieser Tatbestand begründet aus der Sicht der Benachteiligten die Erwartung staatlichen Engagements in der biotechnologischen Forschung mit dem Ziel der Unterstützung im interregionalen Wettbewerb.

Für die Entscheidungsfindung des Gesetzgebers ist aber noch ein zweiter Gesichtspunkt von Bedeutung: die Befürchtung nämlich, im Falle der Konzentration biotechnologischer

Forschung auf wenige (groß-)industrielle Zentren allenfalls spärlichen Einblick in diesen zusehends sensibleren Bereich nehmen zu können.

Die Gewichtung dieser Argumente ist in praxi nicht völlig belanglos: Stärker als das originäre Forschungsinteresse des Gesetzgebers verlangt der Transfer von praxisrelevanten Forschungsansprüchen und -erkenntnissen die Gewährleistung einer engen Kooperation zwischen (Ressort-) Forschung und Praxis, die nicht zwingend Zielsetzung der vom Bund alimentierten Forschung ist.

Das Problem wird nicht unbedingt leichter dadurch, daß sich der Gesetzgeber bei einem solchen Forschungsengagement darüber im Klaren sein muß, daß eine verstärkte Förderung biotechnologischer Forschungsaktivitäten zu wesentlichen Teilen eine gezielte Forcierung biologisch-technischer Fortschritte beinhaltet mit der Maßgabe kostensenkender und kapazitätssteigender und damit - unter den gegebenen Bedingungen der Sättigungsnachfrage - strukturverändernder, d.h. konzentrationsfördernder Effekte.

Insofern unterscheiden sich die nicht oder doch beeinflußten Ergebnisse biotechnologischer Entwicklungen (nicht nur) in der Milchwirtschaft nur graduell:

In eine (noch) reichlichere Versorgung der Verbraucher mit zumindest konstanteren Produktqualitäten zu tendenziell sinkenden Preisen teilen sich in jedem Falle deutlich weniger Unternehmen. Sicherlich ist das Ausmaß der Teilhabe an den biotechnologischen Innovationen staatlicherseits beeinflußbar und damit strukturrelevant, aber wohl kaum in dem Maße, daß nicht schon heute der Ruf nach weitergehenden Eingriffen in die Marktabläufe vorausgesagt werden dürfte.

Literaturverzeichnis

BRAND, A.: Im Jahr 2000 nur noch "Ruud-Gullit-Kühe". - Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch 43 (1989), H. 9, S. 278. Hildesheim 1989.

BREM, G.: Tierische Produktion und Biotechnologie. - In: Österreichische Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Hrsg.): 15. Internationales Symposium: Zukunftschance Biotechnologie. Wien 1986, S. 58-66.

BREM, G.: Gentransfer in der Tierzüchtung. - In: Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Berichte über Landwirtschaft, N.F., Sonderheft 201. Hamburg und Berlin 1989, S. 159-168.

BML (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten): Biotechnologie und Agrarwirtschaft - Stand und Perspektiven biotechnologischer Forschung und Entwicklung. - Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Sonderheft. Münster-Hiltrup 1985.

Deutscher Bundestag (Hrsg.): Chancen und Risiken der Gentechnologie. - Bericht der Enquete-Kommission. (Zur Sache: Themen parlamentarischer Beratung, H. 1/87.). Bonn 1987.

FLORKOWSKI, W.J. und HILL, L.D.: Mögliche ökonomische Auswirkungen kommerzieller Anwendung von Biotechnologien in der Landwirtschaft und deren zeitliche Dimension. - Agrarwirtschaft 36 (1989), H. 9, S. 309-317.

HÜLSEMEYER, F.: Thesen zur Situation der Milchwirtschaft. - Milch-Marketing 6 (1989), H. 3, S. 5-7, Remagen-Rolandseck.

KALM, E.: Die Bedeutung biotechnischer Verfahren in der Tierproduktion. - In: Vorträge zur Hochschultagung 1986. Schriftenreihe der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, H. 68. Hamburg und Berlin 1986, S. 7-20.

KALM, E.: Entwicklung in der agrarischen Produktion. - In: Meinungen zur Agrar- und Umweltpolitik, von der Deutschen Gesellschaft für Agrar- und Umweltpolitik e.V. (Hrsg.): Politik für Landwirte, die Bauern bleiben wollen. Bonn 1987, H. 14, S. 103-116 und die dort zitierte Literatur.

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (Hrsg.): Rinder-Report '87 - Ergebnisse der Rinderspezialberatung. - Betriebswirtschaftliche Mitteilungen. Kiel 1987, Nr. 390.

NEANDER, E., BEUSMANN, V. et al.: Abschätzung der Folgen des Einsatzes von bovinem Somatotropin (bST) in der Milchproduktion der Bundesrepublik Deutschland (Hektogr.). - Braunschweig-Völkenrode 1989.

NIEMANN, H., RATH, D. und SMIDT, D.: Biotechnologische Verfahren bei der Reproduktion landwirtschaftlicher Nutztiere. In: Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. - Berichte über Landwirtschaft, N.F., Sonderheft 201, S.. 145-158.

OTA (Office of Technology Assessment U.S. Congress): Technology, Public Policy and the Changing Structure of American Agriculture. OTA-F-285. - Washington, D.C., 1986.

TEUBER, M.: Moderne mikrobielle und enzymatische Verfahren in der Milchverarbeitung. In: Biotechnologie in Agrar- und Ernährungswirtschaft. - Berichte über Landwirtschaft, N.F., Sonderheft 201, S. 194-203.

AUSWIRKUNGEN UND BEWERTUNGEN

BEWERTUNG TECHNISCHER FORTSCHRITTE IM HINBLICK AUF ALLOKATIONS- UND VERTEILUNGSZIELE IM AGRARSEKTOR

von

W. von URFF, München-Weihenstephan

Vorbemerkung

Bei der Bearbeitung erwies sich die vorgegebene Formulierung des Themas als zu eng. Die Behandlung erfolgt daher etwa so, wie es der Überschrift "Darstellung und Bewertung technischer Fortschritte im Hinblick auf Allokations- und Verteilungsziele unter besonderer Berücksichtigung derjenigen des Agrarsektors" entsprechen würde. Es erscheint sinnvoll, die Allokations- und Verteilungswirkungen des technischen Fortschritts in der Landwirtschaft zunächst darzustellen und erst in einem zweiten Schritt eine Bewertung zu versuchen, und es dürfte darüber hinaus zweckmäßig sein, gesamtwirtschaftliche Allokations- und Verteilungswirkungen mit in die Betrachtung einzubeziehen.

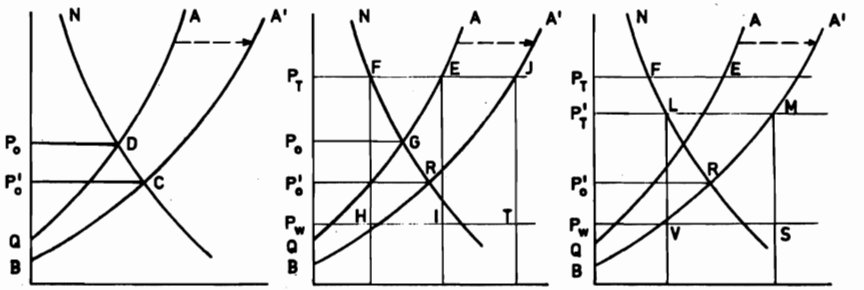
1 Wirkung des technischen Fortschritts bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen

Die Wirkungen des technischen Fortschritts sind völlig unterschiedlich, je nachdem ob es sich um unbeeinflußte Märkte handelt, oder um solche, deren Preise durch staatliche Maßnahmen gestützt werden.

Auf einem unbeeinflußten Markt führt technischer Fortschritt, der sich in einer Rechtsverschiebung der Angebotsfunktion manifestiert zu einer Wohlfahrtserhöhung, die dem Flächeninhalt der Figur QDCB entspricht. Wie sich diese Wohlfahrtserhöhung auf Konsumentenrente und Produzentenrente auswirkt, hängt von dem Verlauf der Angebots- und der Nachfragefunktion ab. Es läßt sich aus der Darstellung (siehe Schaubild) jedoch unschwer ablesen, daß der überwiegende Teil der Wohlfahrtssteigerung als zusätzliche Konsumentenrente anfällt. Die Steigerung der Produzentenrente von QPoD auf BPoC ist demgegenüber deutlich geringer. Hätte sich der technische Fortschritt in einer Drehung um den Punkt Q manifestiert, so wäre der Zuwachs an Konsumentenrente größer gewesen als die gesamte Wohlfahrtssteigerung, die Produzenten hätten somit einen Verlust an Produzentenrente hinnehmen müssen. Daß dies in der Realität durchaus der Fall sein kann, zeigen Untersuchungen, die im Kontext der internationalen Agrarforschung in Entwicklungsländern vorgenommen wurden (SCOBIE, POSADA, 1977).

Man kann dieser Darstellung entgegenhalten, daß sich in der Zeit, in der technischer Fortschritt wirksam wird, auch die Nachfragefunktion verschiebt. Für Industrieländer gilt jedoch, daß eine Rechtsverschiebung aufgrund einer Zunahme der Bevölkerung und/oder einer Steigerung der Pro-Kopf-Einkommen wegen des im allgemeinen geringen Bevölkerungswachstums und der geringen Einkommenselastizität der Nachfrage nach

Schaubild: Wirkung des technischen Fortschritts



Nahrungsmitteln nicht ausreicht, um rasche technische Fortschritte zu kompensieren, so daß es zu dem von COCHRANE (1958) beschriebenen "Tretmühleneffekt" kommt.

Zu völlig anderen Ergebnissen gelangt man im Fall eines gestützten Marktes. Unter der Annahme, daß der gestützte Preis unverändert bleibt, erhöht sich die Produzentenrente von QPTE auf BPTJ, während die Konsumenten real keine Änderung ihrer Situation erfahren (gemessen an den jeweiligen Gleichgewichtspreisen erhöht sich der durch den Eingriff bewirkte Verlust an Konsumentenrente von P_oGFP_T auf $P_ÓRFP_T$) und der Wohlfahrtsverlust steigt von HFGEI auf HFRJT.

Analoge Ergebnisse ließen sich für alle Arten von Eingriffen ableiten (ALSTON, EDWARDS und FREEBAIRN, 1988). So läßt sich beispielsweise für eine Kontingentierung der Inlandsproduktion, die so wirksam ist, daß sie zu einem über dem Gleichgewichtspreis liegenden Marktpreis führt, nachweisen, daß technischer Fortschritt lediglich zu einer Erhöhung des Wohlfahrtsverlustes und der Kontingentsrente führt.

Das Beispiel des gestützten Marktes ließe sich noch um die Frage erweitern, was passiert, wenn nach technischem Fortschritt durch Preissenkung der Wohlfahrtsverlust wieder auf sein ursprüngliches Niveau reduziert werden soll. In dem Schaubild wäre dies bei einer Preissenkung von P_T auf P_T der Fall. Es läßt sich unschwer erkennen, daß in diesem Fall die Konsumentenrente um den Inhalt der Fläche P_TP_TFL zunimmt, während sich für die Produzentenrente nur die Änderung von QEP_T auf BMP_T ergibt. Hätte sich der technische Fortschritt nicht in einer Verschiebung, sondern in einer Drehung um den Punkt Q manifestiert, so hätte es auch zu einem Rückgang an Produzentenrente kommen können. Die Ergebnisse entsprechen damit weitgehend denjenigen, die sich auf einem unbeeinflußten Markt einstellen.

2 Formen des technischen Fortschritts

In der landwirtschaftlichen Betriebslehre ist es im Anschluß an BRINKMANN (1922) üblich, technische Fortschritte einzuteilen in: (a) biologisch-technischen Fortschritt, (b) mechanisch-technischen Fortschritt und (c) organisatorisch-technischen Fortschritt. In der Volkswirtschaftstheorie spielt nach wie vor die auf Hicks zurückgehende Klassifikation eine Rolle, bei der danach unterschieden wird, ob sich die Gestalt der Produktionsfunktion so ändert, daß bei unverändertem Faktorpreisverhältnis kein Anlaß zur Substitution besteht, also alle Faktoren in gleichem Maße "produktiver" geworden sind ("faktorneutraler technischer Fortschritt"), oder ob sich die Gestalt der Produktionsfunktion so ändert, daß es bei gegebenem Faktorpreisverhältnis sinnvoll ist, einen Faktor durch einen anderen zu substituieren. In diesem Fall kann der technische Fortschritt entweder "arbeitssparend" oder "kapitalsparend" sein.

Mechanisch-technischer Fortschritt ist "arbeitssparend" im Sinne von HICKS. In sprachlicher Analogie dazu kann man biologisch-technischen Fortschritt, durch den die Hektarerträge erhöht werden, als "bodensparend" bezeichnen, obwohl dadurch - anders als bei HICKS - keine Substitutionsprozesse ausgelöst werden, sondern die Grenzproduktivität des Faktors Boden direkt erhöht wird. Im gleichen Sinne kann man von "vorleistungssparendem" technischen Fortschritt (MEINHOLD und SCHRADER, 1981) sprechen, wenn das Verhältnis zwischen Ertrag und Einsatz an Vorleistungen verbessert wird. Biologisch-technische Fortschritte in der Tierhaltung können "vorleistungssparend" sein, wenn etwa der Futteraufwand je Leistungseinheit direkt oder durch Erhöhung der Lebensleistung indirekt gesenkt wird, sie können "kapitalsparend" sein, wenn durch Leistungssteigerung je Stallplatz mehr erzeugt wird oder "arbeitssparend", wenn bei einem an die Zahl der Tiere gebundenen Arbeitsaufwand die Leistung pro Tier steigt.

Etwas schwieriger einzuordnen ist der organisatorisch-technische Fortschritt. Er kann darin bestehen, daß die Möglichkeit, das betriebliche Optimum zu treffen verbessert und damit ein wertmäßig günstigeres Ergebnis zwischen Produktion und Faktoreinsatz erreicht wird oder darin, daß durch Ausgliederung von Funktionen auf besser geeignete Träger die Gesamteffizienz des Faktoreinsatzes erhöht wird (SEUSTER).

Allokations- und Verteilungswirkungen lassen sich am deutlichsten an "arbeitssparenden" und "bodensparenden" technischen Fortschritten analysieren. Sie stehen daher im Mittelpunkt der folgenden Ausführungen.

3 Auswirkungen des technischen Fortschritts auf Einsatz und Entlohnung der Produktionsfaktoren

"Bodensparender" technischer Fortschritt führt auf einem gestützten Markt zu einer Produktionssteigerung. Bleibt das Verhältnis von Arbeit und Kapital zur Produktionsmenge unverändert, müßte der Einsatz dieser beiden Faktoren im Verhältnis der Produktionssteigerung zunehmen. Die Entlohnung des Faktors Bodens würde steigen, wovon ein Anreiz ausginge, seinen Einsatz in der landwirtschaftlichen Produktion auszudehnen, soweit dies noch möglich ist.

Eine andere Situation ergibt sich, wenn der Produktionsanstieg durch Preissenkung insoweit kompensiert werden soll, daß keine Erhöhung des durch den Markteingriff verursachten Wohlfahrtsverlustes eintritt. Entspricht die Preissenkung dem Produktivitätswachstum so würde dies bedeuten, daß der Einsatz von Arbeit und Kapital konstant bleiben und der Einsatz von Boden eigentlich sinken müßte. Infolge des Potentialcharakters des Faktors Boden wird dies aber zunächst nur begrenzt der Fall sein. Bis es dazu kommt, kann die Anpassung auch über einen verminderten Arbeits- und Kapitaleinsatz erfolgen, d.h. es kommt zu einer Extensivierung, und die Verwertung des Faktors Boden sinkt bis schließlich andere Nutzungsformen wettbewerbsfähig werden.

Die Wirkungen des "arbeitssparenden" technischen Fortschritts, werden zunächst unter der Annahme untersucht, daß sowohl die Preise für landwirtschaftliche Erzeugnisse als auch Lohn und Zinssatz konstant bleiben. Unter diesen Voraussetzungen wird die Produktion ausgedehnt, es wird absolut mehr Kapital eingesetzt und relativ zum Kapitaleinsatz weniger Arbeit, wobei die absolute Änderung des Arbeitseinsatzes von der Stärke des Substitutionseffektes und dem Ausmaß der Produktionssteigerung abhängt. Je stärker der Substitutionseffekt und je geringer die absolute Produktionssteigerung, um so höher ist die Wahrscheinlichkeit, daß der Arbeitseinsatz auch absolut sinkt.

Mit der Steigerung der Produktion besteht auch die Tendenz, den Einsatz an Boden auszudehnen. Ist die verfügbare Bodenfläche begrenzt, so wird statt dessen der Arbeits- und Kapitaleinsatz erhöht, d.h. die Begrenzung durch den Faktor Boden verstärkt die Erhöhung des Kapitaleinsatzes und schwächt die Verminderung des Arbeitseinsatzes ab.

Die Annahme eines konstanten Lohnsatzes ist bei der Betrachtung des arbeitssparenden technischen Fortschritts wenig realistisch. Arbeitssparender technischer Fortschritt ist, wie HAYAMI und RUTTAN (1971) überzeugend nachgewiesen haben, in aller Regel ein induzierter technischer Fortschritt, wobei die Änderung des Verhältnisses zwischen Lohn- und Kapitalkosten das auslösende Moment ist. Im Verhältnis zu den Kapitalkosten steigende Lohnkosten lassen das Bedürfnis entstehen, wo immer möglich Arbeitskräfte durch Kapitalgüter zu substituieren. Im Vergleich zu der hypothetischen Situation konstanter Löhne bedeutet dies, daß der Kapitaleinsatz stärker steigt und der Arbeitseinsatz relativ zum Kapitaleinsatz stärker sinkt, womit die Wahrscheinlichkeit, daß es auch zu einem absoluten Rückgang des Arbeitseinsatzes kommt, zunimmt.

Soll die Wirkung des technischen Fortschritts auf ein bestehendes Marktungleichgewicht durch Preissenkungen kompensiert werden, so führt dies bei arbeitssparendem technischem Fortschritt eindeutig zu einer absoluten Verminderung des Arbeitseinsatzes, bei absoluter Erhöhung des Kapitaleinsatzes, die jedoch geringer ist, als sie es bei konstanten Preisen wäre, sowie zu einer Konstanz im Einsatz des Faktors Boden, die nur da durchbrochen wird, wo arbeitssparende Techniken so hohe Ansprüche an den Boden stellen, daß sie von bestimmten Flächen nicht erfüllt werden können.

4 Auswirkungen des technischen Fortschritts auf die regionale Verteilung der Agrarproduktion

Beim "bodensparenden" technischen Fortschritt hängt die regionale Auswirkung im wesentlichen davon ab, ob er überall gleich groß oder regional differenziert ist. Trifft letzteres zu, so kommt es darauf an, ob er in Regionen mit günstigen natürlichen Ertragsbedingungen größer ist, als in solchen mit ungünstigen, oder umgekehrt. In diesem Fall würde er im Sinne eines regionalen Ausgleichs wirken. Trifft das Gegenteil zu, so kommt es zu folgendem Prozeß: Aufgrund des technischen Fortschritts steigt die Produktion, was Preissenkungen auslöst. Wegen des Potentialcharakters des Faktors Boden wird sein Einsatz in den Regionen mit günstigen Produktionsbedingungen unverändert bleiben, ebenso wie dort auch der Einsatz an Arbeit und Kapital nicht zurückgehen wird. Auf Standorten mit ungünstigen Produktionsbedingungen wird es aufgrund der Preissenkung zu einem verminderten Einsatz an Arbeit und Kapital kommen, die Grundrente wird sinken, und es wird - sofern dieser Prozeß lang genug andauert - zu einer Situation kommen, in der die Grundrente anderer Formen der Bodennutzung (z.B. Aufforstung) derjenigen bei landwirtschaftlicher Nutzung überlegen ist. Tendenziell werden diese Gebiete also zunächst extensiviert werden und später aus der landwirtschaftlichen Produktion ausscheiden.

Für den "arbeitssparenden" technischen Fortschritt gelten ähnliche Überlegungen. Sieht man davon ab, daß bestimmte Geländeausformungen den Einsatz arbeitssparender Produktionstechniken nicht erlauben, so liegt kein Grund vor, a priori anzunehmen, daß diese Form des technischen Fortschritts in Regionen mit ungünstigen natürlichen Standortbedingungen geringer sein sollte als in solchen mit günstigen. Bei gleichzeitigem Vorliegen von "arbeitssparendem" und "bodensparendem" technischen Fortschritt wird die differenzierende Wirkung des letzteren verstärkt.

In der Tierproduktion sind unter regionalen Aspekten vor allem Formen des "vorleistungssparenden" technischen Fortschritts bedeutsam, durch die die Leistung je Futtereinheit verbessert oder der Substitutionsbereich zwischen wirtschaftseigenem Grundfutter und Kraftfutter ausgeweitet wird. In beiden Fällen wird die Flächenbindung der Produktion lockerer, die Produktion selbst weniger standortabhängig. Preissenkungen, die durch Produktionssteigerungen ausgelöst werden, bewirken, daß im Endeffekt nicht die Produktion ausgedehnt, sondern insgesamt weniger Futter eingesetzt und wirtschaftseigenes Futter durch Kraftfutter substituiert wird, sofern dieses zu Preisen zur Verfügung steht, die unter den Grenzkosten der Grundfutterproduktion liegen.

Tendenziell führt dies dazu, daß die Produktion mit hohem Kraftfutteranteil, auf Standorten, an denen Kraftfutter vergleichsweise billig zur Verfügung steht, gegenüber der Erzeugung mit hohen Anteilen an wirtschaftseigenem Futter - vor allem, wenn dessen Erzeugung mit hohen Kosten belastet ist - an Wettbewerbsfähigkeit gewinnt.

Bei der flächenunabhängigen Veredlung dürfte sich ein ähnlicher Verlauf abspielen. Der hier besonders ausgeprägte "arbeitssparende" technische Fortschritt führte dazu, daß - obwohl die Leistung je Futtereinheit ebenfalls verbessert

wurde - der Anteil der Futterkosten gegenüber den übrigen Produktionskosten zunahm. Damit orientiert sich die Produktion in stärkerem Maße an dem Verhältnis zwischen Produktpreis und Futtermittelpreis, was zu einem Vorteil für die hafennahen Standorte führt, insbesondere wenn dort aufgrund ihrer relativen Nähe zu den Absatzmärkten auch höhere Produktpreise erzielt werden.

5 Auswirkungen des technischen Fortschritts auf die Betriebsgrößenentwicklung

"Bodensparender" technischer Fortschritt ist an sich betriebsgrößenneutral. Trotzdem kann auch er zu einer Differenzierung zwischen den Betrieben beitragen. Befanden sich vorher nicht alle Betriebe in ihrem betrieblichen Optimum und übernehmen, was wahrscheinlich ist, Betriebe, die sich näher am Optimum befinden, technische Neuerungen früher als andere, so werden diese Betriebe, weil für sie die aus dem Anstieg der Gesamtproduktion resultierende Preissenkung eine geringere Wirkung hat als ihre individuelle Produktionssteigerung, Einkommenssteigerungen erzielen. Bei Betrieben, die die Neuerung verspätet oder nur unvollständig übernehmen, ist die Wirkung der Preissenkung größer als die der individuellen Produktionssteigerung. Für sie kann der daraus resultierende Anpassungsdruck zu einem Ausscheiden - zumindest aus der hauptberuflichen Bewirtschaftung - führen.

Durch eine unterschiedlich rasche Übernahme "bodensparender" technischer Fortschritte kommt es somit in erster Linie zu einer Differenzierung nach der Qualifikation der Betriebsleiter (Wanderung des Bodens zum besseren Wirt). Nur soweit die Betriebsleiterqualifikation an die Betriebsgröße gebunden ist, entspricht dieser Differenzierungsprozeß auch einer Differenzierung nach Betriebsgrößen.

Der "arbeitssparende" technische Fortschritt ist nicht betriebsgrößenneutral. Der Vorteil von Großbetrieben kann von Betrieben mit unzureichender Fläche nur durch konsequenten überbetrieblichen Maschineneinsatz in Grenzen gehalten werden.

Grundsätzlich stellt sich für den kleineren Betrieb das Problem der Unteilbarkeit einer Arbeitseinheit, sofern sie ausschließlich im landwirtschaftlichen Betrieb beschäftigt ist. Wird von der Möglichkeit der überbetrieblichen Mechanisierung Gebrauch gemacht, so können zwar die Kosten der Arbeitserledigung gesenkt werden, es kann jedoch dabei auch die Situation eintreten, daß damit für die im Betrieb gebundenen Arbeitskräfte Leerzeiten entstehen, die nicht zur Einkommenserzielung eingesetzt werden können. Im wesentlichen kann sich der sektorale Anpassungsprozeß, soweit er auf einen rückläufigen Arbeitseinsatz ausgerichtet ist, nur in der Weise vollziehen, daß etwa in dem Ausmaß, in dem sich der Einsatz vollbeschäftigter Arbeitseinheiten vermindert, auch Betriebe aus der hauptberuflichen Bewirtschaftung ausscheiden.

Die hier beschriebenen Wirkungen des technischen Fortschritts werden sich in Zukunft fortsetzen. Jüngere Untersuchungen lassen darauf schließen, daß Kostendegressionen noch weit oberhalb der Grenzen auftreten, bei denen bisher eine weitgehende Ausschöpfung unterstellt worden war. Noch ausgeprägter dürften marktmäßige Größenvorteile beim Bezug von Betriebsmitteln und beim Absatz sein.

Die dargestellte Differenzierung nach Betriebsgrößen wird durch jüngere Untersuchungen aus den USA bestätigt (PHILLIPS, 1985). Dort nahm zwischen 1969 und 1982 die Zahl der Farmen mit Verkaufserlösen von weniger als 100 000 US-$ um 21 % ab, die der Farmen mit Verkaufserlösen über 500 000 US-$ um 53 % zu. Der Anteil der erstgenannten Gruppe an den gesamten Verkaufserlösen sank von 40 % auf 25 %, die der zweiten stieg von 29 % auf 33 %. In der erstgenannten Gruppe sank der Anteil des landwirtschaftlichen Einkommens am Familieneinkommen von 36 % auf 5 %, während er in der zweitgenannten Gruppe von 33 % auf 64 % stieg.

Amerikanische Autoren bezeichnen die Entwicklung in den USA als Entwicklung zu einem dualen Agrarsektor. "The moderatesize farm, long the backbone of American agriculture, is disappearing, leaving small and part-time farms clustered at one end of the farming spectrum and large farms clustered at the other". (PHILLIPS, 1985).

6 Bewertung

Die dargestellte Entwicklung läßt sich wie folgt bewerten: Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft führt in allen Formen zu niedrigeren Preisen für Nahrungsmittel, sofern dieser Effekt nicht durch Markteingriffe ausgeschlossen wird. Wenn in dem Bereich zwischen den landwirtschaftlichen Produzenten und den Verbrauchern ausreichender Wettbewerb herrscht, kommen die Verbraucher in den Genuß der Preissenkungen[1].

Die durch technischen Fortschritt ermöglichte Verbilligung der Produktion ist z.T. daran gekoppelt, daß sich diese stärker auf Regionen mit günstigen natürlichen und wirtschaftlichen Standortbedingungen konzentriert und partiell aus Regionen mit ungünstigen Standortbedingungen abwandert. Sie ist aus volkswirtschaftlicher Sicht positiv zu beurteilen, wenn positive und negative externe Effekte dabei vollständig erfaßt, bewertet und soweit als möglich internalisiert wurden.

Während es zumindest in der Theorie relativ leicht ist, für die Gebiete, in denen eine Verdichtung der landwirtschaftlichen Produktion stattfindet, die damit verbundenen negativen externen Effekte durch den Vermeidungskostenansatz zu internalisieren,fällt es schwer, die volkswirtschaftlichen Kosten zu erfassen und zu quantifizieren, die möglicherweise mit einem partiellen Rückzug der Landwirtschaft aus Gebieten mit ungünstigen natürlichen und wirtschaftlichen Standortbedingungen verbunden sind. Dies gilt insbesondere für den Beitrag der Landwirtschaft zur Erhaltung der Lebensfähigkeit ländlicher Räume und zur Erhaltung der Kulturlandschaft.

Es liegt auf der Hand, daß ein Rückgang der landwirtschaftlichen Produktion direkt mit einem Rückgang an Arbeitsplätzen und an Wertschöpfung verbunden ist. Dort, wo der Anteil der Landwirtschaft und der ihr vor- und nachgelagerten Bereiche an beiden Größen bedeutend ist, beeinträchtigt dies die regionale Wirtschaftskraft. In den durch ungünstige natürliche Standortbedingungen ausgezeichneten ländlichen Regionen ist der

1) Es wird unterstellt, daß keine Qualitätsminderungen eintreten, weil die Belastung von Nahrungsmitteln mit gesundheitlich bedenklichen Substanzen durch lebensmittelrechtliche Vorschriften ausgeschlossen wird, und das Verhalten der Verbraucher ein Ausweichen in geringere Qualitäten für die Produzenten unattraktiv macht.

Anteil der Landwirtschaft an den Beschäftigten aber nur in Ausnahmefällen höher als 15 % und ihr Anteil an der Wertschöpfung höher als 8 %, so daß dieser Effekt nicht überschätzt werden darf.

Gelingt es für die aus der Landwirtschaft sowie den ihr vor und nachgelagerten Bereichen freigesetzten Arbeitskräfte Arbeitsplätze innerhalb der gleichen Region zu schaffen, so lassen sich die Auswirkungen auf die Wirtschaftskraft ländlicher Regionen damit neutralisieren. Ist die Wertschöpfung je Arbeitsplatz außerhalb der Landwirtschaft höher als in der Landwirtschaft, so kommt es dadurch sogar zu einer Erhöhung der regionalen Wirtschaftskraft[2)].

Dem stehen jedoch in der Form des häufig notwendigen Ausbaues der wirtschaftsnahen Infrastruktur und des entgangenen Nettoertrages, der bei anderer regionaler Allokation der gewerblichen Investitionen hätte erzielt werden können, volkswirtschaftliche Kosten gegenüber. Ob gewerbliche Investitionen in strukturschwachen Regionen oder in anderen Regionstypen volkswirtschaftlich vorteilhafter sind, kann nur durch umfassende Vergleichsrechnungen ermittelt werden.

Entsprechend kompliziert ist es, den Beitrag der Landwirtschaft zur Erhaltung der Wirtschaftskraft in strukturschwachen ländlichen Regionen zu bewerten. Ob öffentliche Mittel, die zur Stützung der Landwirtschaft eingesetzt werden, im Hinblick auf dieses Ziel eine größere Effizienz haben als bei einer Verwendung zur Förderung der regionalen Wirtschaftsstruktur, ist eine Fragestellung, die über die Zielsetzung dieses Beitrages hinausgeht.

Wie der Beitrag der Landwirtschaft zur Erhaltung der Kulturlandschaft zu beurteilen ist, hängt davon ab, wie sich die Flächennutzung in den Gebieten mit ungünstigen Standortbedingungen entwickelt. Der optimistischen Auffassung, daß es bei rückläufiger Grundrente immer noch eine ökologisch verträgliche Nutzungsform mit positiver Grundrente gibt, die sich über den Marktmechanismus einstellt, steht die pessimistische Auffassung gegenüber, daß die Grundrente langfristig auch unter Null absinken kann, bzw. Nutzungsformen, die dies verhindern zu einer ökologischen Verarmung führen oder das Landschaftsbild in einem von der Gesellschaft nicht gewünschten Ausmaß verändern würden. Trifft die negative Auffassung zu, so müßte überall dort, wo andere als landwirtschaftliche oder landwirtschaftsnahe Formen der Flächennutzung gesellschaftlich nicht erwünscht sind, ein Wert angesetzt werden, der sich an der Zahlungsbereitschaft der Gesellschaft zu orientieren hätte. Ein solcher Wert ist jedoch nur sehr schwer feststellbar.

Die mit technischem Fortschritt verbundene Freisetzung von Arbeitskräften ist negativ zu beurteilen solange Arbeitslosigkeit herrscht. Dadurch werden mehr Hofnachfolger veranlaßt einen Arbeitsplatz außerhalb der Landwirtschaft zu suchen. Auch wenn ihnen

2) Das amerikanische Office of Technology Assessment kommt in einer 1984 veröffentlichten Untersuchung (zitiert in YAO-CHI, 1985) zu dem Ergebnis, daß bei technischem Fortschritt in der Landwirtschaft und dadurch ausgelösten Preissenkungen der Beitrag der Landwirtschaft zur Wirtschaftskraft strukturschwacher ländlicher Regionen zurückgeht. Dem wird jedoch entgegengehalten, daß durch die Schaffung einer entsprechenden Zahl außerlandwirtschaftlicher Arbeitsplätze die Wirtschaftskraft dieser Regionen nicht nur erhalten, sondern verbessert werden kann.

dies gelingt, wird damit die Einstellung eines anderen Arbeitssuchenden verhindert. (Die Frage, ob die Unterhaltung eines Arbeitslosen mit höheren volkswirtschaftlichen Kosten verbunden ist als die Finanzierung versteckter Arbeitslosigkeit in gleichem Umfang innerhalb der Landwirtschaft, soll hier nicht diskutiert werden, da es sich dabei um eine Bewertung von Politikoptionen und nicht um eine Bewertung des technischen Fortschritts handelt).

Bei der Bewertung technischer Fortschritte im Hinblick auf Verteilungsziele innerhalb des Agrarsektors stellt sich das grundsätzliche Problem, daß verteilungspolitische Ziele eigentlich nur in Bezug auf Personen bzw. Haushalte und nicht in Bezug auf Unternehmen definiert werden, so daß die Formulierung verteilungspolitischer Ziele innerhalb eines Wirtschaftssektors eigentlich schon ein Widerspruch in sich ist, der nur durch die für die Landwirtschaft typische enge Beziehung zwischen Unternehmen und Haushalt erklärt werden kann.

Mit dieser Einschränkung lassen sich Verteilungsziele innerhalb der als Anhang zum Agrarbericht veröffentlichten Zielstruktur des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in dem Unterziel "Sicherung einer bäuerlichen Betriebsstruktur aus Haupt- und Nebenerwerbsbetrieben ausmachen, für das die Teilziele (1) "Vermeidung übermäßiger Konzentration von Produktionskapazitäten", (2) "Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der flächengebundenen Veredelungsproduktion" und (3) "Sicherung einer breiten Einkommensstreuung" genannt werden. Aus dem Vorangegangenen dürfte deutlich geworden sein, daß technische Fortschritte in der Landwirtschaft konzentrationsfördernd wirken. Es dürfte außerdem deutlich geworden sein, daß technische Fortschritte tendenziell die Flächenbindung der Veredelungsproduktion lockern. Sie wirken somit diesen beiden Teilzielen entgegen. Das Teilziel "Sicherung einer breiten Einkommensstreuung" wird durch technische Fortschritte nicht unmittelbar berührt, wohl aber die Form, in der die Nutzung dieses Eigentums erfolgt. An die Stelle der unmittelbaren Nutzung in der Form der Selbstbewirtschaftung im Haupterwerb wird neben der Bewirtschaftung im Nebenerwerb mehr und mehr die Überlassung zur Nutzung an Dritte oder die Einbringung in neu zu entwickelnde Gesellschaftsformen stehen.

Sofern man die skizzierten Entwicklungen bedauert, stellt sich die Frage, wie ihnen zu begegnen ist. Verhinderung technischer Fortschritte ist sicher kein geeigneter Weg, zumal dem Staat ohnehin nur eine begrenzte Einflußnahme möglich ist. Ein Verbot der Anwendung bestimmter Ausprägungen des technischen Fortschritts kann nur EG-weit erfolgen, da ein nationaler Alleingang eine Verdrängung der eigenen durch ausländische Produzenten zur Folge hätte mit der Konsequenz, daß Verteilungsziele in noch stärkerem Maße verfehlt würden. Anwendungsverbote, die ausschließlich verteilungspolitisch begründet sind, sind jedoch schwer zu rechtfertigen. Eine völlig andere Situation ist gegeben, wenn eindeutig umweltpolitische oder gesundheitliche Gesichtspunkte gegen eine Anwendung sprechen.

Anders als bei der Umweltwirkung bei der staatliche Einflußnahme (durch öffentliche Forschung und durch weitgehende Internalisierung externer Effekte) auf die Art des technischen Fortschritts ein entscheidender Ansatzpunkt ist, läßt sich der technische Fortschritt selbst im Hinblick auf seine Allokations- und Verteilungswirkungen kaum

beeinflussen. Hier bleibt kaum ein anderer Weg als der, die Rahmenbedingungen so zu gestalten, daß unerwünschte Wirkungen möglichst vermieden und gewünschte Wirkungen induziert werden. Eine Auseinandersetzung mit der Frage, wie dies geschehen könnte, ginge über die Zielsetzung dieses Beitrages hinaus.

Literaturverzeichnis

ALSTON, J.M., EDWARDS, G.W. und FREEBAIRN, J.W.: Market Distortions and Benefits from Research. - American Journal of Agricultural Economics, Vol. 70 (1988), S. 281-288.

ARNDT, Th.M. und RUTTAN, V.W.: Valuing the Productivity of Agricultural Research: Problems and Issues. - In: ARNDT, Th.M., DALRYMPLE, D.G. und RUTTAN, V.W. (Eds.): Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research. Minneapolis 1977, S. 3-28.

BRINKMANN, Th.: Grundriß der Sozialökonomik, VII. Abt.: Land-und forstwirtschaftliche Produktion. - Tübingen 1922.

COCHRANE, W.W.: Farm Prices, Myth and Reality. - Minneapolis 1958.

FISCHBECK, G. et al. (Hrsg.): Innovation im Agrarsektor. - Schriftenreihe des Dachverbandes Wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung, Bd. 5. München, Frankfurt am Main, Münster-Hiltrup, Wien, Bern 1982.

HAYAMI, Y. und RUTTAN, V.W.: Agricultural Development. An International Perspective. - Baltimore, London 1971.

HICKS, J.R.: The Theory of Wages. - London 1932.

YAO-CHI, L.: Impact of Technology and Structural Change on Agricultural Economy, Rural Communities, and the Environment. - American Journal of Agricultural Economics, Vol. 67 (1985), S. 1158-1163.

MEINHOLD, K. und SCHRADER, H.: Wirtschaftliche und strukturelle Veränderungen im Agrarsektor und ihre Rückwirkungen auf den technischen Fortschritt in der Landtechnik. - Landbauforschung Völkenrode, 31. Jg. (1981), H. 4, S. 181-201.

OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT: Technology, Public Policy, and the Changing Structure of American Agriculture. - A Special Report for the 1985 Farm Bill. - Washington, D.C., U.S.Congress, 1985.

PHILLIPS, M.J.: Microeconomic Impacts of Emerging Technologies. - American Journal of Agricultural Economics, Vol. 67 (1985), S. 1164-1169.

SCOBIE, G.M. und POSADA, R.T.: The Impact of High-Yielding Rice Varieties in Latin America, with Special Emphasis on Columbia. - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Series JE-01. Cali/Columbia 1977.

SEUSTER, H.: Möglichkeiten und Beispiele des organisatorisch-technischen Fortschritts in der Landwirtschaft. - Berichte über Landwirtschaft, Bd. 66 (1988), S. 513-542.

THIEDE, G.: Die Zukunftsaspekte des technischen Fortschritts. - Förderungsdienst, 33. Jg. (1985), H. 5, S. 131-136.

THIEDE, G.: Landwirt im Jahr 2000. So sieht die Zukunft aus. - Frankfurt am Main, München, Münster-Hiltrup, Wien, Wabern-Bern 1988.

URFF, W. von: Der technische Fortschritt in der Landwirtschaft aus einzel- und gesamtwirtschaftlicher Sicht. - Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, Sonderheft 2, 1982, S. 26-46.

WALTER, H.: Technischer Fortschritt I: in der Volkswirtschaft. - Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaft, Bd. 7. Stuttgart, Tübingen, Göttingen, S. 569-583.

WILLER, H.: Grenzen und Möglichkeiten der Lenkung des technischen Fortschritts aus agrarpolitischer Sicht. - In: Köhne, M. (Hrsg.): Beiträge zur Agrarökonomie, Festschrift zum 80. Geburtstag von Prof. Dr. Dr. h.c. Emil Woermann. Hamburg und Berlin 1979, S. 120-152.

WILLER, H.: Technischer Fortschritt und Landwirtschaft. - Hamburg und Berlin 1967.

UMWELTVERTRÄGLICHKEIT TECHNISCHER FORTSCHRITTE IN DER LANDWIRTSCHAFT

INSTITUTIONELLE VORAUSSETZUNGEN, WIRTSCHAFTLICHKEIT, VERBREITUNG

von

H. de HAEN und Y. ZIMMER, Göttingen

1 Agrartechnischer Fortschritt in Harmonie oder im Konflikt mit dem Umweltschutz?

Der Einsatz moderner, auf Ertragssteigerung ausgerichteter Technik in der Landwirtschaft wird vielfach als eine der Hauptursachen der zunehmenden Belastungen von Umwelt und natürlichen Ressourcen in den Industrieländern angesehen. Bedenken richten sich insbesondere gegen den Einsatz großer Mengen von Agrarchemikalien sowie schwerer Maschinen, aber auch gegen organisatorische Veränderungen in Richtung auf Spezialisierung und Größenwachstum der Produktionseinheiten, die durch die Einführung solcher technologischen Neuerungen erst möglich und wirtschaftlich geworden sind.

Kann also - so der schlichte Umkehrschluß - die Umwelt nur durch den technologischen Ausstieg, etwa durch einen Verzicht auf Agrarchemikalien oder mindestens weitgehende Extensivierung gerettet werden? Soll Forschung zugunsten des agro-technologischen Fortschritts drastisch eingeschränkt werden? Im Sinne ökologisch-ökonomischer Rationalität ist u.E. nicht ein allgemeiner Ausstieg aus der konventionellen Produktionstechnik zu fordern, sondern eine p r o b l e m s p e z i f i s c h e Intensitätsverminderung. Sie ist zudem in jedem Fall an einem Vergleich der damit erzielbaren ökologischen Nutzen mit den jeweiligen Kosten zu orientieren. Manche ökologische Problemlösungen, etwa die Vermeidung schädlicher Nitratauswaschung, sind standortspezifisch schon durch partielle Extensivierung zu erreichen. Andere ökologisch begründete Ziele, insbesondere die Befriedigung der Nachfrage nach Bio-Produkten, erfordern den völligen Verzicht auf Agrochemikalien. Wiederum andere, z.B. der Schutz zahlreicher Arten, ließen sich selbst durch den Übergang zum alternativen Landbau nicht erreichen und können letztlich erst durch die räumlich begrenzte Aufgabe der landwirtschaftlichen Flächennutzung überhaupt realisiert werden (HAMPICKE, 1987).

In jedem Fall ist nicht ein schlichtes Zurückfahren der Produktionsintensität gefordert, sondern allein schon im Interesse einer Minderung der Anpassungskosten eine u.U. durchaus komplizierte technologische und biologische Umstellung der Produktionssysteme. Eben diese Umstellungen erfordern Forschung und Innovation, deren ökologische P o t e n t i a l e von den Anhängern einer technikfeindlichen Position verkannt werden. Pessimismus in Bezug auf die Erfolgschancen umweltfreundlicher Technologien ist u.E. aber nur angebracht, wenn entweder negiert wird, daß es Optionen für Innovationsrichtungen gibt, welche die Belastungen der Umwelt im Gegensatz zu den bisher verfolgten verringern, oder wenn die Durchsetzung institutioneller Vorgaben, die zur Nutzung solcher ökologischen Optionen etabliert werden müssen, etwa aufgrund des

politischen Widerstands von "Verlierern" derartiger Regelungen, für nicht realisierbar gehalten wird. Beides ist aber nicht generell der Fall.

Wenn im folgenden von Umweltverträglichkeit oder von ökologisch vorteilhaften Technologien gesprochen wird, dann ist damit lediglich die Verringerung von ökologischen Belastungen durch die landwirtschaftliche Produktion gegenüber dem technologischen Status quo bei g e g e b e n e m Outputniveau gemeint bzw. unterstellt. Umweltschonende Effekte von Innovationen können in der Praxis nämlich verdeckt werden, wenn der Rückgang der spezifischen Umweltintensität von Produktionsverfahren überkompensiert wird durch einen verstärkten Verbrauch von Umweltgütern infolge geänderter Faktorpreisrelationen oder steigender Produktionsmengen.

2 Determinanten der Umweltverträglichkeit agrartechnischer Fortschritte - theoretische Erklärungsansätze

2.1 Modell des induzierten technischen Fortschritts

Eine Analyse der derzeitigen Situation von Landwirtschaft und Umwelt und der diesbezüglich geführten öffentlichen Debatten führt zu der Schlußfolgerung, daß die Ansprüche, welche die Gesellschaft an die Umweltverträglichkeit der landwirtschaftlichen Produktionssysteme stellt, durch die Praxis derzeit nicht befriedigt werden. Einerseits hat die Gesellschaft mit wachsendem Wohlstand ihre Präferenzen für den Umweltschutz erhöht und entsprechend ökologische Normen verschärft[1]. Andererseits haben die Emissionen mit dem Anstieg der Produktionsintensität teilweise überproportional zugenommen (de HAEN, 1985). Da es in vielen Bereichen der Umweltgesetzgebung bis heute nicht gelungen ist, diese Verknappung von Umweltgütern durch gesetzliche Normen eindeutig zu regeln bzw. bestehende Vollzugsdefizite zu beseitigen, ist eine wachsende Kluft zwischen allgemeinen Ansprüchen und der Wirklichkeit der Umweltwirkungen der Agrarproduktion zu konstatieren.

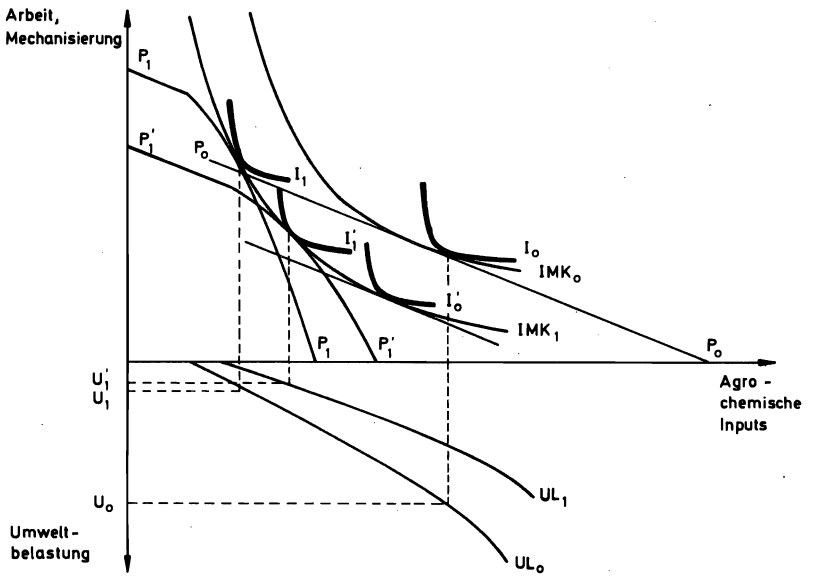
Bevor auf die Möglichkeiten und Probleme der Einbeziehung einer durch institutionelle Vorgaben verursachten Verknappung von Produktionsfaktoren in die Theorie des induzierten technischen Fortschrittes näher eingegangen wird, seien deren Grundaussagen kurz in Erinnerung gerufen. Die zentrale Hypothese, daß eine Änderung der Preisrelationen die Art des technischen Fortschritts beeinflussen kann, wurde bereits von HICKS formuliert. Nach einer längeren Auseinandersetzung um die zugrundeliegenden Kausalitäten lieferte AHMAD (1966) die bis heute übliche formale Darstellung: Beim gegebenen Stand des Wissens existieren Innovationsmöglichkeiten innerhalb eines weiten Spektrums von Faktorkombinationen. Zur Praxisreife wird aber jeweils nur jene Technologie gebracht, bei der sich unter den herrschenden Preiskonstellationen die Produktion im Kostenminimum realisieren läßt. Die 'optimale' Innovationsrichtung ergibt sich also dort, wo die Relation der marginalen Produktivitätszuwächse der einzelnen Faktoren gerade ihrem Preisverhältnis entspricht. Preisänderungen, seien sie durch den Wandel von

1) RUTTAN (1971) stuft den Umweltschutz als superiores Nachfragegut ein.

Knappheiten, durch Steuern, Subventionen oder durch Quoten verursacht, führen also mittelfristig zu einer Änderung der Innovationsrichtung.

Entsprechend wird die Subventionierung des "Umweltverbrauches" - nichts anderes ist letztlich die teilweise oder völlige Nicht-Anrechnung der externen Kosten der Agrarproduktion - auch bei den Innovationen eine Vernachlässigung des Umweltschutzes bewirken. Schaubild 1 verdeutlicht die Zusammenhänge am Beispiel der Wahlmöglichkeiten unterschiedlicher Kombinationen von agrochemischen Inputs (Düngung und Pflanzenschutz) einerseits und Arbeitsfaktoren (menschliche Arbeitsleistung mit komplementärer Mechanisierung) andererseits. Außerdem wird unterstellt (unterer Teil der Graphik), daß mit zunehmendem Einsatzniveau der agrochemischen Inputs exponentiell steigende Umweltbelastungen verbunden sind, die allerdings zunächst nicht von den Produzenten zu tragen sind. Dabei kann es sich um die Kontamination von Wasser und Boden, um Emissionen in die Atmosphäre oder um die Gefährdung von Arten handeln.

Schaubild 1:



In der Ausgangssituation würde entlang der Innovationsmöglichkeitenkurve (IMK) die kostenminimierende praxisreife Technologie I_0 entwickelt, mit der Umweltbelastungen in Höhe von u_0 einhergehen. In der Folgeperiode bestünden aufgrund allgemeiner Fortschritte der Grundlagenforschung die Innovationsmöglichkeiten gemäß IMK_1 - bei unveränderten Preisverhältnissen würde die Technologie I_0' realisiert (Hicks-neutraler technischer Fortschritt). Die Innovationsrichtung wäre dagegen anders bei geänderten Faktorpreisverhältnissen. Die optimale Intensität des Einsatzes agrochemischer Inputs würde zugunsten der Arbeitsintensität verringert, wenn die externen Kosten internalisiert

würden, d.h. wenn die Emittenten bei steigender Umweltbelastung infolge steigender Intensität des Inputeinsatzes gemäß der Funktion UL_0 belastet würden, so daß die Isokostenkurve P_1 entstünde. Zwei Innovationsimpulse wären für diesen Fall zu erwarten: zunächst eine Anpassung der Produktionstechnik, die (wieder) durch arbeitsintensivere, in der Regel umweltreundlichere Produktionsverfahren gekennzeichnet ist (I_1); zum anderen - möglicherweise nach einer längeren Verzögerung, da hier der wissenschaftliche Fortschritt länger dauert als beim Rückgriff auf im Prinzip früher bereits praktizierte arbeitsintensive Verfahren - die Entwicklung von chemischen Produkten, die eine größere Umweltverträglichkeit aufweisen. Die Umweltbelastungsfunktion würde sich verschieben, es entstünde die neue Funktion UL_1. Der zuletzt genannte Innovationsimpuls reduziert den anfänglichen ökologisch begründeten Extensivierungsbedarf und ermöglicht - über den Umweg der neuen Isokostenkurve P_1' - als Endstufe der Anpassung die Technologie I_1' mit der verbleibenden Emission u_1'.[2)]

2.2 Institutionelle Rahmenbedingungen - Reaktionen auf ökologische Knappheiten und Anregung umweltfreundlicher Neuerungen

Folgt man der Theorie des induzierten technischen Fortschritts also auch in Bezug auf die Steuerbarkeit ökologischer Eigenschaften agrartechnischer Innovationen - und hierfür gibt es praktische Beispiele, wie noch zu zeigen sein wird - dann ist die Steigerung der Umweltverträglichkeit nicht so sehr ein technologisches, sondern vor allem ein institutionelles Problem. Notwendige Voraussetzung dafür, daß Wissenschaft und Technik in ihrem Bemühen um technisch effiziente und kostengünstige Neuerungen die Schonung der Umwelt stärker berücksichtigen, ist nämlich die Existenz institutioneller Rahmenbedingungen, die sicherstellen, daß seitens der landwirtschaftlichen Praxis eine entsprechende Nachfrage entfaltet wird. Dies kann auf unterschiedlichen Wegen bewirkt werden:

- Wertewandel bei den Produzenten;

- Erhöhte Nachfrage nach 'Bio-Produkten';

- Kostensteigerung oder mengenmäßige Begrenzungen für umweltbelastende Produktionstechniken.

Alle genannten Formen spielen schon jetzt in der Praxis eine gewisse Rolle. Alle stimulieren eine umweltfreundliche Innovationsrichtung. Die Frage, die sich allerdings stellt, lautet: reichen die Stimuli aus, um Wissenschaft, Industrie und landwirtschaftliche Praxis anzuregen, in einem tolerierbaren Zeitraum die Produktionstechnik auf ein gewünschtes Maß an Umweltverträglichkeit zu bringen?

2) In der relativ spärlich vorhandenen Literatur über die Rolle der Umwelt in der Theorie des induzierten technischen Fortschritts (z.B. RUNGE, 1986) ist der praktisch bedeutsame Impuls, der von einer Internalisierung externer Effekte auf die Umwelteigenschaften der neuentwickelten Produktionsverfahren ausgehen kann, bisher weitgehend vernachlässigt worden.

In Analogie zu der Theorie des induzierten technischen Fortschritts gibt es auch auf diese Frage eine 'Modell-Antwort', nämlich in Form der Theorie des "induced institutional change", die insbesondere von RUTTAN (1978) entwickelt wurde. Nach RUTTAN sind Institutionen, die in Gestalt von Normen, Verhaltensmustern, Gesetzen und Politiken Handlungen und Beziehungen in der Gesellschaft steuern, nicht exogen vorgegeben. Vielmehr werden sie endogen "induziert" durch die Nachfrage nach effizienten Steuerungsmechanismen, die sich im Gefolge des wirtschaftlichen Wachstums und gesellschaftlichen Wandels ändert. Letztlich besteht die Rolle der Institutionen darin, das Handeln der Subjekte effizient zu koordinieren, Knappheiten zu signalisieren, Bedarf in Nachfrage zu übersetzen und mit dem Angebot auszugleichen. Handelt es sich um private Güter, so wird dieser Ausgleich über Märkte vollzogen.

Nun handelt es sich bei vielen Charakteristika der Umweltmedien bzw. bei Leistungen und Beanspruchungen der Umwelt bekanntlich um typisch öffentlich Güter, für die Märkte entweder gar nicht oder nur unvollkommen existieren ("missing markets"). Gleichwohl muß damit theoretisch auch in Bezug auf Umweltgüter noch nicht die Gefahr einer suboptimalen Versorgung und damit suboptimaler Impulse für umweltverträgliche Innovationen bestehen. Dies hat in Anwendung auf die Probleme von Landwirtschaft und Umwelt besonders RUNGE (1986) gezeigt. Übersteigt nämlich für einzelne Umweltgüter, wie z.B. sauberes Wasser, Überlebenschancen wilder Arten, Bodenschutz, Rückstandsfreiheit u.a. die Zahlungsbereitschaft seitens der Bevölkerung den direkten oder impliziten Nutzungspreis - wobei letzterer durch Verfügungsrechte, Steuern, Auflagen oder Subventionen definiert ist - so entsteht ein Anreiz zur Schaffung neuer Institutionen, der in Form marktmäßiger Vereinbarungen oder durch Maßnahmen des Staates seinen Niederschlag findet. Dadurch oder schon durch die Ankündigung solcher Institutionen können umweltverträglichere Innovationen angeregt werden.

Allerdings sind institutionelle Regelungen mit Transaktionskosten der Organisation von Interessengruppen, der Konsensfindung und der Abwehr von Widerstand verbunden. Diese Kosten können im Vergleich zum angestrebten Nutzen der Umwelterhaltung durchaus so hoch sein, daß es gar nicht erst zu den angestrebten Regelungen kommt. Wenn politische Maßnahmen zugunsten einer umweltverträglichen Agrarproduktion eine größere Realisierungschance haben sollen, dann müssen also die möglichen Hindernisse berücksichtigt werden, die ihrer politisch-institutionellen Etablierung im Wege stehen.[3] Gründe für institutionelle Hindernisse können vielfältiger Art sein: relativ schlechte Organisierbarkeit der Nutznießer von Umweltschutz, Überbewertung der umweltpolitisch bedingten Ertragsausfälle, fehlende Kooperationsbereitschaft der Produktionsmittelindustrie o.a.. Wie noch zu zeigen sein wird, kann der vorausschauende Hinweis auf die Möglichkeiten einer Verminderung der Anpassungskosten durch technische Fortschritte u.U. auch zur Überwindung von solchen Hindernissen beitragen.

3 Innovationstrends in der landwirtschaftlichen Produktion

Wie oben gezeigt, erlaubt das Instrumentarium der neoklassischen Theorie eine Klärung des Zusammenhangs von knapper werdenden Umweltgütern einerseits und der Generie-

3) Vgl. dazu auch SCHEELE, 1987.

rung technischer Fortschritte, die diese Knappheiten verringern, anderseits . Im folgenden soll der Frage nachgegangen werden, ob in der jüngeren Vergangenheit tatsächlich Innovationen hervorgebracht wurden, die Hinweise auf die praktische Relevanz des Modells geben. Ein empirischer Beweis für das Vorhandensein einer Kausalität stößt auf das Problem, daß erstens der zeitliche Zusammenhang von institutioneller und technischer Innovation nachzuweisen wäre und daß zweitens der Einfluß der institutionellen Änderung isoliert werden müßte von z.B. betriebswirtschaftlichen Entwicklungen. Im Rahmen dieses Beitrages muß diese Überprüfung exemplarisch bleiben - es wurden deswegen ad hoc zwei Innovationsbereiche ausgewählt: (a) Innovationen in der Gülletechnik und (b) technische Fortschritte im Pflanzenschutz.

3.1 Wasserschutz und Gülletechnik

Hintergrund einer Vielzahl institutioneller Innovationen in der Wasserschutzpolitik sind die bekannten Probleme des Eintrags von Nitrat in Grund- und Oberflächenwasser. Darauf gerichtete rechtliche Reglementierungen bestehen v.a. in den Gülleverordnungen der Länder[4], die

(a) den Termin der Ausbringung regulieren und die

(b) die maximal pro ha auszubringende Güllemenge begrenzen.

Die Technologieentwicklung bzw. die Forschungsanstrengungen im Bereich der Güllelagerung und -verwertung haben sich in den letzten Jahren folgendermaßen vollzogen: Entscheidende Schritte wurden hinsichtlich der Exaktheit der Ausbringung bei gleichzeitiger Erhöhung der Arbeitsbreiten sowie bei der Homogenisierung und der Bestimmung der Nährstoffgehalte der Gülle gemacht. Ferner wurden Verfahren entwickelt, die die Geruchsbelästigung und die Ammoniakverluste bei der Ausbringung minimieren. Mit dem Nitrifikationshemmer "Didin" steht ein Wirkstoff zur Verfügung, der die unkontrollierte Nachlieferung von Nitrat für 6 bis 8 Wochen hemmt, so daß das Angebot von Nährstoffen und ihr Verbrauch durch die Pflanzen zeitlich in Einklang gebracht werden können. Mit Blick auf die N- und P-Gehalte in der Schweinegülle wurden Fütterungsversuche durchgeführt, die die Möglichkeit demonstrieren, die entsprechenden Gehalte auf ein Drittel der bisher üblichen Mengen zu reduzieren. (HENKEL/PFEIFFER, 1989)

Organisatorisch-technische Fortschritte sind mit den sogenannten "Güllebörsen" realisiert worden, mit denen ein Markt für Gülle entsteht; vielfach ist dieser Wandel mit der Rationalisierung von Transport und Ausbringung sowie mit der Verbesserung der Ausbringungsgenauigkeit im Zuge von überbetrieblichem Maschineneinsatz verbunden. Mechanisch-technische Neuerungen haben die teilweise oder vollständige außerlandwirtschaftliche Verwendung der Gülle möglich gemacht.

4) In diesen Verordnungen wird ein Leitwert für die Gülleausbringung von 2,5 bzw. 2 DE/ha vorgegeben (Dieser Wert errechnet sich auf der Basis der durchschnittlichen Stickstoffgehalte der Ausscheidung der verschiedenen Tierarten), der aber "weder am Pflanzenbedarf noch am Gewässerschutz orientiert ist, sondern vielmehr auf die praktizierte Ausbringung von Wirtschaftsdüngern abhebt (SRU 1985)." (Zitiert nach: FINCK/HAASE, 1987, S. 162.)

Bemerkenswerter Weise wirken die vorgestellten Technologien mit wenigen Ausnahmen alle auf die Beseitigung der Knappheit an Deponiefläche, die durch die Begrenzung der maximalen Düngermenge hervorgerufen wird, indem die Techniken:

(a) die Gülleausbringung auf zusätzliche Kulturen möglich machen oder indem sie
(b) über die Erhöhung der Transportwürdigkeit der Gülle (Trocknung/Trennung) regional unterschiedliche Deponiekapazitäten nutzbar macht.

Vorhandene oder denkbare Technologien, die direkt die Gefahr von Nitratimmissionen minimieren, wurden dagegen bisher kaum realisiert[5]. Die mit den bisher realisierten Innovationen verbundenen positiven Umwelteffekte sind also Kuppelprodukte der eigentlichen Anstrengungen, den Umfang der potentiellen Deponieflächen auszuweiten. Diese Strategie ermöglicht vor dem Hintergrund der gesetzlichen Bestimmungen eine Senkung der Kosten der Emissionsvermeidung gegenüber alternativen Anpassungsmaßnahmen wie z.B. der Reduzierung des Viehbestandes oder der Flächenzupacht.

3.2 Technische Fortschritte im Pflanzenschutz

Die institutionellen Vorgaben im Bereich des Pflanzenschutzes bestehen im wesentlichen[6] in dem Pflanzenschutzgesetz, in dem Wasserhaushaltgesetz sowie der Trinkwasserverordnung.

Es soll in diesem Abschnitt einerseits der Frage nachgegangen werden, welche Innovationstendenzen überhaupt erkennbar sind und ob in diesen die Berücksichtigung von Umweltschutzbelangen zum Ausdruck kommen. Zum anderen soll geprüft werden, welche unmittelbaren Reaktionen auf bereits wirksame konkrete Auflagen zu beobachten sind. Grundlage für die Beantwortung der ersten Frage sind Expertenmeinungen[7], die im Rahmen einer Delphi-Befragung von LAMBARDT[8] erhoben wurden.

Die von den Fachleuten erwarteten Trends lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

(1) Bis zum Jahr 2000 wird die Möglichkeit der Reduzierung der Spritzmengen um ca. 60 % auf 170 l/ha angenommen.

(2) Beim Anbau von Mais, Zuckerrüben und in Dauerkulturen wird es für möglich gehalten, in dem selben Zeitraum die Herbizidwirkstoffmengen durch mechanische und

5) Es ist z.B. schon heute prinzipiell möglich, durch pflanzenbauliche und mechanische Maßnahmen (Zwischenfruchtanbau, sofortige oberflächennahe Einarbeitung von Gülle, "Impfen" von Grünland), die Gefahr von Nitratemissionen drastisch zu reduzieren.
6) Ob mit dem geplanten Naturschutzgesetz Normen etabliert werden, die für die Anwender spürbare Konsequenzen haben, läßt sich gegenwärtig noch nicht absehen, da die vorgesehene Bestimmung, daß "Pflanzenschutzmittel nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes angewendet werden" sollen, sehr dehnbar ist.
7) Es ist auf das methodische Problem hinzuweisen, daß die Expertenmeinungen mit Hilfe von geschlossenen Fragen ermittelt wurden, daß heißt, es kann nicht ausgeschlossen werden, daß Innovationen in der Entwicklung sind, die nicht erfaßt werden.
8) Die Befragung ist Bestandteil einer Diplomarbeit, die von Frau U. LAMBARDT am Institut für Agrarökonomie angefertigt wurde (LAMBARDT, 1989). U.LAMBARDT ist darüber hinaus für wertvolle Anregungen für das vorliegende Referat zu danken.

termische Pflanzenschutzmaßnahmen um ca. 35 % zu senken, wobei Verfahren der termischen Unkrautbekämpfung nur ein deutlich untergeordneter Stellenwert eingeräumt wird.

(3) Es wird ein steigender Anteil von Herbiziden, Insektiziden und Fungiziden prognostiziert, die nur bis maximal 50 g/ha Wirkstoffmenge benötigen[9].

(4) Mittel mit einer W-Auflage werden bis zum Jahr 2010 nur noch eine sehr geringe Bedeutung haben.

(5) Der Anteil der Herbizide mit einer Halbwertzeit von weniger als 20 Tagen wird deutlich zunehmen, Mittel mit Halbwertzeiten von über 50 Tagen werden hingegen in ähnlichem Umfang an Bedeutung verlieren. Bei Fungiziden und Insektiziden ist die Tendenz ähnlich, aber weniger ausgeprägt.

(6) Die Blattherbizide werden ihre Stellung zu Lasten der Bodenherbizide ausbauen können, bei den Insektiziden wird sich die relative Bedeutung systemisch und lokal wirkender Mittel nur geringfügig verändern. Der protektive Einsatz von Fungiziden wird nur marginal auf Kosten der kurativen Anwendung zurückgehen.

(7) Herbizide, die vor Saat anzuwenden sind, werden bis zum Jahr 2010 weitgehend an Bedeutung verlieren.

(8) Die Toxizität wird bis zum Jahr 2010 bei allen Pestiziden verringert sein.

Die skizzierten Innovationen zeichnen sich im wesentlichen dadurch aus, daß im allgemeinen eine verringerte Umweltbelastung angenommen werden kann. Die deutlichsten Fortschritte sind bei der Entwicklung neuer Mittel und der Reduzierung von Spritz- und Wirkstoffmengen zu erwarten. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, daß die Verringerung von Belastungen einzelner Medien durch einzelne Wirkstoffe in der Summe nicht notwendigerweise zu verminderten negativen Umwelteffekten führen muß, da manche Mittel keine Substitute für heutige Chemiekalien sind, sondern z.T. zusätzlich verwendet werden.

Die zum Zwecke des Trinkwasserschutzes vergebene sogenannte W-Auflage für zahlreiche Pflanzenschutzmittel ist ein Versuch des Gesetzgebers, die ökologischen Belastungen durch den chemischen Pflanzenschutz zu verringern. Der Einsatz von so gekennzeichneten Chemikalien ist in Trinkwasserschutzgebieten verboten - wie hat diese unmittelbare Vorgabe auf die Entwicklung technischer Fortschritte gewirkt? Einer Aufstellung von WAHMHOFF[10] zufolge bestehen für diese Mittel zahlreiche technische bzw. agrochemische Alternativen, die mit wenigen Ausnahmen (z.B. Herbizideinsatz im Zuckerrübenbau) ohne nennenswerte Mehrkosten einsetzbar sind. Außerdem lassen sich Beispiele finden, die zeigen, daß offenbar schon in Erwartung der strengeren Auflagen

9) Die Tendenz, Spritzmittel zu entwickeln, die immer geringere Aufwandmengen benötigen und nicht auswaschungsgefährdet sind, kann dazu führen, daß diese dann zwar keine Rückstände im Grundwasser hinterlassen, aber im Boden dafür sehr persistent sind.
10) Herrn W. WAHMHOFF ist für die Überlassung eines Manuskripts und für zahlreiche mündliche Hinweise zu danken.

im Wasserschutz umweltverträglichere Neuerungen in der Produktionstechnik (z.B. mech. Hacken) entwickelt wurden. Soweit es sich aber dabei um chemische Substitute handelt, sind mit ihrem Einsatz in fünf von sechzehn untersuchten Anwendungsfällen negative Effekte in anderen Umweltmedien als dem Wasser verbunden[11].

Mit Blick auf die neu entwickelten Mittel entsteht außerdem das Problem, daß über die zukünftigen faktischen Umweltbelastungen durch den chemischen Pflanzenschutz insofern wenig ausgesagt werden kann, als daß die konkreten Umstände der Anwendung in der Praxis dadurch nicht beeinflußt werden. Angesichts der Tatsache, daß schon heute erhebliche Aufwandsmengenverringerungen oder sogar der teilweise Verzicht auf den chemischen Pflanzenschutz ohne finanzielle Einbußen möglich sind, stellt sich die Frage, ob nicht alleine schon durch eine stärkere Verbreitung des Schadensschwellenkonzepts in der landwirtschaftlichen Praxis[12] eine erhebliche Reduktion der ökologischen Belastungen durch Agrochemikalien erreichbar wäre, ohne daß neue Mittel entwickelt werden.

4 Perspektiven für Forschung und Politik

Die Antwort auf die eingangs aufgeworfene Frage nach den Möglichkeiten für umweltschonenden technischen Fortschritt kann aufgrund der theoretischen Analyse und der skizzierten praktischen Fallbeispiele dahingehend beantwortet werden, daß diese Potentiale bestehen. Wenn die institutionellen Vorgaben den ökologischen Bedürfnissen der Gesellschaft gemäß formuliert sind, dann läßt sich der technische Fortschritt umweltfreundlich gestalten.

Die beschriebenen Innovationstrends zeigen nicht nur, daß diese Potentiale gegeben sind, sie liefern auch deutliche Indizien für die Annahme, daß sich die Entwicklung von Innovationen eng an den bestehenden bzw. den erwarteten institutionellen Innovationen orientiert. Ob die rechtlichen Vorgaben allerdings (a) schnell genug und (b) hinreichend genau die sich wandelnden gesellschaftlichen Präferenzen zum Ausdruck bringen, kann im Rahmen dieses Beitrages nicht geklärt werden.

Die angedeuteten, z.T. extremen Konflikte zu anderen Umweltzielen, die bei der **partiellen** Verminderung von Umweltbelastungen auftreten, lassen Bestrebungen, integrierte, insgesamt umweltgerechtere Produktionssysteme zu entwickeln, unter ökologischen Gesichtspunkten als die erfolgversprechendere Strategie erscheinen. ZIMMERMANN (1985) unterscheidet in diesem Zusammenhang bei Umwelttechnologien zwischen end-of-pipe- und integrierten Technologien. Während zu den ersteren lediglich solche Innovationen gezählt werden, die "einem Produktionsprozeß quasi aufgepfropft werden", versteht er unter integrierten Prozeßtechnologien solche, die "mit einem neuartigen Produk-

11) So ist z.B. durch die W-Auflage die Verwendung des als nützlingsschonend eingestuften Insektizids Pirimor untersagt, so daß der Rückgriff auf das sehr schnell abbaubare E 605 'erforderlich' wird. Außerdem macht WAHMHOFF z.B. darauf aufmerksam, daß die W-Auflage für systemisch-wirkende Mittel zur Bekämpfung der Krautfäule der Kartoffel, die nach dem Schadensschwellenkonzept eingesetzt werden konnten, dazu führt, daß jetzt prophylaktische Maßnahmen ergriffen werden müssen. (Mündliche Auskunft von WAHMHOFF.)

12) "Eine verstärkte Berücksichtigung von Schadensschwellen in der Praxis setzt nicht nur eine Verstärktung der Beratungstätigkeit des Pflanzenschutzdienstes in dieser Richtung, sondern auch eine verbesserte Schulung (...) der Landwirte zur Beurteilung von Schadensschwellen voraus." (HEITEFUSS, (1984). S.153.)

tionsprozeß" ein ingesamt "niedrigeres Emissions- oder Residuenniveau realisieren". (ZIMMERMANN, 1985, S. 24.)

Vor dem Hintergrund der geschilderten Zusammenhänge ergeben sich u. E. für die Gestaltung von Politik und Forschung im Sinne einer Stimulierung ökologischer Neuerungen folgende Konsequenzen:

(1) Umweltpolitische Instrumente sollten so nah wie möglich an den eigentlichen Ursachen für Umweltbelastungen ansetzen. Auf diese Weise ist zu erwarten, daß die Innovationen entsprechend zielgerichtet erfolgen. Die bisher eingesetzen Instrumente in der auf die Landwirtschaft bezogenen Umweltpolitk stehen - teilweise aufgrund stofflicher Gegebenheiten[13] - in der Regel nur sehr indirekt mit der eigentlichen Umweltbelastung im Zusammenhang.

(2) Angesichts der komplizierten Zusammenhänge des Ökosystems sollten mittel- bis langfristig die politischen Bedingungen für die Entwicklung und Realisierung integrierter landwirtschaftlicher Produktionssysteme geschaffen werden, d.h. es sollten möglichst zusammenhängende Normen erlassen werden, so daß es nicht zur Entwicklung technischer Fortschritte kommt, die Umweltschutz in einem Bereich auf Kosten neuer Umweltbelastungen in anderen Bereichen bewirken. Partielle Restriktionen scheinen wenig geeignet, die Belastungen des Ökosystems langfristig und nachhaltig zu senken.

(3) Öffentlich finanzierte Forschung sollte sich nicht an den gegebenen Marktkonstellationen, sondern an den Schattenpreisen und nicht nur an den aktuellen Gesetzen, sondern auch an den zukünftig geplanten orientieren. Eine solche Innovationstätigkeit wird dazu beitragen, die Kosten der Einhaltung von zukünftigen Umweltnormen zu verringern und damit gleichzeitig die gesellschaftlichen Konflikte um umweltpolitische Ziele zu entschärfen. Innerhalb dieser Schwerpunktsetzung sind die Projekte und Innovationsrichtungen besonders zu unterstützen, deren Ergebnisse ganz oder teilweise öffentliche Güter im Sinne des Umwelt- und Ressourcenschutzes darstellen, wie z.B. die Erforschung integrierter Produktionssysteme, die weniger zugekaufte Produktionsmittel beanspruchen und von daher kaum von Privaten erforscht werden.

(4) Die Umweltpolitik sollte längerfristige, aber verbindliche Zielgrößen festlegen und diese schrittweise realisieren, d.h. in rechtliche Normen umsetzen. Zweierlei ließe sich dadurch bewirken: Erstens wäre den Innovatoren damit signalisiert, welche Knappheiten auf betrieblicher Ebene langfristig zu erwarten sind[14], und zweitens könnten die landwirtschaftlichen Unternehmer auch unabhängig von technischen Innovationen durch längerfristige Planungen dazu in die Lage versetzt werden, die Anpassungskosten zu minimieren.

13) So ist es z.B. zumindest gegenwärtig - jedenfalls zu vertretbaren Kosten - nicht vorstellbar, die Immissionen in das Grundwasser zum Gegenstand von Umweltbestimmungen zu machen, obwohl theoretisch auf diese Weise (a) die Kosten mininiert würden und (b) die meisten incentives für Entwicklung und Einsatz umweltschonendner Technologien entstünden.

14) ZIMMERMANN (1985) konstatiert einen trade-off zwischen der Notwendigkeit, Innovationen hervorzubringen, die kurzfristig die Einhaltung von Umweltbestimmungen erlauben, und der langfristigen Entwicklung integrierter technischer Fortschritte.

(5) Die Erforschung und Bekanntmachung von Rationalisierungsreserven beim Einsatz von Agrochemikalien (vgl. Abschnitt 3.4) sollte massiv unterstützt werden. Alle Anzeichen deuten darauf hin, daß hier die schnellsten umweltpolitischen Fortschritte auf die am wenigsten konfliktträchtige Weise zu erzielen sind: Sie sind mit Einkommenssteigerungen für die Landwirte verbunden. Insbesondere die Entwicklung der Datenverarbeitung kann nach Ansicht von Pflanzenbauexperten dazu beitragen, erhebliche Mengen an Inputs zu sparen.[15] Da die zuerst genannten Innovationen im direkten Gegensatz zu den Interessen der chemischen Industrie stehen, ist deren Erforschung weitgehend auf öffentliche Mittel oder auf die Finanzierung durch den landwirtschaftlichen Berufsstand angewiesen.

Literaturverzeichnis

AHMAD, S.: On the Theory of Induced Innovation. - The Economic Journal, 1966, S. 344-357.

FINCK, H.-F. und HAASE, K.: Nitratbelastung des Grundwassers. - Angewandte Wissenschaft, Heft 347. Münster-Hiltrup 1987.

de HAEN, H.: Interdependence of Prices, Production, Intensity and Environmental Damage from Agricultural Production. - Zeitschrift für Umweltpolitik, Jg. 8, 1985, Heft 3, S. 199-219.

HAMPICKE, U.: Ökologische Vorgaben für die Agrarökonomie. - IIUG-rep 87 - 10, Wissenschaftszentrum. Berlin 1987.

HEITEFUSS, R.; OTTO-HUNZE, W. und BLUM, E.: NKU - Pflanzenschutz im Ackerbau. - Angewandte Wissenschaft, Heft 303. Münster-Hiltrup 1984.

HENKEL, H. und PFEIFFER, A.: Senkung der Stickstoff- und Phosphorgehalte in der Gülle bei gleichen Mastleistungen durch optimale Fütterung der Schweine. - Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der LK Schleswig-Holstein, Nr. 410 vom Mai 1989.

LAMBARDT, U.: Technischer Fortschritt im Pflanzenschutz. - Diplomarbeit. Göttingen 1989.

RUNGE, F.: Induced Innovation in Agriculture and Environmental Quality. - In: PHIPPS, T.; P. CROWSSON and K. PRICE (Hrsg.): Agriculture and the Environment (Resources for the Future). Washington, D.C., 1986, S. 236 - 266.

RUTTAN, V.W.: Technology and the Environment. - American Journal of Agricultural Economics 53 (1971), Nr. 5, S. 707-717.

RUTTAN, V.W.: Induced Institutional Change. - In: BINSWANGER, H. und RUTTAN, V.W. (Hrsg.): Induced Innovation. Baltimore und London 1978, S. 327-357.

SCHEELE, M.: Politisch-ökonomische Grundlagen einer rationalen Umweltpolitik in der Landwirtschaft. - Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, 1987, Heft 3, S. 267 - 298.

ZIMMERMANN, K.: 'Präventive' Umweltpolitk und technologische Anpassung. - IIUG dp 85-8, Wissenschaftszentrum. Berlin 1985.

15) So berichten HEITEFUSS et al. schon 1984, daß mit Hilfe des niederländischen Prognosesystems EPIPRE (Erarbeitet Bekämpfungsempfehlungen für Pilzkrankheiten und Blattläuse im Getreide) in der Schweiz nachgewiesen wurde, daß "eine Reduktion der Anzahl von Pflanzenschutzmaßnahmen durch EPIPRE nicht mit einer Verminderung des Nettoertrages im Vergleich zu intensiverer Behandlung verbunden ist." (HEITEFUSS (1984), S. 117).

AUSWIRKUNGEN BIOTECHNISCHER NEUERUNGEN AUF DIE LANDWIRTSCHAFT IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN

von

F. HEIDHUES und M. von OPPEN, Hohenheim

1 Einleitung und Problemstellung

Die Frage nach der Bedeutung der Biotechnologie für Entwicklungsländer ist im Prinzip die Frage nach der Rolle des technischen Fortschritts im Entwicklungsprozeß. Die "moderne" Biotechnologie[1)], und sie soll im Mittelpunkt dieser Diskussion stehen, wirft für Entwicklungsländer drei Problembereiche auf, die im folgenden behandelt werden sollen:

1) Wirkung auf landwirtschaftliche Produktion, insbesondere Nahrungsproduktion;
2) Entwicklung von Substituten für wichtige tropische Produkte und ihre Wirkung auf Marktchancen der Entwicklungsländer; und
3) die Komplexität und hohen Anforderungen der modernen biotechnologischen Forschung an Kapital und technischem Wissen und, damit verbunden, die Frage des Zuganges.

Wesentliches Element einer Lösung der Hungerproblematik wird landwirtschaftliches Produktionswachstum, insbesondere Nahrungsproduktionswachstum, in der Dritten Welt sein. Zwar haben die Erfahrungen mit der "grünen Revolution" gezeigt, daß Produktionswachstum keine hinreichende Bedingung, aber sicherlich eine notwendige Voraussetzung der Verringerung der Armutsproblematik ist. Die Biotechnologie kann dabei eine zentrale Rolle spielen, insbesondere dann, wenn es mit Hilfe der Biotechnologie gelingt, Technologien zu entwickeln, die den besonders schwierigen ökologischen Bedingungen benachteiligter Regionen gerecht werden und im Rahmen der sozio-ökonomischen Begrenzungen anwendbar sind. Die aus der Biotechnologie resultierenden landwirtschaftlichen Produktivitätssteigerungen, sowie die Entwicklung von Substituten zu tropischen Agrarprodukten und die damit verbundenen Marktentwicklungen werden im zweiten Abschnitt diskutiert.

Die Nutzung biotechnischer Innovationen erfordert, daß Entwicklungsländer nicht nur Zugang zu in Industrieländern entwickelten biotechnischen Fortschritten bekommen, sondern ihre Erfordernisse und Interessen in der biotechnologischen Forschung hinreichend berücksichtigt werden. Da die Mehrzahl der Entwicklungsländer weder über das

1) Was unter Biotechnologie verstanden wird, ist Gegenstand ausführlicher Diskussionen. Hier soll nur festgehalten werden, daß biotechnische Verfahren im Grunde seit Jahrtausenden genutzte Prozesse sind. Unter "moderner" Biotechnologie sollen hier in Anlehnung an Spangenberg vier Gebiete zusammengefaßt werden:
a) Züchtungstechnologien, die mit Hilfe moderner Zellbiologie die klassischen Methoden der Tier- und Pflanzenzüchtung verfeinern und beschleunigen;
b) Reproduktionstechnologien, die Fortpflanzungsprozesse technisch manipulieren;
c) Fermentationstechnologien, die unter Anwendung von Mikroorganismen in biologischen Prozessen neue Produkte herstellen, und
d) Gentechnik als direkter und gezielter Eingriff in die Erbsubstanz.

technische Wissen noch über die notwendigen Ressourcen für eigene erfolgreiche biotechnologische Forschung verfügen, wird den internationalen Agrarforschungszentren eine wichtige Rolle zukommen. Die Fragen des Zugangs werden im dritten und die Rolle der internationalen Agrarforschungszentren im Bereich der Biotechnologie zusammen mit den Schlußfolgerungen im vierten Abschnitt diskutiert.

2 Wirkungen biotechnischer Fortschritte auf die Landwirtschaft der Entwicklungsländer

2.1 Die Entwicklung von Substituten und produktivitätssteigernden Innovationen

Die Wirkung biotechnologischer Fortschritte auf die Landwirtschaft der Entwicklungsländer lassen sich in zwei Wirkungsrichtungen gruppieren:

- Entwicklung von Substituten für tropische Produkte, die traditionell und vorwiegend von Entwicklungsländern produziert werden. Hierzu gehören in erster Linie Zucker, Geschmackstoffe, Gewürze, tropische Pflanzenöle und -fette. Hier liegt heute der Schwerpunkt der biotechnologischen Innovationsentwicklung, getragen fast ausschließlich von Industrieländern mit hohem Einsatz von Kapital und technischem Wissen;

- direkt produktivitätssteigernde Fortschritte, die zu Vorteilen in Entwicklungsländern auf der Produzentenseite führen, und, je nach Funktionsfähigkeit der Märkte und Elastizitätsverhältnissen auf der Angebots- und Nachfrageseite, in unterschiedlichem Ausmaß auf die Konsumentenseite übertragen werden. Dazu zählen z.B. biotechnologische Fortschritte im Bereich Ertragssteigerung, Anfälligkeits- und Trockenheitsresistenz und Stickstoff-Fixierung im pflanzlichen und der Tierhygiene und Krankheitsbekämpfung im tierischen Produktionsbereich. Während die Anwendung dieser biotechnologischen Neuerungen bisher weder in der Pflanzenproduktion noch in der Tierproduktion von einem der Substitutentwicklung vergleichbaren wirtschaftlichen Gewicht ist, liegen hier wahrscheinlich beträchtliche Potentiale, insbesondere in der Pflanzenproduktion.

Im Bereich der pflanzlichen Produktion sind es vor allem drei Gebiete, auf denen die moderne Biotechnologie wie folgt wirksam werden wird (PERSLEY, 1988):

1) Saatgut: Neue Sorten mit verbesserten Eigenschaften wie Krankheits- und Schädlings-Resistenz und Herbizid-Toleranz oder mit verbesserten Qualitätsmerkmalen werden schneller entwickelt; wirksame Eingriffe durch eine Manipulation von Genen (genetic engineering) wird in der Pflanzenproduktion erst nach dem Jahr 2000 erwartet.

2) Mikrobiologie in der Landwirtschaft: Genetisch manipulierte Mikroorganismen werden zur biologischen Kontrolle gegen Krankheiten und Schädlinge oder als Inocula zur Anregung von Pflanzenwachstum oder anstelle chemischer Düngemittel eingesetzt.

3) Diagnose von Pflanzenkrankheiten: Zur Unterstützung von Bekämpfungsmaßnahmen werden neue Verfahren zur Schnelldiagnose entwickelt, die den gezielten Einsatz von Fungiziden oder anderen Kontrollmaßnahmen ermöglichen oder im Zusammenhang mit der Abwicklung von Quarantänemaßnahmen bedeutsam sind.

Stickstoff-Fixierung und Trockenheitsresistenz - zwei Innovationsbereichen, die für Entwicklungsländer von besonderer Bedeutung sind und mit großen Erwartungen verfolgt werden, - haben sich als weit schwieriger herausgestellt, als zunächst vermutet und werden bis zur Anwendungsreife noch erhebliche Zeit in Anspruch nehmen.

Im Bereich der tierischen Produktion konzentriert sich die Anwendung moderner Biotechnologie auf folgende Gebiete (PERSLEY, 1989):

1) Tiergesundheit: Durch die Erzeugung von Impfstoffen und verbesserten Diagnoseverfahren wird die Tiergesundheit gefördert. Die Bekämpfung der Rinderpest in Afrika ist ein Beispiel.

2) Wachstumsbeschleunigung: Neue Verfahren zur Steuerung der Physiologie der Tiere und in der Tierernährung ermöglichen eine Steigerung der Produktivität.

3) Genetische Verbesserung von Zuchtrassen: Vor allem die neuen Techniken in der Embryo-Kultur ermöglichen die rasche Vermehrung von Tieren mit wünschenswerten Eigenschaften.

Auf dem Gebiet der Leistungssteigerung in der Tierproduktion sind die Techniken zwar im Vergleich zur Pflanzenproduktion sehr viel weiter entwickelt und anwendungsreif, aber für die Mehrzahl der Entwicklungsländer vor allem deshalb nur begrenzt anwendungsfähig, weil die Voraussetzung für geeignete Haltungsbedingungen für die Tiere nicht gegeben sind. Für genetisch verbesserte Hochleistungstiere sind die Anforderungen an verbesserte Haltungsbedingungen besonders hoch. Für die Tierproduktion in Entwicklungsländern bieten vor allem biotechnologisch entwickelte Impfstoffe den wichtigsten Wirkungsbereich.

2.2 Marktwirkungen

Bei der Beurteilung der Auswirkungen dieser Technologien auf die Landwirtschaft in den Entwicklungsländern sollte einmal der gegenwärtige Zustand beleuchtet, zum anderen absehbare zukünftige Entwicklungen in Betracht gezogen werden. Es handelt sich also um die Abschätzung zukünftiger technischer Fortschritte und ihrer Auswirkungen in Bereichen, für die Erfahrungswerte so gut wie nicht vorliegen.

Übersicht 1 zeigt ein Schema der Gesichtspunkte für die gegenwärtige Situation und mögliche sich abzeichnende zukünftige Entwicklungen in exportierenden und importierenden Entwicklungsländern. Bei den Marktwirkungen wird zwischen "kleiner" Wirkung

Übersicht 1: Erwartete unmittelbare Marktwirkungen biotechnologischer Innovationen bei unterschiedlichen Produktgruppen in verschiedenen Typen von Entwicklungsländern vom gegenwärtigen Zeitpunkt bis in die mittelfristige Zukunft
(+ = positiv, 0 = keine Wirkung, - = negativ, + + = stark positiv, -- = stark negativ)

Betroffene Produkte oder Produktgruppen	Exportierende Länder			Importierende Länder		
	gegenwärtig	—	künftig	gegenwärtig	—	künftig
Pflanzl. Produkte						
1. Indirekt betroffene (durch Substitution)						
- Geschmacksstoffe, Gewürze, Zucker,	-	—	--	+	—	++
- andere (Öle, Stärken, Eiweiße)	0	—	--	0	—	++
2. Direkt betroffene (durch Ertragssteigerung)						
- Grundnahrungsmittel: Getreide, Hülsenfrüchte, Knollenfrüchte	0	—	++	0	—	++
- Tropische Exportprodukte: Erdnuß, Baumwolle,	(+	—	++)[1]	+	—	++
Palmöl, Kakao, Kaffee, Tee	(-	—	+)[2]			
Tierische Produkte						
Fleisch Milch Wolle etc.	0	—	+	0	—	++

1) Plantagenanbau
2) Kleinbäuerlicher Anbau

(0), "geringer" positiver oder negativer Wirkung (+ oder -) und "großer" Wirkung (++ oder --) unterschieden. Dabei ist von der Wirkung in der Mehrzahl der Entwicklungsländer ausgegangen. Das schließt nicht aus, daß die Wirkungen in einzelnen Ländern einen anderen Grad oder auch eine andere Richtung aufweisen können.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wirken sich vor allem solche biotechnologischen Innovationen in den Industrieländern aus, die die Herstellung von Substituten zu traditionell von Entwicklungsländern exportierten Gütern ermöglichen. Dabei ist vor allem an das Beispiel des Zuckers und die biotechnisch hergestellten Zuckersubstitute Isoglucose bzw. Thaumatin zu denken. Die Weltmarktpreise für Zucker, deren zyklische Schwankungen in der Vergangenheit stets einen rapiden Anstieg nach einem länger als drei oder vier

Jahre dauernden Tief zeigten, scheinen unter dem Einfluß des wachsenden Angebots von Süßstoffen und Zuckersubstituten seit einer Reihe von Jahren auf einem neuen, bedeutend niedrigeren Niveau stabil zu bleiben, als dies in der Vergangenheit der Fall war (Agrarwirtschaft, Dez. 1986, 87, 88). Kakaobutter oder Vanille sind weitere Erzeugnisse, die heute biotechnisch in Industrieländern billiger hergestellt als sie aus tropischen Ländern importiert werden können. Aber auch Substitute für andere Stoffe zeichnen sich ab, wie z.B. die biotechnische Umwandlung von minderwertigem einheimisch erzeugtem Rapsöl in ein hochwertiges Produkt, das dem Palmöl gleicht (BUTTEL, 1989; SPANGENBERG, 1988). Den Nachteilen für exportierende stehen entsprechende Vorteile für importierende Entwicklungsländer gegenüber. Bei einem Zuckerexportvolumen von 14 Mill. t und Importen von 17 Mill. t (1987) sind fallende Zuckerpreise auf dem Weltmarkt für die Gruppe der Entwicklungsländer zusammengenommen negativ zu beurteilen; besonders betroffen sind Länder, deren Zuckerexport eine wichtige Devisenquelle darstellt. Auf der anderen Seite sind positive Einkommensverteilungswirkungen in den Zucker importierenden Ländern zu beachten, da Zucker einen relativ hohen Anteil im Konsum der unteren Einkommensgruppen ausmacht.

Im zweiten Teil der Übersicht 1 sind die Wirkungen auf direkt betroffene Produktmengen aufgezeigt. Einen wichtigen Bereich, in dem bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt biotechnologische Innovation die landwirtschaftliche Produktion direkt zu beeinflussen beginnt, bilden einige in Plantagen angebaute Marktfrüchte, wie z.B. Palmöl, sowie wahrscheinlich in Zukunft auch Tee oder Kakao. In diesen Fällen liefert die Möglichkeit, mit biotechnischen Mitteln Klone eines optimalen Pflanzentyps herzustellen, beträchtliche potentielle Ertragssteigerungen und damit wahrscheinlich Senkungen der Produktionskosten. Andererseits ist auch das Risiko eines Krankheits- oder Schädlingsbefalls solcher Bestände verhältnismäßig groß, und somit die langfristige Wirtschaftlichkeit nicht immer eindeutig gesichert. Diese Vorteile für den Plantagenanbau geraten aber den Anbauern derselben Produkte in kleinbäuerlichen Betrieben zum Nachteil, insofern als der Zugang zu entsprechend ertragreichem Pflanzmaterial zunächst versagt ist. Nur durch öffentliche Förderung kann diesem Nachteil entgegengewirkt werden. Allerdings ist fraglich, wie weit den jeweiligen standortspezifischen Belangen der Kleinbauern Rechnung getragen werden kann. Bestenfalls ist zu erwarten, daß für die kleinbäuerlichen Standorte neue Sorten entwickelt werden, die den Wettbewerbsnachteil der kleinbäuerlichen Anbauer gegenüber den Plantagenanbauern gerade wett machen, aber kaum darüber hinausgehen.

Die für die menschliche Ernährung und bäuerlichen Einkommen wichtigen Bereiche in der Grundnahrungsmittelproduktion in Entwicklungsländern (Getreide, Knollen- und Hülsenfrüchte) sind bisher durch den biotechnologischen Fortschritt nur in geringem Maße tangiert worden, vielleicht mit Ausnahme der biotechnischen Gewinnung von virusfreiem Pflanzenmaterial bei Cassava und Kartoffeln und der biotechnisch unterstützten Einkreuzung von Resistenz-Genen zur Steigerung der Krankheitsresistenz der Erdnuß, beides getragen von internationalen Agrarforschungsinstituten. Die insgesamt geringen Anstrengungen sind erklärlich, weil private Investitionen in diesem Bereich aufgrund schlechter Gewinnaussichten nicht getätigt werden. Auch hier wird künftig die öffentliche Hand gefordert sein, komplementär zu den laufenden privaten Forschungsaktivitäten in den Industrieländern zu investieren, um durch biotechnologische Forschung

die Stabilisierung und Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion in Entwicklungsländern zu beschleunigen.

Biotechnologische Komponenten werden in die herkömmliche Pflanzenzüchtung integriert, so daß diese eine Beschleunigung erfährt. So ermöglicht die Biotechnologie die Verkürzung der Entwicklungsdauer von 10 auf 6 Jahre für die Entwicklung einer neuen Sorte bis zur Anwendungsreife. Auch die Züchtung auf mehrere Ziele (stärkere Berücksichtigung ortsspezifischer Besonderheiten) kann mit Hilfe biotechnologischer Verfahren in kürzerer Zeit gelingen. Sobald die optimalen Lösungen für Züchtungsmethoden unter Einbezug biotechnologischer Komponenten gefunden sind, können diese auch von nationalen Forschungsinstituten in Entwicklungsländern aufgegriffen werden.

3 Zugang zu biotechnologischen Fortschritten

3.1 Trägerstruktur biotechnologischer Forschung

Im Unterschied zur technischen Fortschrittsentwicklung der grünen Revolution, die im wesentlichen ein Produkt der Forschung öffentlicher bzw. öffentlich geförderter Institutionen war, stellt sich die Trägerstruktur der modernen biotechnologischen Forschung erheblich komplexer dar. Die biotechnologische Forschung wird zum überwiegenden Teil vom privaten Sektor finanziert (Übersicht 2 und 4) bzw. in enger Anwendung an private Unternehmen durchgeführt, mit weitreichenden Konsequenzen bezüglich der Verfügbarkeit für Dritte. Um die Frage des Zugangs zu biotechnischen Forschungsergebnissen für Entwicklungsländer beurteilen zu können, ist es erforderlich, die Entwicklung und heutige Trägerstruktur der Biotechnologieforschung zu diskutieren.

Übersicht 2: Regionale Verteilung von privaten und öffentlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung in der Biotechnologie (1985) (in US-$ Mill.)

Region	Privater Sektor	Öffentl. Sektor	Insgesamt
USA	1,500	600	2,100
EG	700	300	1,000
Japan	400	200	600
Andere	100	200	300
Insgesamt	2,700	1,300	4,000

Übersicht 3: Sektorelle Verteilung von Ausgaben für Forschung und Entwicklung in der Biotechnologie in landwirtschaftlichen und anderen Bereichen (1985) (in US-$ Mill.)

Sektor	Landw. Bereich	Andere Bereiche	Insgesamt
Privat	550	2,150	2,700
Öffentlich	350	950	1,300
Insgesamt	900	3,100	4,000

Übersicht 4: Private und öffentliche Ausgaben für Forschung und Entwicklung in landwirtschaftlichen Bereichen der Biotechnologie (1985) (in US-$ Mill.)

Landwirtsch. Bereiche	Privater Sektor	Öffentl. Sektor	Insgesamt
Mikrobiologie	200	100	300
Saatgut	350	250	600
Insgesamt	550	350	900

Quelle: OTA 1988 (zitiert nach Persley 1988)

Die Anfänge der kommerziellen Anwendung moderner Biotechnologie datieren um die Mitte der 70er Jahre. Das erste moderne Biotechnologieunternehmen, Gentech, wurde 1976 gegründet (PERSLEY, 1988, S. 3). Es begann kurze Zeit später mit der gentechnischen Produktion des menschlichen Insulins. Die Anzahl der Biotechnologieunternehmen wurde Ende 1988 auf etwa 600 geschätzt, die größte Zahl davon in den USA. Daneben sind europäische Länder, Japan, Kanada und Australien die wichtigsten Länder kommerzieller biotechnologischer Nutzung.

Der rapide Anstieg der biotechnologischen Industrie liegt in den großen Markterwartungen begründet. Das Verkaufspotential für biotechnologisch hergestellte Produkte für den Agrarsektor wird allein für die USA im Jahr 2000 auf US-$ 100 Mrd. (in Preisen von 1988) geschätzt, worunter die wichtigsten Komponenten Saatgut (65 %) und tierische bzw. veterinärmedizinische Produkte (25 %) sind (WYKE, 1988).

Entsprechend der großen Markterwartungen sind die Investitionen in Forschung und Entwicklung erheblich. Verläßliche Daten über Forschungsausgaben in diesem Bereich sind schwer zu bekommen. Unter dem Vorbehalt erheblicher Unterdeklarierung hat das 'Office of Technology Assessment' (OTA) des US-Kongresses für 1985 Zahlen veröffentlicht, die in den Übersichten 2, 3 und 4 wiedergegeben werden. Weltweit wurden für 1985 die gesamten Forschungs- und Entwicklungsausgaben für moderne Biotechnologie auf US-$ 4 Mrd. geschätzt. Davon entfielen etwa zwei Drittel auf den Privatsektor. Die Ausgaben für Biotechnologieforschung im landwirtschaftlichen Bereich wurden auf US-$ 900 Mill. geschätzt, etwa 22 % der Gesamtausgaben. Diese US-$ 900 Mill. stehen im Jahr 1985 einem Gesamtetat der 13 CGIAR Agrarforschungszentren von US-$ 210 Mill. (1988: US-$ 250 Mill.) gegenüber. Von den gesamten landwirtschaftlichen Biotechnologieforschungs- und Entwicklungsausgaben entfielen etwa zwei Drittel auf den Saatgutbereich und ein Drittel auf mikrobiologische Forschung. Der Privatsektor spielt auch im Agrarbereich mit 60 % Anteil an den Ausgaben die dominierende Rolle.

Die herausragende Bedeutung der vom Privatsektor getragenen Forschung, in der modernen Biotechnologie liegt darin begründet, daß für viele neue Technologien in diesem Bereich Patente oder andere Formen der Protektion der Entwicklungsergebnisse gewährt bzw. erhofft werden, so daß die neuen Erfindungen sich kommerziell auf längere Zeit vorteilhaft ausnutzen lassen. Der Patentschutz auf biotechnologische Innovationen ist insbesondere in den USA weit ausgedehnt worden (EVENSON und PUTNAM, 1989). So sind in den USA die Patentanträge für biotechnologische Innovationen von 2 200 im Jahr

1984 auf 3 300 im Jahr 1985 angestiegen. Die Genehmigungsrate liegt bei etwas über 40 % (PERSLEY, 1988). Die USA sind auch, angeregt durch das erhebliche Potential des Biotechnologiemarktes, der Hauptinitiator hinter den Bemühungen einer Ausweitung des Schutzes geistigen Eigentums im Rahmen der GATT Verhandlungen. Die wichtigsten Ereignisse in der US-Patententwicklung auf diesem Gebiet waren:

- 1980: Entscheidung des Supreme Court, daß Mikroorganismen unter geltendem Recht patentierbar sind (Diamond v. Chakabarty);

- 1980: US-Patentbüro gewährt Patent auf ein Verfahren zur Herstellung rekombinierter DNA;

- 1985: US-Patentbüro gewährt Patentschutz auf eine genetisch konstruierte Pflanze;

- 1987: US-Patentbüro gewährt Patentschutz auf ein genetisch konstruiertes Tier (Harvard Maus) (OTA, 1984; WYKE, 1988; PERSLEY, 1988).

Die Hauptinvestoren im landwirtschaftlich nutzbaren Biotechnologiebereich sind a) neue Biotechnologieunternehmen, b) Agro-Chemie Konzerne und Saatgutunternehmen, und c) andere Großunternehmen, besonders in der Nahrungsmittelverarbeitung. Es ist ebenfalls eine wachsende Tendenz zur Fusion und zum Aufkauf von Saatgutunternehmen durch Agrochemiekonzerne zu beobachten (WYKE, 1988). Darin scheint sich auch die in jüngster Zeit insgesamt nüchternere Einschätzung des Biotechnologiemarktes und ein durch Überinvestition ausgelöster verschärfter Wettbewerb um Marktanteile auszudrücken (BUTTEL, 1989).

Diese Strukturentwicklung ist auf drei charakteristische Merkmale der modernen Biotechnologie zurückzuführen. Sie ist
- wissensintensiv,
- kapitalintensiv und
- erfordert ein weitentwickeltes Vermarktungsnetz.

Viele der sogenannten 'neuen Biotechnologieunternehmen' sind von Wissenschaftlern an Universitäten oder Forschungsinstitutionen gegründet bzw. mitgegründet worden. Sie waren anfangs kleine Unternehmen, die das 'know how' und die Verbindung zur biologischen Grundlagenforschung einbringen. Ihr Hauptproblem ist der Mangel an Kapital und fehlendes Marketing- und Verteilungsnetz. Hier bietet sich eine engere Anlehnung an größere Unternehmen, die diese Lücken füllen können, geradezu an. Joint Ventures, Lizenzvertragsproduktion, Auftragsforschung oder Verkauf an das kapitalkräftige Unternehmen sind die üblichen Formen.

Die Konzerne der Chemie und Nahrungsindustrie sind in der Regel den anderen Weg gegangen. Sie verfügen über Kapital und ein internationales Vermarktungs- und Verteilungssystem. Sie entwickeln biotechnologische Forschungs- und Entwicklungskapazitäten entweder durch Aufbau eigener Labors, durch Auftragsforschung mit Universitäten oder Forschungsanstalten oder durch Zusammenarbeit mit spezifischen Biotechnologieunternehmen (PERSLEY, 1988).

3.2 Auswirkungen der Trägerstruktur auf Entwicklungsländer

Die überwiegend vom privaten Sektor der Industrieländer finanzierten Forschungs- und Entwicklungsausgaben sind vornehmlich auf die Märkte der Industrieländer gerichtet; sie bieten die größten Absatzchancen für neue Biotechnologieprodukte. Die Märkte der Entwicklungsländer spielen allenfalls marginal eine Rolle in der Investitionsplanung dieser Unternehmen.

Mit der überragenden Rolle des privaten Sektors und damit der Vertraulichkeit der Ergebnisse zum Zwecke der kommerziellen Nutzung und des Bemühens, anderen den Zugang zu den Innovationen durch Patente oder andere Maßnahmen zu verwehren, werden für Entwicklungsländer die Kosten des Zugangs und des Erwerbs biotechnischer Innovation im Vergleich zu einer vom öffentlichen Sektor betragenen Forschung, wie im Falle der grünen Revolution, höher sein.

3.3 Förderung der Biotechnologie in der Forschungspolitik

Entwicklungsländer selbst haben bisher nur in begrenztem Umfang versucht, eine eigene Biotechnologieforschung aufzubauen. PERSLEY unterscheidet drei Gruppen von Entwicklungsländern entsprechend ihrer unterschiedlichen Aktivität in Relation zur Biotechnologie:

1) Länder mit generellem Interesse aber keiner konkreten Aktivität im Bereich Biotechnologie;

2) Länder mit einer nationalen Politik und einem formulierten Programm, vorwiegend auf dem Gebiet traditioneller Biotechnologie jedoch mit schwacher Implementierung; und

3) Länder mit einer nationalen Politik und einem aktiven Programm für den Aufbau moderner biotechnologischer Forschung und Entwicklung.

Die überwiegende Mehrzahl der Entwicklungsländer fällt in die Kategorie 1) und 2). Lediglich zehn Entwicklungsländer verfolgen ein aktives biotechnologisches Forschungs- und Entwicklungsprogramm (PERSLEY, 1989), darunter Brasilien und Mexiko, China, Indien, Indonesien, Malaysia, Singapore und Thailand. Afrikanische Länder sind in dieser Kategorie nicht zu finden.

4 Schlußfolgerungen und Konsequenzen für die internationalen Agrarforschungszentren

Wie oben erwähnt, wird die Biotechnologie von erheblicher Bedeutung für Entwicklungsländer sein. Es ist nicht zu erwarten, daß sie die Anfang der 80er Jahre gesetzten Erwartungen einer 'Wundertechnologie', die das Hungerproblem über Nacht lösen wird, erfüllen kann, aber sie wird sicherlich wichtige Beiträge zu landwirtschaftlichen Produk-

tivitätssteigerungen ermöglichen und bedeutende Veränderungen in der industriellen Herstellung landwirtschaftlicher Rohstoffe hervorrufen. Dies allerdings zuerst in Industrieländern. Damit wird die Entwicklung der modernen Biotechnologie die komparativen Vorteile verschieben und zwar zugunsten der Industrieländer. Damit wird sie wahrscheinlich dazu beitragen, den Vorsprung der Industrieländer zu erweitern. Zu erwarten ist aber nicht nur eine Vergrößerung der Disparitäten zwischen Industrie- und Entwicklungsländern, sondern wegen der ungleichen Fähigkeiten im biotechnologischen Bereich innerhalb der Dritten Welt werden wahrscheinlich auch die Disparitäten zwischen Entwicklungsländern größer werden. Unter den Entwicklungsländern werden es vor allem die oben erwähnten schon weiter entwickelten Länder sein, die biotechnologische Innovationen zuerst werden entwickeln und nutzen können. Dies sind in erster Linie die Länder, die schon jetzt am oberen Ende der Erfolgsskala unter den Entwicklungsländern zu finden sind, darunter auch die Entwicklungsländer, die die höchsten Produktivitätssteigerungen aus den Innovationen der grünen Revolution erzielen konnten.

Die mit biotechnologischen Innovationen einhergehenden erheblichen komparativen Kostenverschiebungen werden um so größer sein und sich um so ungünstiger für Entwicklungsländer auswirken, je schwieriger es für die sein wird, Zugang zu biotechnologischen Fortschritten selbst zu bekommen und solche Innovationen anzuwenden. Dem entgegenzuwirken muß Aufgabe der internationalen Entwicklungszusammenarbeit sein. Den internationalen Agrarforschungszentren (IARCs) kommt dabei eine vorrangige Bedeutung zu. Folgende Fragen sollten dabei berücksichtigt werden:

1) **Förderung entwicklungsrelevanter biotechnologischer Innovationen**
Die dominierende Rolle des Privatsektors in der biotechnologischen Forschung und Entwicklung in den Industrieländern tendiert dazu, die Arbeiten auf Produkte und Prozesse zu richten, die für Entwicklungsländer wenig relevant sind bzw. ihren Interessen entgegenstehen. Hier gegenzusteuern muß Aufgabe der internationalen Entwicklungszusammenarbeit sein. Die internationalen Agrarforschungszentren sollten sich primär auf solche biotechnologischen Innovationen konzentrieren, die auf die Anwendung in Entwicklungsländern gerichtet sind. BUTTEL betont in diesem Zusammenhang die Notwendigkeit zusätzlicher Förderung von "orphan biotechnologies", d.h. solcher biotechnologischer Forschungseinrichtungen, die von der privatsektororientierten Industrieländerforschung stiefmütterlich behandelt werden (BUTTEL, 1989). Die Ausrichtung auf entwicklungsländerrelevanten Biotechnologieforschung eröffnet für die IARCs die Möglichkeit, komplementäre Forschungsaufgaben zu übernehmen und bietet damit eine Basis der Kooperation mit der Industrieländerforschung. Diese Position hat auch das Technical Advisory Committee der CGIAR bezogen (CGIAR-TAC, 1988). Dabei sollte sich die Forschung der IARCs auf die Probleme der ärmsten unter den Entwicklungsländern konzentrieren; dies sind die Länder, die am wenigsten von den Technologien der Grünen Revolution profitiert haben (LIPTON und LONGHURST, 1985), die häufig die schwierigsten ökologischen Bedingungen aufweisen und die selbst die geringsten Chancen haben, eigene Forschung in diesem Bereich zu betreiben (BUTTEL und BARKER, 1985).

2) **Förderung der Ausbildung in Biotechnologie**
Die bilaterale und internationale Entwicklungszusammenarbeit sollte der Förderung der

Ausbildung in diesem Bereich hohe Prioritäten beimessen. Die Bildung von Humankapital in diesem Bereich ist nicht nur für den Aufbau zukünftiger Forschungskapazitäten, sondern auch für die Anwendung biotechnischer Innovationen und die damit bedingte Anpassungsforschung und -entwicklung erforderlich.

3) Nationale Biotechnologieförderung

Die bilaterale und internationale Förderung der biotechnologischen Forschung und Entwicklung in Entwicklungsländern kann nur Erfolg haben, wenn Entwicklungsländer selbst ein sinnvolles biotechnologisches Forschungs- und Entwicklungskonzept entwickeln und ein aktives Programm verfolgen. Dabei sollten die Grenzen der Biotechnologie und ihr zur traditionellen Agrarforschung komplementärer Charakter gesehen werden. Biotechnologie wird kein Substitut für traditionelle Agrarforschung sein können. Um biotechnische Innovationen auf Betriebsebene anwendbar zu machen, wird nach wie vor traditionelle Agrarforschung notwendig bleiben. Dies impliziert, daß die nationale Agrarforschungspolitik bei der Förderung der Biotechnologie den Ausbau und die Stärkung der traditionellen Agrarforschung nicht vernachlässigen darf.

4) Biotechnologietransferzentrum

Bei der dominierenden Rolle, die der Privatsektor in der biotechnologischen Forschung und Entwicklung spielt, ist die Frage der Sicherung eines fairen Zugangs zu biotechnischen Neuerungen für Entwicklungsländer von entscheidender Bedeutung. In der internationalen Diskussion wird dabei auch die Möglichkeit der Einrichtung einer 'Biotechnology Transfer Unit' angesprochen (PERSLEY, 1989). Sie könnte etwa nach dem Modell des International Centre for Settlement of Investment Disputes, das bei der Weltbank zur Beratung und Schlichtung von Streitfragen bei internationalen Direktinvestitionen eingerichtet wurde, funktionieren. Ein solches Biotechnologietransferzentrum müßte die Rolle eines unparteiischen Vermittlers einnehmen und sich dazu das Vertrauen aller Partner sichern. Zu seinen Aufgaben sollte zählen: Die Unterstützung bei Lizenzverhandlungen, die Beratung bei Patententscheidungen, bei Freigabe von biotechnischen Produkten und bei Speicherung und Verkauf von Genmaterial und die schiedsrichterliche Entscheidung bei Streitfragen. Das CGIAR müßte in diesem Zusammenhang aktiv beteiligt sein.

Literaturverzeichnis

Agrarwirtschaft, Heft 12 (Dezember) der Jahrgänge 1986, 1987, 1988.

BARKER, R.: Socio-Economic Impact of Modern Biotechnology on World Trade and Economic Development in the Developing Countries. - Biotechnology Study Project Papers - Summary. World Bank-ISNAR-AIDAB-ACIAR, May 1989.

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Freising-München, Jahresbericht 1987/1988, S. 40.

BREM, G., STEINMANN-OELCK, E. und WINTER, S.: Chancen und Risiken der Biotechnologie für die Dritte Welt. - Diskussionspapier, erstellt im Auftrag der GTZ. April 1989.

BUTTEL, F.H.: Sociological Impacts of Modern Biotechnology in Developing Countries. - Biotechnology Study Project Papers - Summary. World Bank-ISNAR-AIDAB-ACIAR, May 1989.

BUTTEL, F.H.: The Socioeconomic Impact of Biotechnologies for Developing Countries. CTA/FAO Symposium "Plant Biotechnolgies for Developing Countries". - Luxembourg 1989.

BUTTEL, F.H. und BARKER, R.: Emerging Agricultural Technologies, Public Policy, and Implications for Third World Development: the Case of Biotechnology. - American Journal of Agricultural Economics 67 (1985), S. 1170-1175.

Consultative Group on International Agricultural Research: The Role of Biotechnology in the CGIAR. - TAC Position Paper for International Centers' Week. Washington, D.C., 1988.

Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE): Biotechnologie in der Pflanzenzüchtung und Pflanzenernährung zum Nutzen der 3. Welt. Aktualisierung und Orientierung der Forschungsaktivitäten in der BRD. - Expertengespräche in Feldafing, Kurzbericht. Mai 1989.

Deutschland (Bundesrepublik), Enquete-Kommission: Chancen und Risiken der Gentechnologie. - In: Dt. Bundestag (Hrsg.): Zur Sache, Themen parlamentarischer Beratung, 1 (1987).

DOEL, K. van den und JUNNE, G.: Product Substitution through Biotechnology: Impact on the Third World. - Trends in Biotechnology 4 (1986), S. 88-90.

EVENSON, R.E. und PUTMAN, J.: Intellectual Property Rights and Biotechnology. - Biotechnology Study Project Papers - Summary. World Bank-ISNAR-AIDAB-ACIAR, May 1989.

GOTSCH, N.: Zukünftiger biologisch-technischer Fortschritt im Pflanzenbau. - Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Sept. 1988.

GSÄNGER, H.G.: Biotechnologischer Fortschritt und bäuerliche Landwirtschaft afrikanischer Länder. - Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIA), Berlin 1987.

HEBESTREIT, R.: "Grüne Revolution" und Gentechnik: Zur Kritik an Konzeption und Methoden der Ernährungssicherung in der "Dritten Welt". - Berlin 1989.

HERDT, R.W.: Equity Considerations in Setting Priorities for Third World Rice Biotechnology Research. - Development: Seeds of Change 4 (1987).

IFPRI Report. - Washington, D.C., 1988.

IRRI: Biotechnology in International Agricultural Research. - Manila 1985.

KALTER, R.J. und TAUER, L.W.: Potential Economic Impacts of Agricultural Biotechnology. - American Journal of Agricultural Economics 69 (May 1987), S. 420 ff.

KENNEDY, M. und BUTTEL, F.: Biotechnology - Prospects and Dilemmas for Third World Development. - In: de BOER, S. et al. (Hrsg.): Development and Change, The Hague 16 (1985), S. 61-91.

LIPTON, M. und LONGHURST, R.: Modern Varieties, International Agricultural Research and the Poor. - World Bank. Washington, D.C., 1985.

OTA (U.S. Congress, Office of Technology Assessment): Commercial Biotechnology: An International Analysis, OTA-BA-218. - U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1984.

PERSLEY, G.: The Application of Biotechnology in Developing Countries - Background Paper. - Biotechnology Study Project Papers. World Bank-ISNAR-AIDAB-ACIAR, October 1988.

PERSLEY, G.: Agricultural Biotechnology - Opportunities for International Development. - Biotechnology Study Project Papers -Synthesis Report. World Bank-ISNAR-AIDAB-ACIAR, May 1989.

SPANGENBERG, J.: Chance oder Bedrohung für die Dritte Welt? - GID 4 (1988), Nr. 35.

TWEETEN, L. und WELSH, M.: The Economics of Agricultural Biotechnology: Discussion. - American Journal of Agricultural Economics 69 (May 1987), S. 440 ff.

WYKE, A.: The genetic alternative: A summary of biotechnology. - The Economist, London, 30. April 1988.

INDUCED EFFECTS OF PROJECTS, THEORY AND PRACTICE: THE CASE OF IRRIGATION POLICY IN FRANCE

von

J.M. BOUSSARD, Paris (Frankreich)

The economic appraisal of an irrigation project can be tackled from two different points of view. First, as an investment,it increases the stock of capital goods in the economy. As such, it is justified if the opportunity cost of capital is lower than the social benefit which it brings about - whatever the precise meaning of "opportunity cost of capital" or of "social benefit", two very controversial words. But, second, an irrigation project is also a technical progress, which modifies input output coefficients. In that context, it can be evaluated as a technical change, in a general equilibrium framework, by comparing the two situations ("with" and "without") of the whole economy.

Of course, the two points of view are closely related. Especially, the shadow pricing theory provides a bridge between the two. It can be shown that, under reasonable assumptions, shadow prices are related to the dual solution of a mathematical programming model of the whole economy (CHERVEL, 1971). In addition, separability theorems (cf BESSIERE and SAUTER, 1968) show that shadow prices provide a way of designing a project in a purely microeconomic setting, just as if it were the result of a macroeconomic optimization. Since, in general, project evaluators are also project designers, it is not surprising that they prefer the more practical shadow price approach. But things are different from the point of view of a government, which is not directly involved in design, and which may have to finance a large number of small projects. In such a context, the aggregate project may be so big as to make unjustified the shadow price invariance assumption. In addition, one may be interested in other considerations, such as the redistributive effects of projets, or their impact on macro economic variables, such as rates of exchange or wages. Then, a full general equilibrium model is needed. It is the purpose of this paper to present an attempt along that line.

Before entering into the thrust of this paper, let us point out a peculiarity of technical progress in agriculture, tied with the low clasticity of demand for agricultural products.A parable will serve to introduce the main idea. Imagine a primitive tribe, insulated from the rest of the world, and so poor that agriculture is the only consumption good. Suppose that, by a sudden and unexpected gift of God, all technical coefficients are divided by two, in such a way that productivity and incomes are doubled. According to Engel's law, the aggregate demand for food increases, but is not multiplied by two. An excess of agricultural commodities will therefore take place. At the same time, a demand for non agricultural goods is not satisfied. In this context, dramatic structural changes must occur in this economy. Either non food production activities are to be put in action, or foreign links must be established, in order to exchange excess quantities of food against industrial commodities, or both. If none of these possibilities is open, then the technical

change is useless, and cannot have any impact of the tribe 's welfare, except, perhaps, by providing unwanted leisure time.

This story is at the point of departure of many studies in development economics, beginning with Arthur LEWIS (1954), and continued with JORGENSON (1967), LELE and MELLOR (1981) and many others. It has been first envisaged as the core of intersectoral equilibrium and capital accumulation theories. But it goes beyond that, by showing that technical change in agriculture does not generate its own demand. Therefore, agricultural progress is necessarily associated with a reorganization of the entire economy. It is another purpose of this paper to investigate available means of studying such changes.

I - Alternative models of national economies.

Thus we are seeking a model which must reflect general equilibrium considerations, and describe how is production distributed and consumed or saved. It must allow for technical choices, since a project is basically a technical innovation. It must be multisectoral, in order to show the interactions between agriculture and other sectors. It should be dynamic, although using properly discounted values makes this necessity less stringent.

Computable General Equilibrium Models (CGEM's) represent a possibility in this respect[1]. They are derived from Social Account Matrices (SAM's). A SAM is a generalized Leontieff table, the entries of which are not only the various productive sectors (as in an interindustry table), but also the factors which distribute added value among various categories of institutions, as well as these institutions themselves (which can buy comodities for consumption or saving).

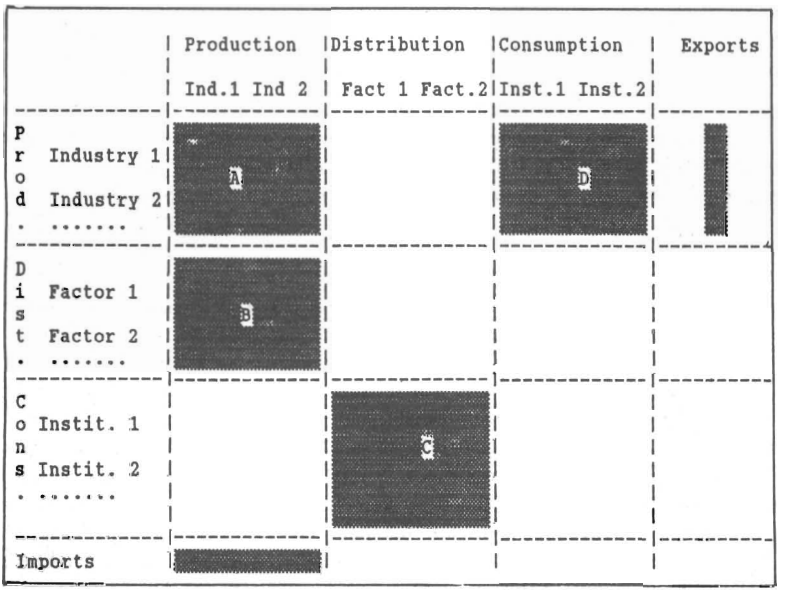
Therefore, the general layout of a SAM resemble the table of figure 1, where the matrix A is an ordinary input output interindustry table, whereas matrix B shows how is value added distributed across factors, matrix C how does income accrue to institutions,and matrix D how are institutional incomes spent over commodities[2]. Imports and exports close the accounts, in such a way that the sum of each row accross columns equals the sum of the corresponding column accross rows.

T being the original SAM ,a matrix H can be derived from T by dividing each column by its across rows total. H is then a technical coefficient matrix, expressed in $ per $. H itself can be converted into a true technical matrix Q, in "tons per tons", by dividing each cell by the corresponding row and column prices. Formally:

(1) $$Q = P^{-1}HP^{-1},$$

1) The initiator of this type of model, after Leontieff, is certainly JOHANSSEN (1960). Many books of the 80's deal with related matters, especially WAELBROECK ans GINSBURGH (1985).
2) Description of SAM's, and guidelines to built them can be found in PYATT and ROE (1977), as in many other publications, especially from the World Bank (cf PYATT and ROUND, 1985).

Figure 1: Typical layout of a SAM



where P represents the diagonal matrix coresponding to the price vector P,and Z the vector of activity levels. Z and P are related to Q by : (4)

(2) $(I-Q)\,Z = Z$, and $(I-Q')P=P$.

Since Q is square, this provides 2^n equations for 2^n unknowns. But this is not sufficient to fully determine P and Z, because, by the very construction of Q, the matrix (I-Q) is singular. Therefore, the system has to be closed by additional equations. Discussions about the correct way of doing it are not going to an end, despite the well established fact that the choice of a "closing rule" is determinant for the outcome of this type of model[3].

Three kinds of possibilities exist in this respect:

1°)Make matrix Q price dependant,throught the use of production or of consumption functions (This is especially the case for the submatrices of Q corresponding to matrices A,B, and D in figure 1).Thus:

(3) $Q=F(P)$

3) cf BELL (1979), TAYLOR and LYSY (1979), or RATTS (1982).

2°)Defining import supply and export demand functions,as well as a rate of exchange between domestic and international prices P and P_w.Then:

(4) $X=G_x(P_w-P)$, and: $M=G_m(P_W-P)$

where X and M are exports and imports,respectively, whereas G_x and G_m are the corresponding supply and demand functions[4]. The rate of exchange is then determined throught money supply. The latter is the difference between export and import values, which impiges on prices throught an analogue to the famous Fisher equation:

(5) $PZ=KP'(X-M)+e_0$

where e_0 represents an exogenous money creation,and K a constant (tied with the "velocity of money").

3°) Defining factors adjustment rules. For instance in a "neoclassical" setting, it will be assumed that the price of labour is variable,and the labour quantity fixed. Then, the equilibrium will determine the labour price in such a way as to make all available labour fully employed. But it may be contended that this is not actually the way the labour market is cleared in developped countries. Rather,the domestic price of labour is fixed by arrangements between governments and unions,so that the market is cleared by leaving a certain portion of the labour force unemployed. In that case, a "Keynesian" closure will produce quite different results.

Introducing such considerations into models sligthly complicate them, without really removing the superb simplicity of equations (2). Of course,the model is no more linear. But since we are not interested in computing the general equilibrium from scratch, but, rather, to examine the behaviour of the solution in the vicinity of an existing equilibrium, it is always possible to linearize the problem by taking the first derivatives of all equations, and solving for differentials by a simple matrix inversion.

To some extent, models of this kind[5] can be considered as proxies for the general planning model of the economy alluded to above. They are not dynamic, and this is a serious drawback. But it is possible to give them a dynamic flavour, by solving them recursively, the capital available at period t being deduced from capital of period t-1, increased by net saving[6]. On the other hand, if the social utility function is defined as the maximisation of the sums of consumers and producers surpluses[7], the two models are basically identical, but for "details", such as aggregation levels, or closing rules. Unfortunately, these details are important, and are the subject of many discussions among

4) Alternatively, it is also possible to define X and M as different commodities, with a possible substitution to domestic commodities in production or in consumption. This increases the size of matrices to be inverted.
5) A full description of the model reported here can be found in BOUSSARD et al. (1985).
6) No attempt in this direction has been made for the present study. But the idea has been used in another context, cf BOUSSARD (1987).
7) That is, if it is assumed that the governmental's goal is to make the economy closer to the pattern which would theoretically emerge in an ideal free market situation.

general economists. Without trying to summarize them, let us now report an application to irrigation policy in France.

II - Application

A - French irrigation into the CGEM

Irrigation policy in France is an outstanding example of governmental intervention into the definition of agricultural input/output relationships. The question arises, therefore, of the effects of these interventions on the general french economy.

In order to give it an answer ,a 33*33 Social Account Matrix (Called T hereafter) was built up for each of the 11 years (1970-1980) of the study, at the national level,using data from the regularly issued 15*15 interindustry table of the french national accounts, and additional information from various sources. Then, the ex post primary effects of the "French Irrigation Project" (FIP) were determined. The FIP is the aggregate of all known subsidized irrigation projects between 1960 and 1980. In fact, only a sample of these projects was selected, from the files of local representatives of the Ministry of Agriculture. For each of the selected projects, investment costs were computed from records, and broken down in categories comformable with the headings of table T. Similarly, local experts were requested to indicate what would have been the agricultural evolution of commanded areas in the absence of irrigation, thus permitting the preparation of classical "with/without" tables. The latters were also tailored in order to fit the table T pattern. They were added year by year to the investment tables. This is discussable, because this means that the benefits of one project will serve to pay for the costs of another. But it makes sens at the national policy level. At the end of the process, a set of 11 dT^* tables, entirely superposable with the corresponding T, were available[8].

The next step was to compute, for each year, the FIP induced changes in national accounts. This was done using the following equation:

(6) $$(\check{Z}P+\check{Z})(\tilde{O}P+\tilde{O}) = {}_{*}\check{T}P_{T-}\check{d}+\left[{}_{*}\check{Z}P-\check{Z}P+\check{Z}\right](\tilde{O}P+\tilde{O})$$

where:

-Q is the already defined input output coefficient matrix.dQ is the total response to the exogenous change dT^*.Q_C is the induced response only, that is, the total change in Q, less the exogenous change dT^*/T.

-dT^* is the exogenous transaction matrix already defined.

-dZ^* is the diagonalized exogenous change in activity levels ascribable to the project (that is, the output of project).

8) These tables are "small changes" to table T: this is the reason for why they are considered as differentials. Moreover, they are exogenous: hence the star.

-Z and P are the diagonal matrices deducted from the activity and price vectors respectively. dZ and dP are the corresponding differentials.

This equation simply states that the total change in every cells of T is the sum of an exogenous and of an endogenous change. After suitable transformations, (and taking account of other relations, such as (4), (5), and 6)), it can be cast under the standard form of a system of linear equations in dQ,dZ,and dP.

B Results

The direct effects of irrigation in France, as derived from the projects sample, consist in investment costs which growth from 484 million constant 1890 Francs in 1971 up to 8838 million Francs in 1980. The benefits are of the same order of magnitude, so that the overal benefit cost ratio is always near 1, although it may vary considerably (from 0.5 to 2) from one project to another.

The "central" run of the model suggests that irrigation develops large and, in general, highly beneficial effects: By decreasing costs of production, it lowers agricultural prices, even more nominal wages, and retail prices, through the transmission of induced effects. As a consequence, the rate of exchange is improved, and the situation of non irrigating farmers worsened. But the households real income increases,as well as real saving. Agricultural exports decrease, and non agricultural exports increases, because the fall in agricultural prices is less than, and the fall in non agricultural prices is greater than, the appreciation of the domestic currency.

There results were obtained using "favorable" values for the most difficult to evaluate parameters of the model. It was assumed that the foreign demand was elastic enough for that increased quantities could be absorbed by international markets without significant price changes. It was also assumed that the elasticities of substitution of the CES functional forms which represented production possibilities were relatively high (O.5., that is something between 1, which corresponds to the Cobb Douglas production fonction, and which is definitely too large, and 0, which corresponds to fixed coefficients,and which is certainly too small).

But under "bad" conditions, with zero foreign demand elasticity, and zero substitutability in the economy,almost the opposite is true. Then, retail prices and nominal wages increase, as well as agricultural prices. The rate of exchange is deteriorating. Employment and households incomes fall. Ironically, agricultural production increases, because the fall in the rate of exchange prevents importing agricultural commodities from the outside.

By contrast, other runs of the model do not support the ideas according to which results could be sensitive to parameters such as the velocity of money,or the mode of project financing (either throught tax increases[9],or by mere money creation). Similarly,the level

9) Tax increases can be accomodated for in this model if one of the institutions is the "government", the resources of which depend upon specific "technical coefficients" representing in fact taxations rules.

of agregation (The model was run in aggregate form, with only two production sectors instead of 15, without noticeable changes) was not found to be important, at least for the general physionomy of results.

CONCLUSIONS

How can these findings be interpreted ? The most striking result is that large losses or benefits can occur under circumstances completely out of control of the authorities which deliver subsidies. In effect, the degree of substitutability or the foreign demand for exports are not under control of national authorities. The latters, therefore, perform bad or good whithout knowing what they really are doing.

In addition, although predictable on purely intuitive grounds, the above findings concerning the importance of flexibility and of substitutability are impressive by their magnitude. This is probably the main lesson to be drawn from this exercise: the same project, the same innovation ,in exactly the same price system, can have very different consequences according to the context within which it is inserted. Now, the causes of economic rigidities are numerous: Factor fixity is one of them, but also, transaction costs, uncertainty, institutional setting, etc.. There is therefore a wide field for further research in:

i-Checking the assertion according to which flexibility and substitutability are important in CGEM,and determining why is it so.

ii-Identifying the sources of these rigidities,and interpreting them in terms of technical, economical and sociological analysis, especially in developping countries.

Insofar as the methodology just described is not only applicable to project analysis, but also to the consequences of any technical change[10],it is worth of consideration for agricultural economists.

References

BELL, C.: The behaviour of actual economies under different closing rules. - Journal of development economics, 6(1), 1979, p. 47-72.

BESSIERE, F. and SAUTER, C.: Optimization and suboptimization. - Management sciences, theory series 15 September 1968, p. 1-11.

BOUSSARD, J.M., ADDA, A., PIVOT, J.M., et al.: Les effets induits de l'irrigation en France, mimeo. - INRA. Paris 1985.

BOUSSARD, J.M.: Le progrès technique et l'équilibre Agriculture Industrie dans les modèles calculables d'équilibre général. - Economie et Société 7 (1987), p. 7-36.

CHERVEL, J.M.: L'évaluation des projets en économie sous développée: essai de typologie des méthodes. - Tiers Monde 15 (59-60), p. 771-804, juillet décembre, 1971.

10) See BOUSSARD (1987) for dynamic applications to the consequences of various typical technical changes.

GITTINGER, P.J.: Economic analysis of Agricultural projects. - John Hopkin University Press. Baltimore 1981.

JOHANSEN, L.: A multisectoral study of economic growth. - North Holland, Amsterdam 1960.

JORGENSON, D.W.: Surplus agricultural labour, and the development of a dual economy. - Oxford economic papers 19 (3) (1967), p. 288-312.

LELE, U. and MELLOR, J.W.: Technological change, distributive bias and transfer in a two sectors economy. - Oxford Economic Papers 33 (3) (1981), p. 426-441.

LEWIS, W.A.: Economic development with unlimited supply of labour. - The Manchester school 22 (1954), p. 139-91.

PYATT, G. and ROE, A.: Social Account Matrices for development planning, with special reference to Sri Lanka. - Cambridge University Press. Cambridge 1977.

PYATT, G. and ROUND, J.I. (editors): Social Accounting Matrices. A basis for planning. World Bank. - Washington 1985.

RATTS, J.: Different macro closures of the original Johansen model, and their impact on policy evaluation. - Journal of policy modelling 4(1) (1982), p. 85-97.

TAYLOR, L. and LYSY, F.J.: Vanishing income redistribution: Keynesian clues about model surprises in the short run. - Journal of development economics 6(1) (1979), p. 11-30.

WAELBROEK, J.L. and GINSBURGH, V.A.: Activity Analysis and General Equilibrium Modelling. - North Holland, Amsterdam 1981.

ANSÄTZE ZUR QUANTIFIZIERUNG TECHNISCHER FORTSCHRITTE IN DER LANDWIRTSCHAFT - EINE DARSTELLUNG VERSCHIEDENER AUF PRIMALEN VORGEHEN BASIERENDER VERFAHREN -

von

H. HOCKMANN, Göttingen

1 Einleitung

Technische Fortschritte treten in einer Volkswirtschaft "durch die Anwendung neuer Produktionsverfahren", "die Schaffung neuer und qualitativer verbesserter Güter" und "die Entwicklung und Nutzbarmachung neuer Mittel und Wege zur besseren Befriedigung menschlicher Bedürfnisse" in Erscheinung (WALTER, 1977, S. 569).

Bedenkt man die Vielzahl von Veränderungen, die auf einzelwirtschaftlicher Ebene stattfinden, wird deutlich, daß die oben ausgeführte Unterteilung nach qualitativen Kriterien für eine quantitative Untersuchung auf aggregierter Ebene (sektoraler und volkswirtschaftlicher) wenig geeignet ist. Empirische Untersuchungen auf Basis einer Datengrundlage auf hohem Aggregationsniveau zur quantitativen Erfassung technischer Fortschritte sind daher nicht an den Formen, sondern an den Auswirkungen technischer Fortschritte ausgerichtet. Dabei wird von der Annahme ausgegangen, daß technische Fortschritte die Qualität der eingesetzten Produktionsfaktoren verbessern, so daß mit dem bestehenden Faktorbestand eine höhere Produktionsmenge erzeugt werden kann. Die Wirkung technischer Fortschritte zeigt sich somit in einer Erhöhung der totalen Faktorproduktivität und damit in einer Erhöhung der sektoralen Produktionsmöglichkeiten (WALTER, 1977, S. 569).

Im folgenden werden drei Vorgehensweisen zur Bestimmung des Produktivitätswachstums näher erläutert[1)].

2 Produktivitätswachstum und Indextheorie

Im folgenden, wird ausgehend von einer allgemeinen Definition einer Produktionsfunktion

(2.1) $y^t = f(x^t, t)$ $\qquad$ y = Output
x = Inputvektor $x = (x_1 \dots x_I)$

der stetige Divisia-Index zur Messung der totalen Faktorproduktivität vorgestellt. Unter den Annahmen der linearen Homogenität der Produktionsfunktion und der Hicks-Neu-

1) Umfassende Überblicke über die verschiedenen Ansätze zur Analyse der Produktionsprozesse geben DIEWERT (1981) und FORSUND et al. (1980). Die Ausführungen in diesem Referat bleiben auf die Bestimmung des autonomen, nicht faktorgebundenen technischen Fortschritts beschränkt. Erläuterungen zum autonomen, faktorgebundenen und zum induzierten technischen Fortschritt finden sich in HESSE und LINDE (1976, S. 210 ff.).

tralität der technischen Fortschritte (SOLOW, 1957), ist das Produktivitätswachstum zwischen zwei Zeitpunkten durch folgenden Zusammenhang gegeben:

$$(2.2) \qquad \frac{f(t^2)}{f(t^1)} = \frac{y(t^2)}{y(t^1)} \Big/ \exp \int_{t_1}^{t_2} \sum_{i=1}^{I} e_i(t)\, \dot{x}_i \, dt$$

e_i = Produktionselastizität des i-ten Faktors

$\dot{x}_i$ = relative Veränderung des Faktoreinsatzes.

Anwendungen dieses Indexes sind möglich, wenn er durch diskrete Approximation transformiert wird.

Unterstellt man eine linear-homogene Produktionsfunktion und verständige Konkurrenz so gilt, daß die Produktionselastizitäten gleich dem Wertanteilen der Produktionsfaktoren sind. Variieren die Wertanteile im Zeitablauf, lassen sich repräsentative Wertanteile aus dem arithmetischen Mittel der Wertanteile der betrachteten Zeitpunkte ermitteln[2]. Dadurch erhält man für den 2. Term auf der rechten Seite von Gleichung (2.2) den Törnquist-Theil-Index des Faktoreinsatzes.

$$\ln Q_0 \,(p^1, p^2, x^1, x^2) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{I} (S_i^1 + S_i^2) \ln \frac{x_i^2}{x_i^1}$$

S_i = Wertanteil des i-ten Faktors.

DIEWERT (1976, S. 117 ff.) hat gezeigt, daß der Törnquist-Theil-Index die Veränderungen einer translog-Produktionsfunktion abbildet. Diese Funktion gehört zur Gruppe der flexiblen Produktionsfunktionen. Diese sind in der Lage, variable Substitutionsmöglichkeiten wiederzugeben.

Im Gegensatz zum üblichen Vorgehen, die jährlichen Veränderungen auf ein Basisjahr zu beziehen, wurde durch die Verwendung der Wertanteile benachbarter Jahre ein sogenannter 'Chain-Index'[3] gebildet. Durch diese Berücksichtigung der jährlichen Strukturverschiebungen wird zusätzlich eine größere Realitätsnähe angestrebt.

3 Berechnung des Produktivitätswachstum anhand einer translog 'production frontier'

Die Berechnung der Produktivitätsentwicklung anhand einer parametrisch spezifizierten 'production frontier' wird anhand einer translog 'production frontier' erläutert.

$$(3.1) \qquad \ln y^t \leq \beta^*_0 + \sum_{i=1}^{I} \beta^*_i \ln x_i^t + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{I} \beta^*_{ij} \ln x_i^t \ln x_j^t = f^t(x^t)$$

2) Vgl. STAR und HALL, 1976. Sie unterstellten dabei, daß sich die Veränderungen der Wertanteile im Zeitablauf durch eine lineare Beziehung beschreiben lassen.
3) Zur Darstellung des 'Chaining' siehe ALLEN (1975, S. 174 ff.).

Die jährliche Produktivitätsveränderung wurde durch folgende Variation der Funktionsparameter berücksichtigt.

$$\beta^*_0 = \beta_0 + \beta_0' \cdot t + \frac{1}{2} \beta_0'' \cdot t^2$$

$$\beta^*_i = \beta_i + \beta_i' \cdot t$$

Zusätzlich wurde lineare Homogenität der Produktionsstrukturen unterstellt. Hieraus ergeben sich folgende Restriktionen:

$$\sum_{i=1}^{I} \beta_i = 1 \qquad \sum_{i=1}^{I} \beta_i' = 0 \qquad \sum_{i=1}^{I} \beta^*_{ij} = 0 \qquad \sum_{j=1}^{I} \beta^*_{ij} = 0$$

Unterstellt man, daß die Produzenten versuchen, zu jedem Zeitpunkt das Maximum der Produktionsmöglichkeiten mit dem eingesetzten Faktoreinsatz zu erreichen, so erhält man als Optimierungsvorschrift, daß die Summe der Abweichungen vom potentiellen Output für den gesamten Zeitraum zu minimieren ist[4].

$$\sum_{t=1}^{T} (\ln f^t (x^t) - \ln y^t) \rightarrow \min$$

Da der Störterm nur positive Werte annehmen kann, lauten die ersten Nebenbedingungen:

$$\ln f^t (x^t) - \ln y^t \geq 0 \qquad t = 1, \ldots, T$$

Beachtet man weiterhin, daß die Grenzproduktivitäten positiv sein müssen, so erhält man als weitere Restriktionen:

$$\frac{\partial \ln f^t (x^t)}{\partial \ln x_i^t} = S_i \geq 0 \qquad t = 1, \ldots, T; \qquad i = 1, \ldots, I$$

Falls technische Rückschritte im Zeitablauf ausgeschlossen werden, ergeben sich folgende Restriktionen:

$$\frac{\partial \ln f^t (x^t)}{\partial t} \geq 0$$

Eine wohldefinierte Produktionsfunktion ist gegeben, wenn die Matrix der zweiten Ableitungen der Produktionsfunktion nach ihren Argumenten (Hessesche Matrix) negativ semidefinit[5] ist. Dieser Forderung wurde durch eine Cholesky-Zerlegung der Hesseschen-Matrix mit entsprechenden Parameterrestriktionen Rechnung getragen[6].

4) Vgl. hierzu auch die in NISHIMIZU und PAGE (1982) vorgetragenen Überlegungen.
5) Eine umfassende Darstellung zu den Krümmungseigenschaften bestimmter Funktionstypen findet sich in MONEY (1980).
6) LAU (1978, S. 420 ff.). Durch die Cholesky Zerlegung wird die Matrix der zweiten Ableitung durch eine Diagonal- und eine Triangularmatrix abgebildet. Die notwendige und hinreichende Bedingung für die Konkavität ist,

Die Produktivitätsentwicklung wurde aus der berechneten Funktion ermittelt, indem der Törnquist-Theil-Index mit Hilfe der in der Optimierung berechneten Wertanteile gebildet wurde.

4 Die Berechnung des Produktivitätswachstum anhand einer nichtparametrischen 'production frontier'[7)]

Als letzte Methode wird eine Vorgehensweise vorgestellt, die es erlaubt, die Effekte, die sich aus der Unterstellung bestimmter Produktionsstrukturen ergeben, zu eliminieren. Bezüglich des funktionalen Zusammenhangs zwischen Produktion und Faktoreinsatz wird lediglich unterstellt, daß der durch eine konkave und monoton steigende Input-Output-Beziehung beschrieben werden kann. Dabei wird angenommen, daß der funktionale Zusammenhang den maximal möglichen Output bei gegebenem Faktoreinsatz wiedergibt[8)].

$$y^t \leq f^t(x^t)$$

Die periodenspezifische Produktionsfunktion läßt sich dann mit Hilfe der linearen Programmierung bestimmen:

(4.1)
$$f^t(x) = \max_{\beta_i \geq 0} \left\{ \sum_{i=1}^{t} y^i \beta_i \; : \; \sum_{i=1}^{t} \beta_i x^i \leq x, \; \sum_{i=1}^{t} \beta_i = 1 \right\}$$

Durch die Linearkombination der Faktoreinsätze wird eine Inputmöglichkeitenmenge bestimmt. Über diese Menge wird, unter der Annahme, daß die Produktionsverfahren x^t linear-homogen für alle $\beta_i \leq 1$ sind, anhand der in Gleichung (4.1) gegebenen Optimierungsvorschrift die maximale Produktionsmenge berechnet. Die sich hieraus ergebende Produktionsfunktion läßt sich somit als eine Linearkombination der realisierten Produktionsprozesse interpretieren.

Das Produktivitätswachstum zwischen zwei Perioden ist dann gegeben durch:

$$\frac{f^t \quad (x^{t-1})}{f^{t-1}(x^{t-1})} = f^*$$

Da auch bei dieser Methode die implizierte Annahme enthalten ist, daß kein technischer Rückschritt möglich ist, gilt daß $f^* \geq 1$ ist (DIEWERT, 1981, S. 40).

---

daß die Elemente der Diagonalmatrix nicht negativ sind. Aufgrund der sich hieraus ergebenden Nichtlinearitäten in den Parametern ist die Berechnung der translog 'production frontier' nur unter Verwendung einer Optimierungsvorschrift möglich, die eine nichtlineare Zielfunktion unter linearen und nichtlinearen Restriktionen minimiert.

7) Erste Arbeiten auf diesem Gebiet gehen auf FARRELL (1957) zurück. Fortgeführt wurden seine Arbeiten von AFRIAT (1972), DIEWERT und PARKAN (1983) und VARIAN (1984). Empirische Anwendung finden sich bei CHAVAS und COX (1988), FAWSON und SHUMAY (1988) und GRABOWSKY et al. (1988).

8) Die vorgestellte Darstellung des Konzepts geht auf DIEWERT und PARKAN (1983) zurück.

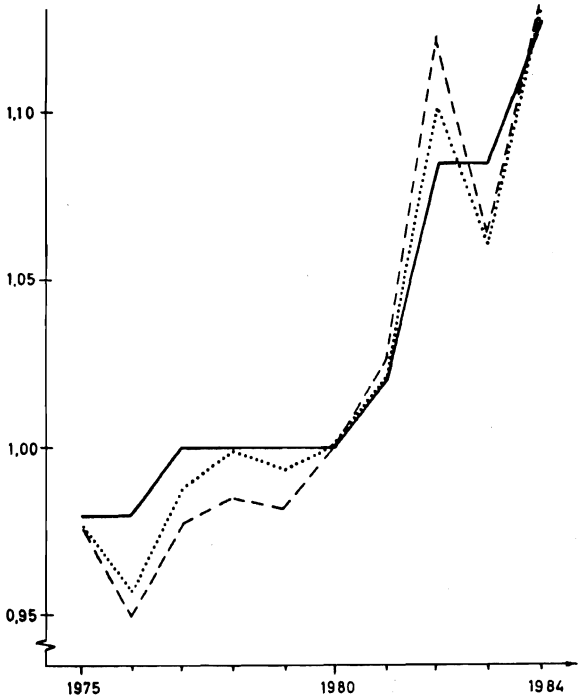
Für die Darstellung der totalen Faktorproduktivität wurden die Wachstumsraten für jeweils zwei benachbarte Zeitpunkte berechnet. Hieraus wurde durch suksessive Multiplikation der Änderungsraten eine Indexreihe erstellt, die auf das Jahr 1980 umbasiert wurde. Dieser Index wird im empirischen Teil der Arbeit als nichtparametrische Index bezeichnet.

5 Darstellung der Ergebnisse

Aus technischen Gründen wird auf eine nähere Beschreibung des verwendeten Datensatzes verzichtet. Eine ausführliche Darstellung des Datensatzes findet sich bei HOCKMANN (1988).

Das Schaubild gibt die Produktivitätsentwicklungen, wie sie mit den im theoretischen Teil vorgestellten Methoden berechnet wurden, für die Bundesrepublik wieder.

Schaubild: Die Entwicklung der totalen Faktorproduktivität für den landwirtschaftlichen Sektor in der Bundesrepublik Deutschland, berechnet mit Hilfe eines 'traditionell konstruierten' Törnquist-Theil-Indexes, einer translog 'production frontier' und einem nichtparametrischen Index im Zeitraum 1975-1984 (Basis 1980 = 1.00)



___ nichtparametrischer Index

- - - Törnquist-Theil-Index, traditionelle Berechnung mit Hilfe konstruierter Wertanteile

..... Törnquist-Theil-Index, Berechnung der Wertanteile mit Hilfe einer translog 'production frontier'

Als erstes bleibt festzuhalten, daß sämtliche Methoden zu ungefähr gleichen Ergebnissen führen. Das durchschnittliche Produktivitätswachstum ist bei allen angewendeten Methoden in etwa gleich. Auch wird bei allen Methoden bis zum Jahre 1980 im Vergleich zum folgenden Zeitraum eine geringere Produktivitätsentwicklung ausgewiesen. Es wird deutlich, daß für die Berechnung der Produktivitätsentwicklung der Bundesrepublik von keiner Methode nicht annehmbare Restriktionen unterstellt werden, und sie für den hier betrachteten Untersuchungszeitraum als gleichberechtigt anzusehen sind.

6 Zusammenfassung

In diesem Aufsatz werden verschiedene Möglichkeiten zur Berechnung der Veränderung der totalen Faktorproduktivität diskutiert.

Unterstellt man linearen Homogenität der Produktionsfunktion, Hicks-Neutralität der technischen Fortschritte und vollständige Konkurrenz, so lassen sich die Verschiebungen parametrisch spezifizierter Produktionsfunktionen mit Hilfe von bekannten Indexziffern berechnen, von denen hier der Törnquist-Theil-Index verwendet wurde.

Mit Hilfe einer translog-Funktion, die den Eigenschaften der Monotonie, der Konkavität und der linearen Homogenität genügt, wurde eine 'production frontier' mit Hilfe einer nichtlinearen Optimierungsroutine berechnet. Die hiermit ermittelten Wertanteile wurden verwendet, um einen Törnquist-Theil-Index zu bilden. Der empirische Vergleich zeigt, daß das traditionelle Vorgehen und der Weg über die 'production frontier' zu ähnlichen Ergebnissen führen.

Als weitere Methode ist die Produktivitätsanalyse anhand einer parametrisch nicht spezifizierten monoton steigenden und konkaven 'production frontier' vorgestellt worden. Zusätzlich muß die Annahme, daß alle Produktionspunkte auf der 'frontier' liegen, eingeführt werden.

Wegen der Unterstellung vollkommen flexibler Produktionsstrukturen wird bei Anwendung dieser Methode eine untere Schranke des Produktivitätswachstums ermittelt. Betrachtet man die Verzerrungen, die sich bei den parametrischen Vorgehensweisen aus der Verwendung von nicht realitätsnahen Faktorpreisen bzw. nicht adäquaten Produktionsstrukturen ergeben, so kann der nichtparametrische Ansatz für die Ermittlung des Produktivitätswachstum als gleichberechtigt neben den parametrischen Vorgehensweisen angesehen werden.

Literaturverzeichnis

AFRIAT, S.N.: Efficiency Estimation on Production Functions. - International Economic Review 13 (1972), S. 568-598.

ALLEN, R.G.D.: Index numbers in Theory and Practice. - London 1975.

CAVES, D.W., CHRISTENSEN, L.R. und DIEWERT, E.W.: Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity using Superlative Index Numbers. - Economic Journal 92, S. 73-86.

CHAMBERS, R.G.: Applied Production Analyses. - Cambridge u.a. 1988.

CHAVAS, J.-P. und COX, Th.L.: A Nonparametric Analysis of Agricultural Technology. - American Journal of Agricultural Economics 70 (1988), S. 303-310.

DIEWERT, E.W.: Exact and Superlative Index Numbers. - Journal of Econometrics 4 (1976), S. 115-145.

DIEWERT, E.W.: The Theory of Total Factor Productivity Measurement in Regulated Industries. - In: Cowing, Th.G. und Stevenson, R.E. (Hrsg.): Productivity Measurement in Regulated Industries. New York 1981, S. 17-44.

DIEWERT, E.W. und PARKAN, C.: Linear Programming Tests of Regularity Conditions for Production Functions. - In: Eichhorn, W. et al. (Hrsg.): Quantitativ Studies on Production and Prices. Würzburg und Wien 1983, S. 131-158.

FARRELL, M.J.: The Measurement of Productiv Efficiency. - Journal of the Royal Statistical Society 120, Series A, Part III. (1957), S. 253-279.

FAWSON, Ch. und SHUMWAY, C.R.: A Nonparametric Investigation of Agricultural Production Behavour for U.S. Subregions. - American Journal of Agricultural Economics 70 (1988), S. 311-317.

FORSUND, F.R., LOVELL, C.A.K. und SCHMIDT, P.: A Survey of Frontier Production Functions and their Relationsship to Efficiency Measurement. - Journal of Econometrics 13 (1980), S. 5-25.

GRABOWSKI, R., KRAFT, S., MEHDIAN, S. und PASURKA, C.: Technological Change in Illinois Agriculture. - Agricultural Economics 2 (1988), S. 303-318.

HESSE, H. und LINDE, R.: Gesamtwirtschaftliche Produktionstheorie Teil II. - Würzburg u.a. 1976.

HOCKMANN, H.: Niveau und Entwicklung der Produktivität in der Landwirtschaft der Mitgliedsländer der EG und der Vereinigten Staaten von 1975-1984. - Berichte über Landwirtschaft 66 (1988), S. 393-415.

LAU, L.J.: Testing and Imposing Monotonicity, Convexity and Quasiconcavity Constraints. - In: Fuss, M. und Mcfadden, D. (Hrsg.): Production Economics: An Dual Approach to Theory and Application, Vol. 1. Amsterdam 1978, S. 409-453.

MOREY, E.R.: An Introduction to Checking, Testing and Imposing Curvature Properties: The True Function and the Estimated Function. - Canadian Journal of Economics 19 (1980), S. 205-235.

NISHIMIZU, M. und PAGE, J.M.: Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yougoslavia 1965-1978. - Economic Journal 92 (1982), S. 920-936.

SOLOW, R.M.: Technical Change and the Aggregat Production Function. - Review of Economics and Statistics 39 (1957), S. 312-320.

STAR, S. und HALL, R.E.: An Approximate Divisia Index of Total Factor Productivity. - Econometrica 44 (1976), S. 257-263.

VARIAN, H.P.: The Nonparametric Approach to Production Analysis. - Econometrica 52 (1984), S. 579-597.

WALTER, H.: Technischer Fortschritt I: In der Volkswirtschaft. - HdWW (1977), S. 569-583.

METHODEN DER MESSUNG DES TECHNISCHEN FORTSCHRITTS IN DER LANDWIRTSCHAFT

von

J. MICHALEK, Amsterdam

Einleitung

Eine der gebräuchlichsten Definitionen des technischen Fortschritts (T.F.) beschreibt ihn als eine bestimmte Art von Wissen, die es möglich macht, aus einer gegebenen Menge von Ressourcen mehr oder qualitativ höherwertigen Output zu erzeugen.

Diese Definition des technischen Fortschritts wurde Gegenstand vehementer Kritik. BLAUG (1963) kommentierte: "Bisher ist es niemandem gelungen, den Stand technischen Wissens zu messen. Die neoklassische Vorstellung eines gegebenen Wissensstandes ist zugegebenermaßen abstrakt. Aber das Konzept einer gegebenen Änderungsrate des Wissens ist fast metaphysisch". Dennoch haben Ökonomen in den vergangenen 30 Jahren versucht, quantitative Maße für den Beitrag des technischen Fortschritts zum landwirtschaftlichen Wachstum zu entwickeln. Dabei traten sowohl methodologische als auch konzeptionelle Schwierigkeiten auf. Es ist nicht nur schwierig, den Beitrag des technischen Fortschritts von anderen Faktoren, wie z.B. economies of scale, Kapitalbildung, Ausbildung, Ressourcenallokation und Marktverbesserungen, zu trennen, sondern es gibt darüber hinaus bis jetzt keinen befriedigenden Weg, Qualitätsverbesserungen des landwirtschaftlichen Inputs, Input-Innovationen und Qualitätsveränderungen des Outputs in die Messung des landwirtschaftlichen Produktivitätszuwachses einzubeziehen. Derartige Veränderungen könnten die geschätzten Auswirkungen des technischen Fortschritts signifikant beeinflussen (vgl. GRILICHES, 1960; GRILICHES und JORGENSON, 1967).

Eine wichtige Frage bei der Messung des T.F. ist jedoch, ob dabei vollkommene Information, unbeschränkt rationales und optimierendes Verhalten sowie Marktgleichgewicht unterstellt werden können, oder ob diese Annahmen zugunsten anderer Hypothesen aufgegeben werden sollten (vgl. NELSON, WINTER, 1982).

1 Konzepte zur Messung des Technischen Fortschritts

Ausgehend vom Prinzip, daß jedes beobachtbare Phänomen auf zwei Wegen gemessen werden kann, nämlich direkt und indirekt, kann man vier Hauptkonzepte unterscheiden, anhand derer der T.F. in der Landwirtschaft analysiert werden kann.

Das e r s t e Konzept erlaubt es, aufgrund der Kenntnis bestimmter technischer Beziehungen, technischer Informationen, physikalischer oder biologischer Naturgesetze etc., ein gegebenes Phänomen direkt auf rein deterministische Weise zu messen. Bei diesem Ansatz können alle Veränderungen eines gegebenen Phänomens durch Änderungen des bekannten Inputs vollständig erklärt werden. Daher läßt er keinen Platz für Residuen

oder unerklärten technischen Fortschritt, der als "Manna von Himmel" bzw. reine Metaphysik erscheinen würde. Es kann also beispielsweise jeder Zuwachs des Getreideertrages durch Veränderungen der Wasser- und Düngergaben oder anderer produktionstechnischer Bedingungen erklärt werden. In der Praxis besteht bei der Aufnahme des technischen Fortschritts in ökonomische Modelle immer noch die Tendenz, dessen obere Grenze entsprechend aktueller technischer Informationen festzulegen. Dementsprechend wird der T.F. vollkommen durch den Wissensstand und den Grad unentdeckter Möglichkeiten, von denen allerdings die obere Grenze bekannt ist determiniert (vgl. WIBE, 1985,a). Dieser Ansatz, der dem Konzept der unveränderlichen Frontierfunktionen entspricht, kann jedoch auf lange Sicht für die Messung technischen Fortschritts als ungeeignet angesehen werden. Darüber hinaus ist die ökonomische Bewertung, d.h. die Quantifizierung so gemessenen technischen Fortschritts auf Sektorniveau, kaum möglich, da das Ausmaß und die Rate der Kostenreduktion auf Branchenniveau, die durch die Annäherung an die blue print Frontierfunktion, normalerweise unbekannt ist (dies hängt vom Niveau der Diffusion neuer Techniken in der Landwirtschaft ab).

Das z w e i t e Konzept geht von der Möglichkeit der indirekten Bewertung eines Phänomens mit Hilfe von Hilfsvariablen (proxy) aus. Hierfür kann der technische Fortschritt als eine Anzahl relevanter Ereignisse verstanden werden, die Maße technologischer und wissenschaftlicher Aktivitäten darstellen, wie z.B. die Anzahl der in bestimmten Agrarforschungsgebieten veröffentlichten Artikel, die Zahl der in der Landwirtschaft patentierten Erfindungen, die Höhe der F&E-Agrarausgaben etc.

Die Anwendung dieser Methode für die Messung des T.F. in der Landwirtschaft ist jedoch fragwürdig: Einerseits repräsentiert der Innovationsindex eines Sektors lediglich die Anfangsstufe einer Technologie und nicht deren langfristige Entwicklung. Andererseits werden patentierte Erfindungen nicht immer kommerziell genutzt (vgl. KAMIEN, SCHWARTZ, 1982). Des weiteren fehlt die ökonomische Bewertung der Innovationen (dies resultiert auch aus der Unmöglichkeit, bei dieser Methode bedeutende von unbedeutenden Erfindungen zu unterscheiden).

Das d r i t t e Konzept basiert auf der Tatsache, daß ein Phänomen durch eine Theorie beschrieben werden kann, die sich jedoch nicht notwendigerweise auf einen konsistenten Satz von Theoremen beziehen muß. Ein Beispiel dieses Ansatzes gibt das Systemkonzept der Technologie (vgl. SAHAL, 1981). Der zugrunde liegende Gedanke beruht auf der Annahme, daß eine Technologie am besten in Form ihrer Erscheinungsmerkmale faßbar ist ("The technology is as it does"). Ein Beispiel sei die Messung des T.F. anhand ausgewählter ökonomischer und technischer Indikatoren (z.B. Produktinnovationen, partielle Produktivitäten, neue Marktstrukturen etc.) oder die Messung innovativer Tätigkeiten, die nicht notwendigerweise an Optimierungsregeln gebunden sind wie z.B. spieltheoretische Modelle von Innovationen (vgl. DASGUPTA, 1988).

Die praktische Messung des technischen Fortschritts in der Landwirtschaft mittels dieser Methode ist dennoch sehr schwer. Zum einen fehlen Zeitreihendaten über eine Veränderung der funktionalen Charakteristika der Technologie. Da sich der T.F. in der Landwirtschaft in verschiedenen Dimensionen vollzieht, stellt sich zum zweiten die wichtige Frage, wie die unterschiedlichen funktionalen Eigenschaften eines Systems angemessen

gewichtet und in einem zusammengesetzten Index kombiniert werden können (vgl. GRILICHES, 1971; SAHAL, 1981).

Das v i e r t e Konzept basiert auf einer Reihe konsistenter Theoreme (primale und duale), die ein gegebenes Phänomen innerhalb eines vorab definierten Rahmens einer begrenzten Technologie charakterisieren.Das Produktionsfunktionskonzept ist nur eine der begrenzten Definitionen von Technologie in diesem Rahmen. Eine genauere formale Beschreibung der Technologie bei diesem Konzept wird in Anhang gegeben. Ein Technologiekonzept, das in eine konzeptionell einheitliche Reihe von Theoremen (primal und dual) eingeschlossen ist, erlaubt es, die wichtigsten Charakteristika einer gegebenen Produktionstechnologie (T.F., Substitutionselastizitäten, economies of scale) in einer angemessenen Form zu formulieren, und zwar durch ihre Parametrisierung.

In diesem Rahmen kann der T.F. als eine Verbesserung der Effizienz bei der Transformation der Funktionsvariablen unter gegebener Zielsetzung verstanden werden. Unter eingeschränkter Sichtweise kann dies mit der Verschiebung einer gegebenen Produktionsfunktion nach oben identisch sein. Die auf dem Produktionsionsfunktionskonzept basierende Messung des T.F. reicht bis zu den Arbeiten von SCHUMPETER (1934), ABRAMOVITZ (1956), SOLOW (1957), DENISON (1962), GRILICHES (1971) sowie HAYAMI und RUTTAN (1985). ABRAMOVITZ und SOLOW erkannten und quantifizierten die bedeutende Rolle des T.F. für das wirtschaftliche Wachstum. Die Originalität und Plausibilität ihrer Ergebnisse regte zu weiteren Studien an, die sich hauptsächlich auf mögliche Auswirkungen des T.F. auf das Produktionswachstum konzentrierten. Die Ergebnisse dieser Nachforschungen waren jedoch kontrovers. DENISON (1967), JORGENSON und GRILICHES (1967) kritisierten SOLOW's Modell mit der Argumentation, daß das, was als T.F. bezeichnet werde, evtl. kein T.F. sein könne. Stattdessen könne es z.B. das Resultat der Substitution von Arbeit durch Kapital, von economies of scale, des Lernens durch Erfahrung, verbesserter Ausbildung, besserer Allokation der Ressourcen, organisatorischer Verbesserungen oder von Fehlern bei der Messung der Variablen sein.

Obwohl das Produktionsfunktionskonzept mehrfach von Ökonomen, die die neoklassische Sicht ablehnen und dessen Defizite herausstellen, kritisiert wurde (vgl. NELSON, WINTER, 1982), sprechen einige konzeptionelle Argumente dafür, diese Methode insbesondere in ihrer dualen Form als bestgeeignetste für die Messung des T.F. in der Landwirtschaft anzusehen.

2 Vorzüge des neoklassischen Konzepts zur Messung des T.F.

Nach (der Tradition von) SCHUMPETER kann man unter T.F. folgendes verstehen: a) Prozessinnovationen, b) Produktinnovationen.

Einige Innovationen treten abhängig vom Nachfragedruck und den technischen Möglichkeiten kontinuierlich auf ("incremental innovations"). Sie können auch aus Initiativen und Vorschlägen der Landwirte resultieren (learnig by doing, learning by using) (ROSENBERG, 1976). Daneben gibt es radikale Innovationen; dabei handelt es sich um

diskontinuierliche Ereignisse, die in letzter Zeit zumeist Ergebnis gezielter Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten waren. Kombinationen von kontinuierlichen, radikalen, organisatorischen und Managementinnovationen können Veränderungen des Technologiesystems verursachen (die letztendlich zu technischen Revolutionen führen können) (vgl. FREEMAN, PEREZ, 1988). Betrachtet man die Gesamteffekte des T.F. in der Landwirtschaft, so ist die Messung des T.F. auf der Basis ausgewählter Innovationen kaum möglich: Einerseits liegen meist nur aggregierte Daten vor und so ist der Großteil der kontinuierlichen Innovationen nicht direkt meßbar. Andererseits sind a) die Gesamtkosten der Leistungen meist unbekannt und b) wird ihre Aufnahme in den Produktionsprozeß meist mit dem "normalen" Einsatz der anderen unveränderten Faktoren kombiniert.

Damit der T.F. ökonomische Bedeutung erlangt, ist es notwendig, nicht nur die Anzahl der Innovationen oder der von einer bestimmten Innovation besetzten Zellen der Input-Output-Tabellen zu analysieren, sondern auch zu untersuchen, um wieviel diese Innovation die Kosten gegenüber der substituierten Technologie senkt (vgl. ROSENBERG, 1982). Eine Bestätigung der Ansicht, die aus einer Innovation resultierende Kostensenkung könne als grundlegender Maßstab für den T.F. in der Landwirtschaft angesehen werden, ist die bekannte Tatsache, daß, solange Kostenüberlegungen irrelevant sind, eine Reihe technisch durchführbarer Alternativen zur Verbesserung bestimmter technologischer Eigenschaften denkbar ist. Wie sich jedoch schon häufiger erwiesen hat, ist die technische Durchführbarkeit für das wirtschaftliche Wachstum eine notwendige Bedingung, nicht aber eine hinreichende für die Schaffung sozialen Nutzens (vgl. ROSENBERG, 1976).

Trotz dieser Anforderungen hat es Bemühungen gegeben, den T.F. in der Landwirtschaft mit dem Konzept der einzelnen Innovationen zu identifizieren. Eine der gebräuchlichsten Methoden war die Berechnung der gesamten Konsumentenrente, die aus der Einführung einer ausgewählten radikalen Innovation in die Landwirtschaft resultiert haben könnte. Als Beispiel für diese Methode sei die bekannte Studie von GRILICHES (1958) genannt, der den sozialen Nutzen der Ertragssteigerung nach der Einführung von Hybridmais in die Landwirtschaft schätzte, sowie die Studie von PINSTRUP-ANDERSEN (1982), der einige Untersuchungen analysierte, die zur Bestimmung des wirtschaftlichen Nutzens ausgewählter landwirtschaftlicher Forschungsprogramme (z.B. verbesserte Reis- und Weizensorten) in Entwicklungsländern durchgeführt wurden. Die beiden Analysen zugrunde liegende Annahme, beim Fehlen jeglicher anderer Information wirkte der T.F. in der Landwirtschaft in etwa wie eine prozentuale Ertragszunahme, muß jedoch als sehr vereinfachend gesehen werden.

Gleichzeitig mit diesen Entwicklungen gab es allgemein die Tendenz, den T.F. in der Landwirtschaft im Sinne eines Anstiegs der partiellen Produktivitäten einzelner Produktionsfaktoren zu definieren und ihn quantitativ in Form des Anstiegs der Arbeitsproduktivität, des Getreideertrages oder tierischer Leistungen zu messen. Bei dieser Methode, die nur scheinbar auf dem Produktionsfunktionskonzept beruht, kann jedoch nicht zwischen dem Anstieg des Output, der aus einer Bewegung auf einer gegebenen Produktionsfunktion resultiert, und dem Output, der durch deren Verschiebung entsteht, unterschieden werden (in der Produktionstheorie wird nur letzteres als T.F. angesehen).

Abgesehen von den methodologischen Inkonsequenzen, die sich aus dem Einsatz der ausgewählten partiellen Produktivitätsindizes als Maßstab für den T.F. ergeben, sind alle weiteren Schwächen dieser Methode dem Problem von Indexzahlen zuzurechnen.

3 Methoden der Schätzung des T.F. in der Landwirtschaft, die auf dem Produktionsfunktionskonzept beruhen

Die Schätzung des technischen Fortschritts anhand des Produktionsfunktionskonzeptes (oder seiner dualen Form) hat einige wichtige Vorteile:

1.) Das Ausmaß und die Rate des T.F., ausgedrückt durch die Senkung der Einzelkosten, kann eindeutig gemessen werden.

2.) Zwei wichtige Ursachen des Produktivitätsanstiegs, die economies of scale und der T.F., können analytisch voneinander getrennt werden.

Dies kann für die Agrarpolitik von besonderer Bedeutung sein, weil unter heutigen Bedingungen durch economies of scale bestimmte Antriebskräfte des Produktivitätswachstums in der Landwirtschaft zu zahlreichen ungewünschten Effekten führen können, wie z.B. zu einer weiteren Expansion der landwirtschaftlichen Erzeugungsmenge und zur Erhöhung der Produktion pro Hektar (Überlastung der Umwelt).

Auf der anderen Seite kann das Problem des niedrigen Einkommensniveaus in der landwirtschaftlichen Bevölkerung durch die Unterstützung solchen T.F. abgemildert werden, der kein Wachstum der landwirtschaftlichen Produktion zur Folge hat.

3.) Entscheidende Medien und Quellen des T.F. können analysiert werden. Wäre der T.F. durch Veränderungen der relativen Inputpreise oder die Erhöhung des Outputs verursacht (learning by doing), könnte er direkt durch die Schätzung der Kostenfunktion untersucht werden. Andere exogene Bestimmungsgründe des T.F. wie z.B. die Änderung des Verhältnisses des eingekauften Inputs zum Outputpreis, die Veränderung der landwirtschaftlichen zur nicht-landwirtschaftlichen Einkommensparität, die Veränderung der monetären Ausgaben in F&E für Landwirtschaft etc. können indirekt durch eine Regressionsanalyse analysiert werden (vgl. MICHALEK, 1988).

4.) Das Ausmaß, mit dem der T.F. die Faktornachfrage beeinflußt, kann untersucht werden.

5.) Die Methode gewährleistet, daß die geschätzten Faktorsubstitutionselastizitäten im Fall, daß eine Technologie nicht-neutralen T.F. und nicht konstante economies of scale aufweist, ökonometrisch nicht verzerrt werden.

Trotz der Brauchbarkeit und theoretischen Plausibilität der Messung des T.F. auf der Basis von Kostensenkungen, die aus der Einführung einer Gesamtheit von Innovationen in die Landwirtschaft stammen, gibt es bei der Schätzung der Verschiebung der Produk–

tionsfunktion und beim analytischen Unterscheiden des T.F. von anderen parametrisierten Charateristika der Technologie bedeutende Schwierigkeiten.

Bei der Betrachtung der Messung des T.F. mittels des Produktionsfunktionskonzepts sollten einige methodologische Anforderungen berücksichtigt werden. Unabdingbar ist, daß der T.F. eine Verringerung der durchschnittlichen Produktionskosten bei konstantem Output und gegebenen Inputpreisen bewirkt. Außerdem sollte der T.F.

a) die Substitutionselestizität zweier Inputs bei konstantem Output und gegebenem Inputpreisniveau beeinflussen,

b) das Ausmaß und die Rate der economies of scale verändern,

c) die Verzerrung des Output-Mix (bias in output-mix) verursachen und

d) einzeln als exogene Variable unabhängig vom Output und Preisniveau erscheinen.

Es sind jedoch nur wenige empirische Studien, insbesondere mit Anwendung auf die Landwirtschaft, bekannt, die mittels der o.g. Kriterien die Auswirkung des T.F. auf Veränderungen der Produktionstechnologie überprüft haben. In den zahlreichen Studien, die sich mit der Messung des T.F. beschäftigen, sind meist nur einige dieser Kriterien ausgewählt, während die übrigen einfach ignoriert werden.

Die verschiedenen Techniken für die Messung des T.F. in der Landwirtschaft, basierend auf dem Produktionsfunktionskonzept, können folgendermaßen gegliedert werden (vgl. DIEWERT, 1981):

1. Ökonometrische Schätzung der Kosten-, Produktions-, Gewinn- oder Preisfunktion (vgl. JORGENSON, 1986)

2. Divisia-Indizes

3. Genaue Indexzahlen

4. Nicht-parametrische Methoden (LP)

4 Ökonometrische Schätzung der Produktions- oder Kostenfunktion

Die gebräuchlichste Methode der Messung des T.F. basiert auf der Schätzung der Produktions- oder Kostenfunktion.
Es werden drei Hauptannahmen unterschieden, die sich bei der Anwendung der ökonometrischen Schätzung der Produktions- oder Kostenfunktion entscheidend auf das geschätzte Ausmaß des T.F. auswirken:
1. Die erste Reihe von Annahmen betrachtet eine allgemeine Spezifizierung der Technologie, die im einzelnen Nicht-Homothezität, variable Substitutionselastizitäten und nichtneutralen T.F. zuläßt.

2. Die zweite Gruppe von Annahmen betrifft Hypothesen, die die funktionale Beziehung zwischen dem T.F. und anderen Technologiecharakteristika berücksichtigen.

3. Die dritte Annahmengruppe unterstellt eine bestimmte Form der Produktions-, Kosten-, Gewinn- oder Preisfunktion.

Es existieren drei grundlegende Parameter zur Beschreibung einer gegebenen Produktionstechnologie. Dies sind der T.F., die Substitutionselastizitäten und die economies of scale. Technischer Fortschritt wird als Verschiebung einer gegebenen Produktionsfunktion nach oben (oder beim dualen Ansatz als Senkung der Einzelproduktionskosten bei konstantem Output und gegebenem Inputpreisniveau) verstanden. Eine derartige Interpretation bedeutet, daß der primäre Effekt des T.F. in Veränderungen der Faktorproduktivitäten, die nicht aus economies of scale entstehen, gesehen wird. Da proportionale Zuwächse solcher Faktorproduktivitäten nicht bei allen Produktionsfaktoren gleich sein müssen, können verschiedene Konzepte von Neutralität und Verzerrung des T.F. eingeführt werden. Da eine Verschiebung der Isoquanten jedoch sowohl aus economies of scale als auch aus T.F. resultieren kann, war bereits die Unterscheidung zwischen diesen beiden Ursachen ein erstes bedeutendes praktisches Problem. Ein weiteres Problem betraf die empirische Schwierigkeit bei der Messung der Verzerrungen des T.F., die der Tatsache entspringt, daß die Faktorpreise sich mit der Zeit verändern, d.h. sogar bei konstanten economies of scale sind die beobachteten Veränderungen des Faktorverhältnisses auf zwei Ursachen zurückzuführen:

a) auf die Faktorsubstitution bei gegebener Produktionsfunktion
b) auf verzerrten T.F.

Das e r s t e Problem, bekannt als Solow-Stigler-Kontroverse, kann durch Anwendung der Lie-Gruppen-Theorie und des Holothetizitätskonzeptes umgangen werden (vgl. SATO, 1983). SATO argumentiert, daß es nur in speziellen Fällen (z.B. bei homothetischen Funktionen) unmöglich ist, zwischen Skaleneffekten und technischem Fortschritt zu unterscheiden. Im allgemeinen ist dies jedoch möglich, auch wenn die traditionelle (primale) Methode verwendet wird.

Eine andere Möglichkeit zur Lösung dieses Problems ist die simultane Schätzung des T.F., des Skaleneffektes und der nicht konstanten Substitutionselastizitäten durch die Verwendung einer flexiblen Form von Kostenfunktion, die eine nicht-homothetische Technologie unterstellt.

Das z w e i t e Problem betrifft die Unmöglichkeit, den verzerrten T.F. ohne a'priori Kenntnis der Substitutionselastizitäten zu schätzen. Dies ist als Diamond-McFadden Unmöglichkeitstheorem bekannt. Es besagt, daß Schätzungen der Elastizitäten unter Unterstellung von Hicks-Neutralität die geschätzten Parameter verzerren, wenn der T.F. nicht Hicks-neutral ist. Somit kann man keine Substitutionselastizitäten, die von Hicks-neutralen Rahmen abgeleitet wurden, zur korrekten Berechnung des verzerrten T.F. verwenden.

Eine geeignete Methode zur Lösung dieses Problems wurde z.B. von WOODWARD (1983) entwickelt. Er schlug ein auf einer Schätzung der Kostenfunktion basierendes zweistufiges Verfahren vor. Dies bedeutet eine Umkehrung des Verfahrens von SATO (1970). Eine andere Möglichkeit, beide Probleme simultan zu lösen, ist, eine allgemeine flexible Form der Kostenfunktion zu schätzen, die Nicht-Homothezität, variable Substitutionselastizitäten und nicht-neutralen T.F. unterstellt.

5 Schätzung des T.F. innerhalb unbeschränkter Technologie

Sowohl neue Entwicklungen bei der Konstruktion flexibler Formen als auch die Vorteile der dualen Theorie machten es möglich, die restriktiven a'priori Annahmen einzuschränken, die vorher als "Zwangsjacke" bei der ökonomischen Analyse des T.F.angesehen wurden. Deren Anwendung für die Sektorenanalyse wurde jedoch zum Gegenstand der Kritik vom methodologischen und auch empirischen Standpunkt. Einer der Hauptkritikpunkte hinsichtlich der Anwendung funktionaler Formen mit unbegrenzter Technologie zielt auf das Verhalten des T.F. und speziell

1. auf die Beziehung zwischen T.F. und den Substitutionselastizitäten

2. auf die Beziehung zwischen T.F. und den nicht-konstanten Skalenerträgen

3. auf eine funktionale Form des T.F. und seinen Einfluß auf die Eigenschaften der geschätzten Funktion.

Zu 1.: Einer der Hauptkritikpunkte, der sich auf die Möglichkeit einer Unterscheidung des T.F. von Veränderungen der Faktorsubstitutionselastizitäten bezieht, entstammt der Sichtweise der technischen Wissenschaften (vgl. WIBE, 1980).

Vom technischen Standpunkt aus gesehen ist die ökonomische Unterscheidung zwischen Substitution und T.F. nicht akzeptabel, da T.F. in erster Linie (durch technische Entdeckungen) die Zahl der möglichen Inputverhältnisse entlang der "gegebenen" Isoquante erhöht. Aus dieser Sicht kann eine Substitution nur stattfinden, wenn ein Unternehmen, ein Sektor oder die Wirtschaft insgesamt eine bereits bekannte Technologie wählt, so daß keine technischen Entdeckungen, sondern nur eine Preiskalkulation stattfindet.

Zu 2.: Der zweite Kritikpunkt betrifft die Zulassung nicht-konstanter Skalenerträge und die Möglichkeit der Beeinflussung der economies of scale durch den T.F. (skalenerhöhender T.F.). Eine nicht-homothetische Produktionsfunktion und skalenerhöhender T.F. auf Sektorniveau als geeignete Darstellung der realen Technologie wurde in zahlreichen Studien bestätigt (vgl. z.B. BERNDT/KHALED, 1979; GREEN, 1983; ANTLE, 1984; LOPEZ, 1982). Diese Ergebnisse werden jedoch von solchen Ökonomen kritisiert, die darauf hinweisen, daß die Zulassung einer Makro-Produktionsfunktion mit variablen Skalenerträgen Probleme theoretischer Konsistenz sowie Interpretationsschwierigkeiten mit sich bringen (vgl. WIBE, 1985b). Ein weiterer Kritikpunkt der nicht- homothetischen Funktionen ist, daß die Annahmen der Nicht-Homothezität die Messung des T.F. und

seiner Verzerrung stört. Die Kritiker weisen darauf hin, daß allgemein eine starke positive Korrelation zwischen Output und Zeit besteht, weil der Output in den meisten Sektoren im Laufe der Zeit ansteigt. Weil die Zeit üblicherweise als proxy für den T.F. verwendet wird, existiert immer eine Korrelation zwischen Outputwachstum und T.F. Bei Vorliegen dieser Korrelation bestände das Risiko, daß Effizienzsteigerungen durch den T.F. als den Skalenvorteilen zuzuschreibende Gewinne interpretiert würden. Dieses Argument erfährt durch die empirische Forschung jedoch keine ausreichende Bestätigung. Des weiteren erlauben verbesserte Methoden der Schätzung des T.F., das Multikollinearitätsproblem zu umgehen und beide Effekte zu trennen (vgl. GREEN, 1983; BROWN und BEATTIE, 1975).

Zu 3.: Die dritte Problemgruppe betrifft das Wesen des T.F. und seinen Einfluß auf die Anwendbarkeit flexibler Formen. Die Beschreibung einer Technologie anhand sehr flexibler Funktionsformen impliziert, daß der T.F. als unsystematischer Faktor angesehen werden kann, der die Substitutionselastizität und die economies of scale beeinflußt (vgl. STEVENSON, 1980; GREEN, 1983). Die Zulassung nicht-neutralen T.F. im Rahmen der funktional flexiblen Deskription der Technologie kann jedoch zusätzliche Konkavitätsprobleme verursachen (vgl MORONEY und TRAPANI, 1981; BERNDT und WOOD, 1985).

Die globale Konkavität kann natürlich auf verschiedene Art und Weise in die Kostenfunktion gezwungen werden. Bei solchem Vorgehen muß man sich jedoch des trade-offs, der zwischen der Erzwingung der Konkavität auf der einen Seite und der Erhaltung der Flexibilität der verwendeten Form auf der anderen Seite existiert, bewußt sein (vgl. MICHALEK, 1989).

6 Indizes

Eine der bekannten Versuche zur Verwendung von Indizes für die Messung des T.F., die auch auf die Landwirtschaft anwendbar wäre, wurde von SOLOW (1957) unternommen. Er definierte den T.F. als den Ausdruck für jede Art von Verschiebung der Produktionsfunktion. Ein allgemeiner Index zur Messung des T.F. erforderte jedoch drei einschränkende Annahmen: Konstante Skalenerträge, neutralen T.F. und vollkommenen Wettbewerb. Unter diesen Bedingungen ist der T.F. äquivalent zum prozentualen Wachstum der totalen Faktorprodutivität (TFP). Im einzelnen wird die TFP als Differenz des prozentualen Anstiegs des Outputs und der prozentualen Veränderung eines Divisia-Index des Inputs berechnet.

Die Gleichheit zwischen TFP und dem T.F. wird jedoch bei einer allgemeineren Produktionstechnologie aufgelöst. Wenn die Technologie beispielsweise zunehmende Skalenerträge aufweist, kann das Ansteigen der Faktorproduktivität eher Bewegungen auf der Produktionsfunktion zugeschrieben werden als einer Verschiebung der Produktionsfunktion. Andere restriktive Annahmen umfassen die Neutralität des T.F. und den vollkommenen Wettbewerb.

DIEWERT (1976) zeigte, daß eine Klasse von superlativen Indizes entsprechend verschiedenen Produktionstechnologien existiert, die auf Approximationen zweiter Ordnung basieren. Insbesondere der Tornquist- Index, der eine diskrete Approximation an den Divisia-Index ermöglicht, basiert auf der Translog-Technologie. Er erlaubt die Lockerung der o.g. Annahmen (z.B. ist keine Neutralität des T.F. erforderlich). Zur Berechnung des T.F. aus diesem Index (als eine Residualgröße) müssen jedoch die Skalenerträge bekannt sein. Es bestätigte sich, daß die genaue Indexmethode bei der Anwendung auf Sektoren mit steigenden Skalenerträgen (wie in der Landwirtschaft möglich) verzerrte Schätzungen des T.F. verursachen kann (DIEWERT, 1981). Darüber hinaus kann der Tornquist-Index bei nicht translogarithmischer Technologie oder, wenn die Parameter der zweiten Ableitungen bei den Unternehmen differieren, beträchtliche Störungen verursachen. In diesem Falle ist eine ökonometrische Schätzung unerläßlich. BALTAGI/GRIFFIN (1988) präsentierten eine Methode, die die ökonometrische Schätzung mit der Indextechnik verbindet und so einen allgemeinen Index für den T.F. ermöglicht, welcher sowohl nicht-neutral als auch skalenerhöhend sein kann. Diese Technik erfordert einen gemeinsamen Datenpool von Unternehmen desselben Sektors und verwendet Dummy- Variablen zur ökonometrischen Schätzung eines generellen Indexes des T.F.

7 Nicht-parametrische Methoden

Berechnungen des T.F. mittels nicht parametrischer Methoden erfordern keinerlei restriktive Annahmen über die Form der Produktionsfunktion. Nicht-parametrische Methoden erfordern jedoch einige Einschränkungen. Zum einen sind diese Methoden rein deterministisch (Messungen eines Fehlers sind nicht erlaubt), zum zweiten können sie nur schwer mit multiplem Output umgehen. Wegen der rechnerischen Schwierigkeiten (Es ist notwendig, t-lineare Probleme zu lösen, wobei t die Anzahl der Perioden bezeichnet.) und der Unzulässigkeit negativen technischen Fortschritts bei der linearen Programmierung konzentrierten sich darüber hinaus die meisten Nachforschungen auf die Berechnung von Indizes (Divisia-Index oder exakte Indizes) oder die direkte ökonometrische Schätzung.

8 Einige Anwendungsbeispiele

Während die Schätzung des T.F. bei allgemeinerer Produktionstechnologie, die z.B. Nicht-Homothezität zuläßt, zur Analyse des T.F. in nicht-landwirtschaftlichen Sektoren bereits breite Anwendung gefunden hat (vgl. z.B. CRISTENSEN/GREEN, 1976; BERNDT/KHALED, 1979; GOLLOP/ROBERTS, 1981; GREEN, 1983) ist dies im Bereich Landwirtschaft bisher relativ selten der Fall. Die Studien zur der Messung des T.F. in der Landwirtschaft basieren jedoch oft auf zu restriktiven Annahmen (z.B. konstante Substitutionselastizitäten und Skalenerträge, Hicks- neutraler T.F.). Die ersten Bemühungen, verzerrten T.F. in der Landwirtschaft zu schätzen, waren die Studien von BINSWANGER (1974, 1978), und KAKO (1978). Sowohl BINSWANGER als auch KAKO stellten fest, daß der faktorvermehrende T.F. sehr wichtig für die Erklärung eines großen Teils der beobachteten Faktoranteile in der amerikanischen und japanischen

Landwirtschaft war. In beiden Studien wurden jedoch konstante Skalenerträge in der Landwirtschaft unterstellt. Darüber hinaus erfolgte die Berechnung der Rate des T.F. (in BINSWANGER's Modell als nicht konstant angenommen) als Residualgröße. Ferner wurde die Verzerrung des T.F. für eine kurze Periode direkt aus der Kostenfunktion geschätzt; allerdings war dabei eine konstante Rate der Verzerrung unterstellt.

HAYAMI und RUTTAN (1971, 1985) nahmen eine methodisch geringfügig abweichende Überprüfung des preisinduzierten T.F. für die japanische und amerikanische Landwirtschaft vor. Für die Schätzung partieller Substitutionselastizitäten, die zur Schätzung des verzerrten T.F. notwendig waren, benutzten HAYAMI und RUTTAN (1985) eine zweistufige CES-Produktionsfunktion, von der unterstellt wurde, daß sie linear homogen und "well-behaved" sei. Für die Messung des verzerrten T.F. verwandten HAYAMI und RUTTAN (1985) Faktoranteilsgleichungen, von denen angenommen wurde, daß sie in einen preisinduzierten Faktorsubstitutionseffekt und einen Effekt des verzerrten T.F. zerlegbar seien. Die Ergebnisse dieser Studie scheinen die vorher aufgestellte Hypothese der preisinduzierten Innovationen zu bestätigen. JORGENSON und FRAUMENI (1981) schätzten die Verzerrung des T.F. in der U.S. Landwirtschaft auf der Grundlage einer Translog-Preisfunktion. Sie entwickelten ein Modell, das durch die Konkavitätsrestriktionen bezüglich der Translog-Funktion für jedes Preisniveau eine positive Inputnachfrage erzeugt, sowie vollkommenen Wettbewerb und konstante Skalenerträge unterstellt. Sie wandten dieses Modell auf 35 Wirtschaftssektoren an, und zwar unter Verwendung von Zeitreihendaten jedes Sektors von 1958-1974. Das Hauptproblem der auf diese Weise geforderten Konkavitätsbedingungen ist jedoch die Aufhebung der Flexibilität der Translog-Kostenfunktion (vgl. BERNDT/WOOD, 1985).

Eine allgemeinere Spezifikation von Technologie, die nicht-homothetische Produktionsfunktionen zuläßt (d.h. nicht konstante Skalenerträge), unternahm LOPEZ (1980). Er benutzte eine allgemeine Leontief-Kostenfunktion für Zeitreihendaten der kanadischen Landwirtschaft. Er teilte die Ansicht, daß die Skalenänderungen einen Großteil der Veränderungen der Input--Output- oder Faktoranteilsgleichungen erklären. Der Einfluß des nicht neutralen T.F. erwies sich in dieser Studie jedoch als nicht signifikant. Diese Ergebnisse wurden zum Teil von LOPEZ und TUNG (1982) verifiziert, die detailliertere Daten (kombinierte Querschnitts- und Zeitreihendaten) der kanadischen Landwirtschaft verwendeten. Während der Output-Skaleneffekt dabei sehr stark blieb, war auch der faktorvermehrende T.F. statistisch signifikant.

ANTLE (1984) stellte fest, daß die Hypothese der Homothezität und des neutralen T.F. als Beschreibung der Technologie in der amerikanischen Landwirtschaft entschieden abgelehnt werden muß. Für seine Studie verwendete er Zeitreihendaten von 1910-1978 und eine aggregierte produkthomogene Translog-Gewinnfunktion.

MICHALEK (1988) benutzte drei verschiedene Spezifikationen einer aggregierten produkthomogenen Translog-Kostenfunktion und verwendete kombinierte Querschnitts- und Zeitreihendaten der bundesdeutschen Landwirtschaft für eine Schätzung des T.F. innerhalb einer allgemeinen Beschreibung von Produktionstechnologie. Die Hypothesen konstanter Skalenerträge, Faktorelastizitäten von eins und Hicks- neutralen T.F. als Charakteristika der Technologie in der bundesdeutschen Landwirtschaft wurden bei

diesem Ansatz auf hohem statistischem Signifikanzniveau abgelehnt. Bei Betrachtung der Änderungen der Inputpreise stellte MICHALEK (1988) fest, daß Gebäude und direkt produktionssteigernde Faktoren wie Dünge- und bestimmte Pflanzenschutzmittel die Hauptträger des T.F. waren. Weiter war endogener T.F. (learning by doing) offenbar eine der wichtigsten Formen des T.F. in der Landwirtschaft. Unter den exogenen Faktoren, die den T.F. beschleunigt haben, erwiesen sich die Steigerung des Verhältnisses zwischen Einkaufspreisen für landwirtschaftliche Vorleistungen und Erzeugerpreisen sowie der landwirtschaftlichen Einkommensparität als dominierend.

Obwohl einige Studien empirische Schätzwerte für verzerrenden T.F. erzielten, konnten sie die auSwirkungen von Veränderungen des Output- Mix meist nicht feststellen, da die Modelle eine output-aggregierte Kosten- oder Gewinnfunktion verwendeten. Erst vor kurzem stellte KURODA (1988) einen Mehrprodukt-Ansatz zur Messung der Verzerrung des T.F. in der japanischen Landwirtschaft vor. Dabei stellte er fest, daß der T.F. in der japanischen Landwirtschaft zugunsten der tierischen Produktion verzerrt war.

9 Schlußfolgerungen

Die Bewertung der Möglichkeiten zur Quantifizierung des T.F. in der Landwirtschaft bei Verwendung der o.g. Methoden zeigt, daß die Ergebnisse bisher nicht hinreichend befriedigen können. Schon etwas kompliziertere Kriterien der Schätzung des T.F. im Rahmen einer allgemeineren Technologiebeschreibung machen es notwendig, sich mit den Annahmen des Modells zu beschäftigen, die sich z.T. widersprechen. Ein besonderes Problem stellt die Wahl einer Funktionsform dar, die die erwünschten Bedingungen unter Berücksichtigung des funktionalen Verhaltens des T.F. erfüllt und gleichzeitig mit der allgemeinen ökonomischen Theorie konsistent ist. Darüber hinaus muß jede Methode, die Betrachtung des T.F. auf die Produktionsseite begrenzt, ohne mögliche externe Effekte(z.B. ökologischen Folgen der Umweltbelastung) und trade-offs zwischen dem kurzfristigen Gewinnmaximierungsverhalten der Produzenten und dem dauerhaften Nutzenmaximierungsverhalten der Konsumenten zu berücksichtigen, in gewissem Maße vereinfachend und willkürlich bleiben. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß der landwirtschaftliche Haushalt gleichzeitig sowohl Endkonsument des T.F. als auch positiver und negativer Auswirkungen des Wirtschaftswachstums ist, sollten alle den T.F. betreffenden Überlegungen auch aus dieser Sicht behandelt werden.

Zu diesem Zweck wäre ein Systemkonzept der Technologie zur geeigneten Beschreibung des T.F. denkbar. Die Defizite dieser Methode lassen jedoch vermuten, daß für eine Quantifizierung und den intersektoralen Vergleich der Effekte eines derartig vielfältigen Problems wie des T.F. formale theoretische Modelle notwendig sind. Mit Rücksicht darauf wird deutlich, daß das Problem der Messung des T.F. in der Landwirtschaft im wesentlichen eine Frage der geeigneten Modellbildung im allgemeinen und eine Frage der adäquaten Technologiebeschreibung im besonderen ist.

Zur Einbeziehung der Gesamteffekte des T.F. in der Landwirtschaft, aber auch solcher externen Effekte der Agrarproduktion wie die ökologischen Folgen der Umweltbelastung, die sich nicht direkt auf die Produktionskosten auswirken (und daher auch nicht auf das

Produzentenverhalten, das durch die Produktionsfunktion abgebildet wird), müssen allgemeinere Methoden zur Messung des T.F. bei einer weitgespannteren Beschreibung der Technologie eingesetzt werden.

Als Beispiel für eine solche Methode könnten Modelle dienen, die abhängige Produktions- und Verbrauchsentscheidungen zulassen (vgl. LOPEZ, 1986), kombinierte Modelle überlappender Generations- und Lebenszyklen oder jede andere Methode, die allgemein mit der ökonomischen Theorie konsistent ist und den T.F. der landwirtschaftlichen Produktionsseite mit Nutzensteigerungen für die Konsumenten verbinden könnte. Praktische Anwendungen solcher Ansätze zur Messung des T.F. in der Landwirtschaft sind dem Verfasser bisher jedoch nicht bekannt.

Anhang 1

Es existiere eine reale Zielfunktion (max, min) $f(X,a) \in R^n$, die für jede Menge von Elementen $x \in X \quad R^n$ und jede Menge von Parametern $a \in A \quad R^n$ definiert ist. Es sei weiter eine Multifunktion $K: A \Rightarrow x$, die einen Satz von Beschränkungen $K(a) \in x$ für jede Menge von Parametern $a \in A \quad R^n$ definiert. Bei gegebenem Parameterniveau wird das Wirtschaftssubjekt versuchen, den Wert der Zielfunktion $f(X,a)$ für die Menge X der Elemente, die zur Menge K(a) gehören, zu maximieren. Folglich ist das erreichbare Maximum eine Funktion der Parameter, definiert als:

$$\phi : A \rightarrow R$$

$$\phi(a): \sup_{x \in K(a)} f(X,a)$$

Die dementsprechend verwendeten Elemente sind die Teilmenge der beschränkten Menge K(a), bei der die Zielfunktion f ihr Maximum erreicht. Somit ist die Lösungsmenge durch eine Multifunktion der Parameter

$$S: A \Rightarrow x$$

$$S(a) = \{ x \in K(a) \mid f(X,a) = \phi(a) \}$$

definiert.

Normalerweise definiert die Zielffunktion den Nutzen oder Gewinn, der Satz von Beschränkungen ein bestimmtes Budget oder eine Produktionsmöglichkeitenkurve. Dann ist ϕ die indirekte Nutzen- oder Gewinnfunktion und S die entsprechende Nachfrage- bzw. Angebotsfunktion.

Die Verwendung des Konzeptes der Transformationsfunktion (DIEWERT 1974), das ebenfalls ein Effizienzmaß ist, macht deutlich, daß hier- mit nicht nur effiziente Produktionspläne, sondern auch andere Ziele definiert und ausgedrückt werden können. Jetzt können wir den T.F. als Steigerung der Transformationseffizienz der Funktionselemente (x) bei gegebener Zielsetzung definieren. Dies ist nur im einfachen, beschränkten Fall mit der Verschiebung der Produktionsfunktion nach oben identisch. In weitere Fällen erweitert sich die Zielfunktion (oder Nutzenfunktion) über das Konzept der Produktionsfunktion.

Literaturverzeichnis

ABRAMOVITZ, M.: Resource and output trends in the U.S. since 1970. - American Economic Review, May, 1956.

ANTLE, J.M.: The structure of U.S. argicultural technology, 1910-1978. - American Journal of Agricultural Economics (AJAE), Bd. 66, 1984, S. 414-421.

BALTAGI, B.H. und GRIFFIN, J.M.: A general index of technical change. - Journal of Political Economy, Vol. 96, 1988, S. 20-41.

BERNDT, E.R. und KHALED, M.S.: Parametric Productivity Measurement and choice among Flexible Functional Forms. - Journal of Political Economy, Vol. 87 (61), 1979, S. 1220-1245.

BERNDT, E.R. und WOOD, D.O.: Concavity and the specification of technical progress in U.S. manufacturing. - In: FERICELLI, J. und LESOURD, J.B. (Hrsg.): Energie: Modelisation et Économétrie. Paris, 1985, S. 444-471.

BINSWANGER, H.P.: Measured Biases of Technical Change: The United States. - In: BINSWANGER, RUTTAN et al. (Hrsg.): Induced innovation, Technology, Institutions, Development. - John Hopkins University Press, 1978, S. 215-242.

BLAUG, M.: A Survey of the Theory of Process-Innovations. - Economica, February, S. 13-32; auch in: The economics of technological change; hrsg. von ROSENBERG, PENQUIN 1971. England, 1963, S. 86-113.

BROWN, W.G. und BEATTIE, B.K.: Improving Estimates of Economic Parameters by Use of Ridge Regression with Production Function Applications. - AJAE, Vol. 57, 1975, S. 21-32.

CHRISTENSEN, L.R. und GREEN, W.H.: Economies of scale in U.S. Electric Power Generation. - Journal of Political Economy 84 (4), 1976, S. 655-767.

DASGUPTA, P.: Patents, Priority and Imitations, or the economies of race and waiting games. - Economic Journal, 98 (1988), March, S. 66- 80.

DENISON, E.F.: United States Economic Growth. - Journal of Business, August. 1962

DENISON, E.: Why Growth Rates Differ. hrsg. von The Brookings Institution. Washington 1967.

DIEWERT, E.: Exact and superlative index numbers. - Journal of Econometrics 4 (1976), May, S. 115-145.

DIEWERT, E.: The theory of total factor productivity - Measurement in regulated industries. - In: Productivity measurement in regulated industries, Academic Press. New York 1981, S. 17-44.

FISHER, K. H.: Die Messung von totaler Faktorproduktivität, Effizienz und technischem Fortschritt. - Bonner Betriebswirtschaftliche Schriften. Bonn 1984.

FREEMAN, P.: Structural crisis of adjustment, business cycles and investment behaviour. - In: DOSI (Hrsg.): Technical change and economic theory. London, 1988, S. 38-66.

GREEN, W.M.: Simultaneous Estimation of Factor Substitution, Economics of Scale, Productivity and Non-neutral Technical Change. - Developments in Econometric Analysis of Productivity, hrsg. von Dogramaci. Boston, 1983, S. 121-143.

GOLLOP, F.M. und ROBERTS, M.J.: The sources of Economic Growth in the U.S. Electric Power Industry. - In: COWING, STEVENSON (Hrsg.): Productivity Measurement in Regulated Industries. New York, 1981, S. 107-143.

GRILICHES, Z.: Research Costs and Social returns: Hybrid Corn and related innovations. - Journal of Political Economy, Oktober, 1958, S. 419-431.

GRILICHES, Z.: Measuring Inputs in Agriculture: A critical survey. - Journal of Farm Economics, 1958, December.

GRILICHES, Z.: Hedonic Price Indexes Revisited. - In: Price Indexes and Quality Change; Studies in New Methods of Measurement, Cambridge MA, Harvard University Press, 1971; auch in: Technology, Education and Productivity, hrsg. von Griliches, Devon (1988).

GRILICHES, Z. und JORGENSON, D.W.: The Explanation of Productivity Change. - Review of Economic Studies, July, Nr. 99 (1967); auch in: Technology, Education and Productivity, hrsg. von Griliches, Devon (1988), S. 308-351.

HAYAMI und RUTTAN: Agricultural Development: An International Perspective. Hrsg. von John, Hopkins Press. Baltimore, London 1971.

HAYAMI, Y. und RUTTAN, V.: Agricultural Development: An International Perspective - Revised and Expanded. - John Hopkins Press. Baltimore, London 1985.

JORGENSON, D. und FRAUMENI, B.: Relative Prices and Technical Change. - In: BERNDT und FIELD (Hrsg.): Modeling and Measuring Natural Resource Substitution. Cambridge, M.A., MIT Press, 1981, December.

JORGENSON, D.: Econometric Methods for Modeling Producer Behaviour. in: Handbook of Econometrics, hrsg. von GRILICHES, Intriligator, 1986, S. 1842-1915.

KAKO, T.: Decomposition Analysis of Derived Demand for Factor Inputs: The Case of Rice Production in Japan. - AJAE, 60 (1978), S. 628-635.

KAMIEN, M. und SCHWARTZ, A.: Market structure and Innovation: A survey. - Journal of Economic Literature 13 (1982), Cambridge, S. 1-37.

KURODA, Y.: The Output Bias of Technological Change in Post- war Japanese Agriculture. - AJAE, 1988, August.

LOPEZ, R.E.: The Structure of Production and the Derived Demand for Inputs in Canadian Agriculture. - AJAE, 62 (1980), S. 38-45.

LOPEZ, R.E. und TUNG, F.L.: Energy and Non-Energy Input Substitution Possibilities and Output scale Effects in Canadian Agriculture. - Canadian Journal of Agricultural Economics, 30 (1982), S.87-105.

LOPEZ, R.E.: Structural Models of the Farm Household that Allow For Interdependent Utility and Profit Maximisation Decisions. In: Singh, Squire, Strauss - Agricultural Household Models. - Baltimore, London, 1986, S. 306-395.

MICHALEK, J.: Technological Progress in West German Agriculture - A Quantitative Approach. - Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel 1988.

MICHALEK, J.: Measurement of Technological Progress On the Base of Flexible Cost Function. - Discussion Paper presented at GEWISOLA Workshop in Braunschweig, 1989, West Germany.

MORONEY, J.R. und TRAPANI, M.: Alternative Models of Substitution and Technical Change in Natural Resource - Intensive Industries. -In: BERNDT und FIELD (Hrsg.): Modeling and Measuring Natural Resource Substitution. M.A. MIT Press, 1981.

NELSON, R. und WINTER, S.: An Evolutionary Theory of Economic Change. - Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1982.

PINSTRUB-ANDERSON, P.: Agricultural research and technology in economic development. - London 1982.

ROSENBERG, N.: Perspectives on Technology. - Cambridge University Press, 1976.

ROSENBERG, N.: Inside the black box - Technology and Economics. - Cambridge University Press, 1982.

SAHAL, D.: Patterns of Technological Innovations. - Massachusetts, Adison-Wesley Publ. Comp., 1981.

SATO, R.: The Estimation of Biased Technological Progress and the Production Function. - International Economic Review 11 (1970), June, S. 179-208.

SATO, R.: The Theory of Technical Change and Economic Invariance: Application of Lie Groups. - In New York: Academic Press, 1981.

SATO, R und CALEM, P.S.: Lie Group Methods and the Theory of Estimating Total Productivity. - In: DOGRAMACI (Hrsg.): Developments in Econometric Analyses of Productivity. Boston 1982, S. 145-168.

SCHUMPETER, J.: The Theory of Economic Development. - Cambridge (Mass.), Harvard University Press., 1934.

SOLOW, R.M.: Technical Change and the Aggregate Production Function. - Review of Econometrics and Statistics, 1957, August, S. 312-320.

STEVENSON, R.: Measuring Technological Bias. - American Economic Review 70, No 1 (1980), S. 162-173.

WIBE, S.: Engineering Production Functions and Technical Progress. - In: PUN und WIBE (Hrsg.): The Economics of Technological Progress. St. Martin's Press. New York 1980, S. 44-49.

WIBE, S.: Empirical Macro Production Functions, Methodological Comments. - UMEA Economic Studies, 1985b, No. 153.

WIBE, S.: A Model for Bounded Technological Progress. - UMEA University, 1985a.

WOODWARD, T.: A factor augmenting approach for studying capital measurement, obsolenscence and the recent productivity slowdown. - In: DOGRAMACI (Hrsg.): Developments in Econometric Analysis of Productivity. Boston 1983, S. 93-120.

TECHNISCHER FORTSCHRITT IN DER LANDWIRTSCHAFT DER INDUSTRIELÄNDER - BESTIMMUNGSGRÜNDE, WIRKUNGEN, BEWERTUNG (FALLSTUDIEN)

TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT
- BEISPIELE -

von

V. BEUSMANN, Braunschweig-Völkenrode[1)]

1 Einleitung

Unerwartete negative Technikfolgen sowie Krisen in der Technikakzeptanz waren Auslöser für Technikfolgenabschätzungen und -bewertungen (TFA). Von solchen Folgen und Akzeptanzkrisen ist auch die Landwirtschaft betroffen, sowohl hinsichtlich bestimmter Produktionsverfahren als auch im Hinblick auf einige Qualitätsmerkmale der von ihr erzeugten Produkte. Ziele, Methoden und allgemeine Probleme der TFA waren Gegenstand eines Beitrags über TFA auf der letztjährigen GeWiSoLa-Tagung (vgl. BEUSMANN, 1989b). Möglichkeiten und Grenzen der TFA aus entscheidungstheoretischer Sicht wurden an anderer Stelle erörtert (s. BEUSMANN, 1989c). Im folgenden wird ein Überblick über TFA-Aktivitäten - weitgehend beschränkt auf die Bundesrepublik Deutschland - im Bereich Landwirtschaft gegeben. Dabei werden nur Untersuchungen, die in enger Verbindung mit der TFA-Diskussion in jüngster Zeit stehen, herangezogen, obwohl bereits früher Abschätzungen künftiger technischer Entwicklungen - z.T. mit den auch heute verwendeten Verfahren (s. z.B. MOHN, 1974) - vorgenommen wurden.

2 TFA-Aktivitäten im Bereich der Landwirtschaft

2.1 Wer initiiert TFA?

Ausgehend vom Office of Technology Assessment des U.S. Congress (OTA), das die internationale TFA-Diskussion wesentlich beeinflußt und auch eine Studie zur Landwirtschaft erarbeitet hat (s. unten), lassen sich die TFA-Initiatoren in folgende Gruppen untergliedern:

a) Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (im folgenden: SRU) speziell zur "Umweltverträglichkeitsprüfung"

b) Enquete-Kommissionen des Bundestages ("Chancen und Risiken der Gentechnologie", im folgenden: EK-GT; "Gestaltung der technischen Entwicklung; Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung", im folgenden: EK-TFA)

1) Für Anregungen danke ich Herrn Dr. H. Becker, Herrn Prof. Dr. E. Neander, Frau Dr. P. Salamon und Herrn Dr. H. Schrader, die Verantwortung für den Artikel liegt allein beim Autor. Das ausführlichere Tagungspapier, das u.a. eine tabellarische Übersicht der TFA-Aktivitäten mit einer Kurzkommentierung enthält, kann vom Autor angefordert werden.

c) Bundesministerien, vor allem das BMFT, aber auch das BMELF (s. Bundesregierung, 1989b)

d) TFA-Einrichtungen der Bundesländer, z.B. die TFA-Arbeitsstelle der Universität Hamburg (s. ALBRECHT, 1989)

e) Stiftungen und private Initiativen, z.B. "Stiftung ökologischer Landbau" und "Öko-Institut Freiburg" (s. z.B. KOLLEK et al., 1986, sowie ALTNER et al., 1988)

f) auf internationaler Ebene u.a.
- EG-Kommission mit dem FAST (Forecasting and Assessment in Science and Technology) Programm (s. z.B. NEVILLE-ROLFE et al., 1989; COMMINS und HIGGINS, 1987; CONRAD, 1987).

- OECD (s. OECD, 1975 und 1989).

2.2 Wer bearbeitet TFA?

Die Auftragnehmer von TFA können in verschiedene Gruppen eingeteilt werden:

a) Die Auftraggeber führen die Studie selbst durch, indem sie Experten für die Mitarbeit gewinnen oder Experten-Hearings organisieren, Literatur-Recherchen anfertigen etc. (z.B. OTA, EK-GT, SRU).

b) Forschungseinrichtungen mit Erfahrungen auf dem Gebiet der TFA, der Systemanalyse oder der Sozialbefragung bearbeiten TFA mit landwirtschaftlichen Themen oder Bezügen (z.B. BOSSEL et al.).

c) Agrarforschungseinrichtungen, die sich in das Gebiet der TFA einarbeiten.

d) Private Forschungsinstitute (z.B. PROGNOS-AG).

2.3 Welche Themen werden behandelt?

Inhaltlich lassen sich die genannten TFA in verschiedene idealtypische Themenbereiche untergliedern, die sich in der TFA-Praxis i.d.R. nur durch die Schwerpunktsetzung abgrenzen lassen:

a) Globale Studien künftiger Agrarentwicklung ("Agrarpfade").
b) Studien zur Umweltverträglichkeit der Agrarentwicklung.
c) Technik-induzierte TFA, und zwar sowohl für globale Technologien (z.B neue Bio- und Gentechnik, Nachwachsende Rohstoffe) als auch für spezielle Techniken oder Produkte (z.B. gentechnisch hergestelltes Rinderwachstumshormon (rbST)).

Wie ist der Stand der Diskussion in den drei Themenfeldern?

Zu a): Über alternative Agrarpfade - oder eine umfassende Reform der Agrarpolitik - wird sowohl in der Öffentlichkeit als auch in der Wissenschaft ausgiebig diskutiert. Die OTA Studie umfaßt z.B. sowohl ein breites Spektrum von Technologien (neue Bio- und Gentechnik, Informationstechnik) als auch Aussagen über die wahrscheinliche Zukunft der US Agrarstruktur und einige begrenzte Politikalternativen (zur Kritik an der OTA Studie s. u.a. BEUSMANN, 1989b und 1989c, FASTERDING und KLARE, 1988, sowie ZIMMER, 1987). Bisher ist keine TFA vergleichbaren Umfangs für die B.R. Deutschland erstellt worden. BOSSEL et al. erarbeiteten aber eine Vorstudie, die Anstöße einerseits für eine Fortführung der Arbeit, andererseits für eine agrarökonomische Parallelstudie auf der Basis ökonomischer Modelle gab, die an einen Kommentargutachter der Vorstudie vergeben wurde (HENRICHSMEYER et al.). Diese Folgestudien stehen vor dem Abschluß, eine weitere Diskussion ist daher z.Z. nicht möglich.

Zu b): Bezüglich der Umweltverträglichkeit der Agrarproduktion kann auf den Beitrag von de HAEN und ZIMMER (in diesem Band) verwiesen werden.

Zu c): Auch die Diskussion im Bereich Bio/Gentechnik hat sich ausgeweitet: So wurden z.B. gezieltere Diskussionen zu Teilfragen veranstaltet (s. z.B. ALBRECHT, 1989), zum anderen wurde z.B. ein Gesetzesentwurf für Rahmenregelungen der Gentechnik erarbeitet (s. Bundesregierung, 1989 a). Von Agrarökonomen in der Bundesrepublik scheint mir der Bereich der Biotechnologie bisher im Vergleich zu anderen Themen (z.B. Nachwachsende Rohstoffe) oder im Vergleich zur US-Agrarökonomie vernachlässigt worden zu sein (s. hierzu ausführlicher BEUSMANN, 1989a, BEUSMANN, HINRICHS und SCHRADER, 1989, sowie HÜLSEMEYER, in diesem Band).

Enge Wechselbeziehungen bestehen zwischen der neuen Biotechnologie (BT) und Nachwachsenden Rohstoffen (NR): Zum einen erhofft man sich eine Verbesserung der NR-Rentabilität durch bessere züchterische Abstimmung der Inhaltsstoffe von Pflanzen auf industrielle Verarbeitungsanforderungen sowie durch verbesserte Konversionstechniken (s. KLEINHANSS, in diesem Band), zum anderen tritt die BT in direkte Konkurrenz zu bestimmten Agrarprodukten ("Bioreaktoren").

Ausführlicher als BT im allgemeinen wurden bisher Folgen einer eventuellen Zulassung von gentechnisch hergestelltem Rinderwachstumshormon (rbST) analysiert: Neben stärker einzelwirtschaftlich orientierten Studien mit sektoralen Komponenten von ZEDDIES und DOLUSCHITZ (1988) sowie LANGBEHN und WAHLERS (o.J.) wurden von ISERMEYER/de HAEN et al. (1989 und EK-TFA, 1989) sowie NEANDER et al. (1989) TFA für die EK-TFA bzw. das BMELF durchgeführt.

Die beiden letztgenannten Studien gelangen in der einzelbetrieblichen Rentabilitätsberechnung eines rbST-Einsatzes zu ähnlichen Kernaussagen, sie unterscheiden und ergänzen sich durch unterschiedliche Schwerpunktsetzung (z.B. durch Befragungsaktionen bei unterschiedlichen Adressatenkreisen) und sie lassen einige Fragen offen, zu denen noch Forschungsaufträge der EG laufen (rbST-Nachweismöglichkeiten in der Milch und Verbraucherakzeptanz von "rbST-Milchprodukten").

3 Schlußfolgerungen zu TFA im allgemeinen und speziell im Bereich Landwirtschaft aus den bisherigen Erfahrungen

3.1 Zur Institutionalisierung

Das Parlament kann eine wirksame Kontrolle der Regierungsarbeit nur auf der Basis sachlicher Kompetenz ausüben. Ein Vorteil zeitlich und thematisch begrenzter TFA durch EK's liegt in der Flexibilität bezüglich des Umfangs eingesetzter Arbeitskräfte und Finanzmittel, ein Nachteil liegt in der mangelnden Kontinuität: Im Falle der FAL-Studie über Nachwachsende Rohstoffe (NR) beschränkte man sich angesichts der kurzen Zeit bis zum Ende der letzten Legislaturperiode in gegenseitiger Absprache auf ein weites Rahmenkonzept, das inhaltlich nur partiell ausgefüllt werden konnte. In der laufenden Legislaturperiode steht eine Entscheidung der EK-TFA über eine evtl. Fortführung der TFA über NR noch aus. Die NR-Thematik wurde inzwischen aber vom BMFT aufgenommen[2)].

Auch für das rechtzeitige Aufgreifen von technischen Entwicklungen, die eine TFA erfordern, ist einer ständigen TFA-Einrichtung der Vorzug zu geben. Die TFA-Prozesse des Parlaments scheinen darüber hinaus dem Gesichtspunkt der Beteiligung betroffener Gruppen eine größere Bedeutung zuzumessen als TFA der Ministerien, die vorrangig an einer wissenschaftlichen Beratung interessiert sind. Beteiligung am TFA-Prozeß ist aber ein guter Weg zur Verbesserung der Akzeptanz von Technologien.

3.2 Herausforderungen für wissenschaftliche Auftragnehmer

Deutsche Agrarökonomen haben sich erst auf Ansprache von außen und relativ spät im Bereich TFA engagiert, obwohl sie einen Fundus an Fachwissen vorweisen können. Diesen sollten sie stärker in die TFA-Prozesse einbringen und Kontakte zu neuen Adressaten wissenschaftlicher Arbeiten aufnehmen.
TFA erfordern nicht nur intensive Zusammenarbeit innerhalb der eigenen Fachrichtung und mit benachbarten Fachdisziplinen, sondern auch einen verstärkten Dialog zwischen Wissenschaft, Politik und betroffenen Gruppen:

a) Sowohl für die interdisziplinäre Zusammenarbeit wie für den Dialog von Wissenschaftlern mit anderen gesellschaftlichen Gruppen ist eine allgemein-verständliche Sprache erforderlich, hierauf wird nicht immer genügend geachtet.

b) Interdisziplinäre Zusammenarbeit und Kommentargutachten sollten zwar auch fachliche Fehler von Wissenschaftlern, die den Versuch fachlicher Grenzüberschreitung unternommen haben, aufdecken (Konkurrenzprinzip), aber zugleich der Frage nachgehen, wo positive Anregungen von "externen" Fachwissenschaftlern aufgegriffen werden können und in welchen Bereichen man von ihnen lernen kann (Kooperationsprinzip).

2) Ein Kommentargutachter der EK-TFA (WINTZER) wurde vom BMFT mit einer umfassenden TFA über NR beauftragt.

Nur auf diese Weise lassen sich Probleme des Reduktionismus und des Spezialistentums abbauen; bisher liegt der Schwerpunkt zu stark auf dem erstgenannten Aspekt.

c) Interdisziplinäre Arbeitsgruppen, die über die Addition von einzelnen Fachbeiträgen hinausgehend zusammenarbeiten, sind bisher selten, aber notwendig.

d) TFA erfordert Gruppenarbeit, die Beurteilung wissenschaftlicher Leistungen bemißt sich vorrangig an Einzelleistungen; für die Motivation von Mitarbeitern ist es daher erforderlich, soweit wie möglich die Beiträge einzelner kenntlich zu machen, Leistungen in Gruppenarbeit stärker als bisher zu bewerten oder aber dem Einzelnen nach einer Gemeinschaftsarbeit wieder Freiraum für Einzelleistungen zu verschaffen; desgleichen muß der Zugang zu Informationen für alle Beteiligten offen gehalten werden und es müssen klare Absprachen über Entscheidungs- und Verantwortungsbereiche getroffen werden. Nur auf diesen Wegen scheint engagierte, wirklich interdisziplinäre Arbeit möglich.

Die Themenbereiche "alternative Entwicklungspfade des Agrarsektors", Umweltverträglichkeit, Biotechnologie und Nachwachsende Rohstoffe befinden sich in einem Prozeß der Differenzierung und der Verschiebung von Schwerpunkten in den Fragestellungen, m.a.W., einem Prozeß des schrittweisen Lernens. Gerade in diesen umfassenden Themenbereichen ist TFA nicht als einmaliger Akt sinnvoll. Die Gefahr in technik-orientierten TFA liegt darin, daß lediglich Chancen und Risiken innerhalb bestimmter Technologien (z.B. innerhalb der BT oder der NR) evaluiert werden, nicht jedoch technische und politische Alternativen außerhalb dieser Technologien und deren Wechselbeziehungen mit BT und NR (siehe z.B. EK-BT, 1987, Minderheitenvotum). Im Prinzip wäre dieser Mangel durch TFA über alternative Zukunftspfade behebbar, es bleibt abzuwarten, inwieweit die vor Abschluß stehenden Studien diese Anforderung erfüllen.

Wie die vorangegangene Darstellung gezeigt hat, gibt es eine Fülle von TFA-Aktivitäten im Bereich Landwirtschaft, allerdings auch Defizite. TFA sollte selbst als offener Lernprozeß aufgefaßt werden, indem nach Vorliegen weiterer TFA-Resultate eine kritische Überprüfung von Kosten und Nutzen durchgeführter Studien stattfinden sollte, um daraus Ansatzpunkte zur Verbesserung der TFA-Praxis abzuleiten.

Literaturverzeichnis

ALBRECHT, S. (Hrsg.): Erstes Hamburger Kolloquium zur Technologiefolgenabschätzung und -bewertung der Biotechnologie in der Pflanzenzüchtung. - O. O. 1989 (im Druck).

ALTNER, G., W. KRAUTH, I. LÜNZER und H. VOGTMANN (Hrsg.): Gentechnik und Landwirtschaft - Folgen für Umwelt und Lebensmittelerzeugung. - Alternative Konzepte, Bd. 64, C.F. Müller-Verlag, Karlsruhe 1988.

Berichte über Landwirtschaft: Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, SH 201. - Hamburg und Berlin 1989.

BEUSMANN, V.: Agrarökonomische Fragen der TA zur Biotechnologie in der Pflanzenzüchtung. - In: ALBRECHT (1989).

BEUSMANN, V.: Technikfolgenabschätzungen (TFA): Ziele und Methoden. - In: HANF, C.-H. und SCHEPER, W. (Hrsg.): Neuere Forschungskonzepte und -methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Bd. 25. Münster-Hiltrup 1989b, S. 115-122.

BEUSMANN, V.: Technology Assessment as an Attempt to Reconcile Environmental and Agricultural Policies Ex Ante. - In: DUBGAARD, A. und NIELSEN, A. H. (Hrsg.): Economic Aspects of Environmental Regulations in Agriculture. Proceedings of the 18th Symposium of the European Association of Agricultural Economists. Kiel 1989c, S. 299-308.

BEUSMANN, V., HINRICHS, P. und SCHRADER, H.: Sozioökonomische Voraussetzungen und Konsequenzen biotechnischer Fortschritte in der Landwirtschaft. - Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Berichte über Landwirtschaft, SH 201. Hamburg und Berlin 1989, S. 442-456.

BOSSEL, H., KRAMER, P., SCHAFFNER, J., WEISMANTEL, H. und ZERGER, U. (unter Mitarbeit von A. BECHMANN, N. EL BASSAM, K. GRASS, E. GUSTEDT, U. MARQUARDT, K.F. MÜLLER-REISSMANN, K.-H. SIMON und H. VOGTMANN): Enquete-Kommission "Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung" (1987a).

Bundesregierung: Entwurf eines Gesetzes zur Regelung von Fragen der Gentechnik. 6. Juli 1989. - Bonn 1989a.

Bundesregierung: Praxis und Perspektiven der Technologiefolgen-Abschätzung und -Bewertung. Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Abgeordneten Frau Rust und der Fraktion DIE GRÜNEN. - Deutscher Bundestag, 11. Wahlperiode, Drucksache 11/4323 (neu). Bonn 1989b.

COMMINS, P. und HIGGINS, J.V.: Farming and Farm Workers in the European Community 1985-2000. - EG-Kommission (Hrsg.): FAST-Occasional Papers No. 152. Brüssel 1987.

CONRAD, J.: Alternative uses for land and the new farmworker: Segregation versus integration. - Wissenschaftszentrum Berlin, IIUG rep. 87-1. Berlin 1987.

Enquete-Kommission "Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung": Alternativen landwirtschaftlicher Produktionsweisen. - Materialien zur Drucksache 10/6801 des Deutschen Bundestages, Band V. - Bonn 1987a.

Enquete-Kommission "Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung": Möglichkeiten und Grenzen beim Anbau nachwachsender Rohstoffe für Energieerzeugung und Industrie. Materialien zur Drucksache 10/6801 des Deutschen Bundestages, Band IV. Bonn 1987b.

Enquete-Kommission "Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung": Zum gentechnologisch hergestellten Rinderwachstumshormon. - Drucksache 11/4607 des Deutschen Bundestages. Bonn 1989.

FASTERDING, F. und KLARE, K.: Stellungnahme zur Studie des Office of Technology Assessment (OTA) - "Technology, Public Policy, and the Changing Structure of American Agriculture". - Arbeitsbericht aus dem Institut für Strukturforschung Nr. 1/1988. Braunschweig-Völkenrode 1988.

FISHEL, W.L. und KENNEY, M.: Challenge to studies of biotechnology impacts in the social sciences. - In: MAUNDER, A. und RENBORG, U.: Agriculture in a turbulent world economy. Aldershot 1986.

GROSSKOPF, W., HENZE, A. und KLOOS, R.: Forschungsförderung Nachwachsende Rohstoffe. Bereich Gärungsalkohol. Stand und Perspektiven. - Schriftenreihe Forschungsberichte des Dachverbandes Wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e.V., Bd. 1a. Frankfurt am Main 1988.

ISERMEYER, F., DEBLITZ, C., de HAEN, H., NIEBERG, H. und ZIMMER, Y.: BST. Technologie, Zusammenhänge und Folgen, insbesondere ökonomische, agrarstrukturelle, soziale und ökologische Folgen. - Enquete-Kommission "Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung", Komm. Drs. 11/47.

ISERMEYER, F. und de HAEN, H.: Rinderwachstumshormon rBST - viele Fragen offen. - Tierzüchter (1989, im Druck).

KOLLEK, R., TAPPESER, B. und ALTNER, G. (Hrsg.): Die ungeklärten Gefahrenpotentiale der Gentechnologie. - München 1986.

LANGBEHN, C.: Ökonomische und ökologische Probleme der heutigen Agrarproduktion. - In: ALBRECHT (1989).

LANGBEHN, C. und WAHLERS, H.W.: Ökonomische Bewertung biotechnischer Maßnahmen zur Leistungssteigerung in der Milchproduktion. - Institut für landwirtschaftl. Betriebs- und Arbeitslehre der Universität Kiel. Kiel o. J.

MEINHOLD, K., BARTHEL, E., BATEL, W., BEUSMANN, V., BRAMM, A., DAMBROTH, M., GÖTZKE, H., GRAEF, M., GRAFEN, A., HAXSEN, G., HAIMBÖCK, H., HENNIGS, H., HINRICHS, H., KÖGL, H., SCHITTENHELM, S., SCHRADER, H., SCHRÖDER, G. und SEEHUBER, R.: Enquete-Kommission "Einschätzung und Bewertung von Technikfolgen; Gestaltung von Rahmenbedingungen der technischen Entwicklung" (1987b).

MOHN, R.: Zukünftige mechanisch-technische Fortschritte in der Landwirtschaft - Eine Prognose mit Hilfe der Delphi-Methode. - Agrarwirtschaft, SH 58. Hannover 1974.

NEANDER, E., BEUSMANN, V., DOLL, H., FARRIES, E., HINRICHS, P., LEBZIEN, P., ROHR, K., SALAMON, P., SCHRADER, H. und WALTER, K.: Abschätzung der Folgen des Einsatzes von bovinem Somatotropin (bST) in der Milchproduktion der Bundesrepublik Deutschland. - Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft. (1989, im Druck).

NEVILLE-ROLFE, E., CASPARI, C., NORTH, J., ELLIS, J. und Mc Crae, M.: The Impact of Biotechnology on Agriculture in the European Community to the year 2005. - EG-Kommission (Hrsg.), Luxembourg 1989.

OECD (Hrsg.): Methological Guidelines for Social Assessment of Technology.- Paris 1975.

OECD (Hrsg.): Biotechnology. Economic and Wider Impacts. - Paris 1989.

PRIEBE, H.: Agrarpolitische Rahmenbedingungen einer umweltverträglichen Landwirtschaft. - In: ALBRECHT (1989).

Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Umweltprobleme der Landwirtschaft. - Deutscher Bundestag, 10. Wahlperiode, Drucksache 10/3613. Bonn 1985.

U.S. Congress, Office of Technology Assessment: Technology, Public Policy and the Changing Structure of American Agriculture. - OTA-F-285. Washington, D.C., 1986.

ZEDDIES, J. und DOLUSCHITZ, R.: Potentielle einzelbetriebliche und sektorale Auswirkungen des Einsatzes von Bovinem Somatotropin (BST) in der Milcherzeugung der Bundesrepublik Deutschland. - Berichte über Landwirtschaft, Bd. 66. Hamburg und Berlin 1988, S. 295-324.

ZIMMER, Y.: Der OTA-Bericht "Technology, Public Policy and the Changing Structure of American Agriculture". Eine kritische Würdigung der Fragestellungen, Methoden und Ergebnisse aus europäischer Sicht. - Diplomarbeit, Göttingen 1987.

TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG EINER EINFÜHRUNG DES VOLLAUTOMATISCHEN MELKENS

von

F. ISERMEYER, Göttingen

1 Einleitung

Ziel dieses Beitrages ist es, die Folgen der Einführung des vollautomatischen Melkens in die landwirtschaftliche Praxis im Stile einer Technikfolgenabschätzung zu untersuchen.[1] Derzeit arbeiten mehrere private und öffentliche Forschungsinstitutionen in verschiedenen europäischen Ländern an der Entwicklung eines Melkverfahrens, bei dem der Milchentzug vollautomatisch geschieht und jegliche Anwesenheit eines Melkers überflüssig wird. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt läßt sich noch nicht sicher abschätzen, ob und wann die Wissenschaftler ihr Ziel erreichen. Einige Herstellerfirmen verbreiten aber großen Optimismus und gehen davon aus, daß sie ihr Verfahren bereits in den frühen 90er Jahren als praxisreife Technologie am Markt anbieten können. Die derzeit verfolgten technischen Konzepte weisen zum Teil erhebliche Unterschiede auf (BORNSCHEUER, 1989). Beispielsweise streben einige Hersteller einen Einbau des Melkroboters in bestehende Melkstände an, andere wollen vollkommen neue Melkanlagen installieren, und wieder andere werden ihr vollautomatisches Melksystem in einem Container unterbringen, so daß es im Falle eines Defektes schnell durch einen Leasing-Service ausgetauscht werden kann. Allen Systemen ist gemeinsam, daß die Tiere nach Möglichkeit jederzeit Zugang zur Melkanlage haben sollen. Die neue Technik kommt deshalb in erster Linie für Betriebe mit Laufstallhaltung in Betracht.

2 Auswirkungen auf das Tier und das Produktionssystem

Aus Sicht des Landwirts besteht die wichtigste Wirkung des vollautomatischen Melkens in der Arbeitsentlastung und der Einsparung von Arbeitszeit pro Kuh. Während man für das Melken und Beobachten der Kühe gegenwärtig in arbeitswirtschaftlich günstigen Haltungsformen mindestens vier Minuten, in der Mehrzahl der deutschen Betriebe aber mindestens zehn Minuten je Kuh und Tag benötigt, kann diese Arbeitszeit beim vollautomatischen Melken auf ein bis zwei Minuten je Kuh und Tag gedrückt werden (BORNSCHEUER, 1989). Die zweite Hauptwirkung des vollautomatischen Melkens ist die Erhöhung der Milchleistung. Dieser Effekt entsteht dadurch, daß sich die Kühe in der vollautomatischen Melkanlage voraussichtlich drei- bis sechsmal am Tag melken lassen werden. Versuche mit mehrmaligem Melken am Tag haben gezeigt, daß beim freiwilligen Melken mit einer Leistungssteigerung in der Größenordnung von 10-15% gegenüber dem zweimaligen Melken zu rechnen ist (LANSER, 1981; SCHÖN, 1986; BORNSCHEUER, 1989). Die Milchleistungsteigerung wird sich auf Dauer aber nur

1) Es sei betont, daß die nachfolgenden Ausführungen und die zugrundeliegenden Untersuchungen (BORNSCHEUER, 1989; KÖNIG, 1989) dem hohen Anspruch einer Technikfolgenabschätzung hinsichtlich des Erstellungsprozesses und des Untersuchungsumfangs in keiner Weise genügen können (vgl. BEUSMANN, 1989).

realisieren lassen, wenn die Fütterung dem höheren Nährstoffbedarf angepaßt wird. Gelingt diese Anpassung nicht, sind Beeinträchtigungen der Fruchtbarkeit und der Tiergesundheit nicht auszuschließen (ISERMEYER et al., 1989). In den USA gibt es eine Reihe von Betrieben, in denen der Übergang vom zweimaligen zum dreimaligen Melken zu schwerwiegenden Problemen geführt hat. Dieser Bereich bedarf weiterer wissenschaftlicher Bearbeitung.[2] Dabei sind auch Auswirkungen auf die Tiegesundheit einzubeziehen, die nicht in direktem Zusammenhang zur Milchleistungssteigerung stehen. Hierzu zählen beispielsweise die Folgen des Übergangs zur ganzjährigen Stallhaltung (tendenziell negativ), der häufigeren Entleerung des Euters (tendenziell positiv) und der verbesserten Tierüberwachung durch Biosensoren (tendenziell positiv). Die vollautomatischen Melkanlagen werden voraussichtlich zur genauen Erfassung, Identifikation und Analyse der Milch in der Lage sein und somit sehr günstige Voraussetzungen für eine Verbesserung der Gesundheitskontrolle, der Leistungskontrolle und der Brunstkontrolle schaffen.[3]

3 Ökonomische Folgen

Zur Beantwortung der Frage, in welchem Maße die neue Technologie zu Umstrukturierungen in der deutschen Landwirtschaft führen wird, ist eine Abschätzung der Rentabilität des vollautomatischen Melkens erforderlich. Die Rentabilitätsanalyse geschieht in zwei Etappen. Zunächst wird für eine kurz- bis mittelfristige Analyse angenommen, die investierenden Betriebe würden den Übergang zum vollautomatischen Melken im Rahmen ihrer gegenwärtigen Stallkapazität vollziehen und keine Kapazitätserweiterung vornehmen. In Schaubild 1 sind Ergebnisse einer entsprechenden Rentabilitätsberechnung für Futterbaubetriebe im Landkreis Borken (NRW) zusammengestellt worden.[4] Um der Unsicherheit hinsichtlich wichtiger Einflußgrößen Rechnung tragen zu können, wurden Ergebnisse für verschiedene Varianten und Szenarien berechnet. Wie das Schaubild zeigt, hängt die Rentabilität der vollautomatischen Melkanlage in hohem Maße davon ab, ob hohe Nutzungskosten für die Arbeit bestehen, ob das vollautomatische Melken zu hohen Milchleistungssteigerungen führt, ob ein Absinken der Grundfutterleistung vermieden werden kann, ob Quoten zugepachtet werden können oder ob der Kuhbestand eingeschränkt werden muß.

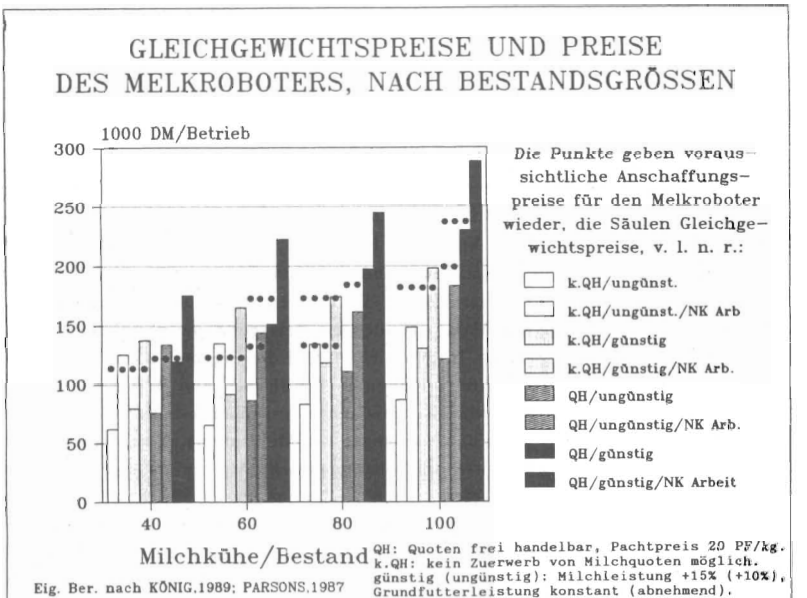
Für eine langfristige Analyse läßt sich die zunächst getroffene Annahme, der Übergang zum vollautomatischen Melken würde keine Herdenaufstockungen verursachen, nicht aufrechterhalten. Wird zunächst weiter davon ausgegegangen, daß der bäuerliche Vollerwerbsbetrieb auch in Zukunft die dominierende Betriebsform in der Milchviehhaltung

2) Die Schwierigkeit einer prognostisch ausgerichteten Technikfolgenabschätzung besteht darin, daß sie sich nicht mit dem Hinweis zufriedengeben kann, prinzipiell bestünden Möglichkeiten zur Bewältigung der Anpassungserfordernisse im Bereich der Fütterung. Vielmehr muß beantwortet werden, (a) wie viele Landwirte die Anpassungen erfolgreich durchführen werden, (b) welche gesundheitlichen Folgen eintreten werden, wenn die erforderlichen Anpassungen unterbleiben, (c) welche Möglichkeiten der politischen Einflußnahme bestehen.

3) Die hier diskutierten Aspekte der Arbeitseinsparung, der Milchleistungssteigerung und der Auswirkungen auf Tiergesundheit und Fruchtbarkeit haben lediglich exemplarischen Charakter. In eine umfassende Technikfolgenabschätzung müssen eine Vielzahl weiterer Wirkungsbereiche einbezogen werden (BORNSCHEUER, 1989; ISERMEYER et al., 1989; KÖNIG, 1989; NEANDER et al., 1989).

4) Zur Datengrundlage, zu den Einzelheiten des Berechnungsverfahrens und zu den Annahmen siehe KÖNIG (1989). Die eingetragenen Preise für die Anschaffung der vollautomatischen Melkanlage beruhen auf einer vorläufigen und sehr groben Einschätzung. Die wenigen Angaben über voraussichtliche Anschaffungspreise reichen von 1500 DM bis zu über 3000 DM pro Kuhplatz.

Schaubild 1



bleibt, so ist die Frage zu untersuchen, wie weit der Melkroboter das Produktionspotential eines bäuerlichen Vollerwerbsbetriebes nach oben hinausschiebt. Eine arbeitswirtschaftliche Analyse zeigt, daß ein spezialisierter Milchviehbetrieb mit 1,5 Arbeitskrafteinheiten ohne Melkroboter ungefähr 60 Milchkühe, mit Melkroboter nahezu 100 Milchkühe halten kann. Unter Berücksichtigung der durch den Melkroboter gestiegenen Milchleistung pro Kuh errechnet sich also nahezu eine Verdopplung des betrieblichen Produktionspotentials. Unter Beachtung dieser Aufstockungsoption gestaltet sich die Investition in eine vollautomatische Melkanlage bei langfristiger Betrachtung wesentlich rentabler als dies in Schaubild 1 zu Ausdruck kommt. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist besonders auf die positiven indirekten Effekte des Melkroboters hinzuweisen. Dadurch, daß der Roboter eine starke Herdenvergrößerung ermöglicht, kann der Landwirt eine Reihe von Kostendegressionseffekten ausschöpfen, die mit dem Melken direkt gar nichts zu tun haben. Hierzu gehören z.B. die Preisvorteile, die sich aus dem Handel mit größeren Partien ergeben. Hierzu gehören auch die beträchtlichen Kosteneinsparungen je Kuhplatz bei den Gebäudekosten, Maschinenkosten und in anderen Fixkostenbereichen. Diese Degressionseffekte können ohne weiteres Größenordnungen von jeweils 20% erreichen.

Für sehr langfristige Folgenabschätzungen ist zu überprüfen, ob die in den ersten beiden Berechnungsschritten vorgenommene Eingrenzung der Fragestellung auf die Verhältnisse im bäuerlichen Vollerwerbsbetrieben nicht den Blickwinkel von vornherein zu sehr einengt. Sicher wird der bäuerliche Vollerwerbsbetrieb auch nach dem Übergang zum vollautomatischen Melken der dominierende Betriebstyp in der europäischen Milchvieh-

haltung bleiben. Theoretische Überlegungen zeigen jedoch, daß die Roboter-Technologie tendenziell die Konkurrenzkraft arbeitsteilig organisierter 'industrieller' Produktionsformen verbessert (ISERMEYER, 1988). Andererseits ist nicht auszuschließen, daß der Melkroboter, indem er den Arbeitsbedarf in der Milchviehhaltung stark absenkt und flexible Arbeitszeiten ermöglicht, dazu führt, daß Betriebe mit bis zu 40 Milchkühen eines Tages zum Zu- oder Nebenerwerb übergehen, ohne daß sie - wie dies gegenwärtig geschehen müßte - die Milchviehhaltung aufgeben.

In welchem Umfang die Landwirte den Melkroboter einsetzen werden, ob sie das durch den Melkroboter geschaffene Potential tatsächlich zur Herdenaufstockung nutzen werden oder ob sie es lieber vorziehen, bei konstanter Herdengröße die hohe Arbeitsbelastung zu reduzieren, läßt sich beim gegenwärtigen Stand der agrarökonomischen Forschung mit Hilfe von Berechnungen nicht weiter klären.[5] Deshalb empfiehlt es sich, ergänzend zu den Berechnungen eine weitere Methode, nämlich die Befragung von praktischen Milchviehhaltern, zum Einsatz zu bringen. In Übersicht 1 sind die Ergebnisse einer Befragung von je 25 Landwirten aus der Meißner-Region in Nordhessen und 25 Landwirten aus dem Landkreis Borken nahe der holländischen Grenze zusammengestellt.[6] Auf Basis des gegenwärtigen Wissens über Kosten und Wirkungen des Melkautomaten beabsichtigte fast jeder zweite der befragten Landwirte das vollautomatische Melken im eigenen Betrieb einzuführen. Die Betriebe in der geschichteten Stichprobe waren allerdings überdurchschnittlich groß. Eine vorsichtige Hochrechnung für die Gesamtheit aller Milcherzeuger führt zu der Einschätzung, daß mit einer Einführung des vollautomatischen Melkens in ungefähr jedem sechsten Betrieb mit Milchkühen bzw. bei ungefähr jeder dritten Milchkuh zu rechnen wäre.

Übersicht 1: Anteil der Anwender und der Nicht-Anwender der neuen Technologie und Unterschiede zwischen beiden Gruppen

	Anwender	Nicht-Anwender
Anteil der Betriebe (%)	46	54
- im Landkreis Borken (%)	56	44
- in der Meißner-Region (%)	36	64
Alter des Betriebsleiters	47	43
Flächenausstattung (ha LF)	56,1	47,8
Anzahl Milchkühe*	40,0	33,4
Anzahl Rinder**	112	85
Milchleistung (kg/Kuh u. Jahr)	6317	6446
Milcherlöse in v.H. der Erlöse	66,7	65,3
Betriebe mit Leistungskontrolle (%)**	95,6	77,7
Betr. mit regelm. Grundfutteruntersuchung (%)	73,9	70,4
Kraftfuttervorlage (Häufigkeit/Tag)**	3,6	2,9
Grundfuttervorlage	2,6	2,4
Zeit seit letzter gr. Investition (Jahre)***	7,0	10,6
Betriebe mit Laufstallhaltung (%)	52,5	44,5
Zahlungsbereitschaft Quote:		
- Zupacht (DPf/kg u. Jahr)	13,4	12,8
- Zukauf (DPf/kg)***	133,0	97,0
- Verpachtung (DPf/kg u. Jahr)*	26,7	21,3
Melkarbeit durch Familienmitglieder (außer Betriebsleiter, in %)*	23,9	8,6

Für den unteren Übersichtnteil gelten folgende Sinifikanzniveaus:
* p<=0,1 ** p>=0,05 *** p<=0,01

5) Defizite bestehen vor allem hinsichtlich der simultanen Einbeziehung von Präferenzen. Transaktionskosten. einzelbetrieblichem Wachstum und zwischenbetrieblichen Wechselwirkungen in agrarökonomische Modelle.

6) Der geringe Stichprobenumfang schränkt die Aussagekraft stark ein. Zur Ergänzung kann eine wesentlich umfassendere Befragung von 529 Landwirten zum Einsatz von rBST herangezogen werden. (ISERMEYER et al.. 1989).

Die potentiellen Anwender der neuen Technologie bewirtschaften im Durchschnitt größere Betriebe als die potentiellen Nicht-Anwender. Gleichwohl waren unter den Anwendern überraschend viele Landwirte, die gegenwärtig relativ kleine Milchviehherden im Anbindestall halten. Die meisten dieser Landwirte streben auch ohne Melkroboter größere Erweiterungsinvestitionen an. Die befragten Landwirte planen ohne Melkroboter eine Aufstockung in der Größenordnung von 50% ihrer gegenwärtigen Quote, mit Melkroboter eine Aufstockung in der Größenordnung von 70%. Die Befragung zeigte weiterhin, daß die Aufstockungsneigung im Landkreis Borken wesentlich höher ist als in Nordhessen. Für den Fall freier Quotenhandelbarkeit ist deshalb mit erheblichen regionalen Quotentransfers zu rechnen. Träten nur die 50 von uns befragten Landwirte untereinander in einen freien Quotenhandel ein, so würde sich voraussichtlich ein Quotenpachtpreis von ca. 20 Pfennigen je Liter herausbilden. Zu diesem Preis würden 25-30% der nordhessischen Quote an die holländische Grenze abwandern (KÖNIG, 1989).

4 Soziale Folgen, ökologische Folgen, Handlungsoptionen

Das vollautomatische Melken schafft wie jeder andere technische Fortschritt ein Potential für Einkommenserhöhungen.[7] Welche Einkommenseffekte im Falle des Melkroboters hervorgerufen werden, hängt wesentlich von der künftigen Ausgestaltung der EG-Agrarpolitik ab. Gäbe es keine Milchquoten, würde das durch Einführung des Melkroboters hervorgerufene Mehrangebot - vermittelt über die Preisbeschlüsse der EG-Agrarminister - zu Milchpreissenkungen führen. Nutznießer wären in diesem Fall vor allem die Verbraucher. In der Landwirtschaft gäbe es Gewinner und Verlierer. Die größten Einkommensverluste müßten die "Nicht-Anwender" und die Erfolglosen unter den "Anwendern" der neuen Technologie hinnehmen. Unter den Bedingungen des Milchgarantiemengensystems kann die Einführung des Melkroboters nur "auf noch indirekterem Wege" zu Milchpreissenkungen führen, indem steigende Einkommen der EG-Milcherzeuger, sinkende Einkommen der übrigen Landwirte und sinkende Preise auf dem Weltmilchmarkt den Ministerrat veranlassen, die Milchpreise niedriger festzulegen als in einer Situation ohne Melkroboter. Im Falle frei handelbarer Milchquoten können auch "Nicht-Anwender" von der Einführung des Melkroboters profitieren, denn der Übergang zum vollautomatischen Melken löst eine zusätzliche Nachfrage nach Milchquoten und damit Preissteigerungen für Milchquoten aus. In diesem Fall ist ein verstärkter Strukturwandel zu erwarten. Dieser ist unter Einkommensgesichtspunkten positiv zu beurteilen. Er kann jedoch negative externe Effekte mit sich bringen (ISERMEYER et al., 1989).

Die bisher angesprochenen sozialen Folgen gelten nicht nur für das vollautomatische Melken, sondern für die meisten leistungssteigernden technischen Fortschritte in der Milchviehhaltung. Das vollautomatische Melken verursacht aber auch einige spezifische Folgewirkungen. (1) Weil die Technologie größere Betriebseinheiten stärker begünstigt als kleinere Betriebseinheiten, verstärkt sie den Agrarstrukturwandel hin zu größeren Betriebseinheiten. Die Bewertung des Agrarstrukturwandels ist bekanntermaßen umstritten und soll hier nicht vertieft werden. (2) Unstrittig positiv zu beurteilen ist hingegen,

7) Ob sich in der Gesellschaft in der Summe tatsächlich eine positive Veränderung der Einkommen einstellt, hängt wesentlich von den externen Effekten des technischen Fortschritts und den Politiken zur Internalisierung dieser Effekte ab.

daß der Melkroboter die permanente Anbindung des Betriebsleiters an den Hof verringert und damit einen wichtigen Beitrag zur Lösung eines der gravierendsten sozialen Probleme in den Milchvieh-Vollerwerbsbetrieben leistet. (3) Im Hinblick auf das Ziel einer artgerechten Tierhaltung wird der Melkroboter von Fachleuten und von den befragten Landwirten eher als Verbesserung denn als Verschlechterung empfunden. Er bietet deshalb wesentlich weniger Anlaß für soziale Konflikte als z.B. die Einführung von rBST (ISERMEYER et al., 1989; NEANDER et al., 1989).

Im ökologischen Bereich schafft die durch den Melkroboter hervorgerufene Milchleistungssteigerung pro Kuh sowohl Entlastungs- als auch Belastungspotentiale (ISERMEYER et al., 1989). Entlastungspotentiale entstehen vor allem dadurch, daß eine gegebene Menge Milch mit weniger Futter erzeugt werden kann und deshalb Flächen aus der Milchproduktion freigesetzt werden. Das fördert direkt oder indirekt, d.h. über Anpassungen auf den Produkt- und Faktormärkten, die Extensivierung der Flächennutzung. Auch das Gülleaufkommen aus der nationalen Milchviehhaltung kann sich verringern. Bei den Belastungspotentialen ist an erster Stelle auf die Umweltprobleme, die durch einen vermehrten Umbruch von Grünland entstehen, hinzuweisen. Auch die Intensivierung des Futterbaus, die (a) als Folge der Verlagerung der Milchproduktion in größere Betriebe, (b) als Folge des Übergangs von der Weide- zur ganzjährigen Stallhaltung und (c) als Folge der erforderlichen Qualitätserhöhung im Grundfutterbereich entstehen kann, ist eine potentielle Quelle von Umweltbeeinträchtigungen. Schließlich kann auch zunehmende regionale Zusammenballung der Milchviehhaltung Umweltgefahren mit sich bringen. In welchem Umfang diesen möglichen Umweltbelastungen Umweltentlastungen gegenüberstehen, hängt sehr von der künftigen Ausgestaltung der Agrarpolitik ab, insbesondere davon, ob die Agrarpolitik bei steigendem Agrarangebot Preissenkungen zuläßt oder nicht (ISERMEYER et al., 1989).

Am Schluß einer Technikfolgenabschätzung sollte im Idealfall eine kritische Würdigung der verschiedenen Wirkungen der neuen Technologie, eine Diskussion alternativer technologischer Entwicklungspfade und eine Diskussion politischer Handlungsoptionen erfolgen (BEUSMANN, 1988). Die vorliegende Untersuchung greift bei weitem zu kurz, um weitgehende und gesicherte Schlußfolgerungen zuzulassen. Eine entsprechend vorsichtige Interpretation der Zwischenergebnisse führt zu der Einschätzung, daß den erkannten potentiellen Problemquellen im sozialen und ökologischen Bereich nicht durch eine Behinderung der Einführung des vollautomatischen Melkens entgegengetreten werden sollte. Eine Behinderung der Technologie würde nicht nur eine Reihe von Konsistenzproblemen hervorgerufen (ISERMEYER et al., 1989), sondern auch die aufgezeigten positiven Wirkungspotentiale des vollautomatischen Melkens blockieren. Empfehlenswerter erscheinen politische Maßnahmen, die möglichst unmittelbar an den eigentlichen ökologischen bzw. sozialen Problemen ansetzen. Eine Behinderung der Einführung des Melkroboters wäre allenfalls dann in Betracht zu ziehen, wenn die noch durchzuführenden Forschungsarbeiten zu der Erwartung führen sollten, daß (a) das vollautomatische Melken unter Praxisbedingungen zu schwerwiegenden Gefährdungen der Tiergesundheit führen kann und (b) keine alternative Politik zu finden ist, mit der sich diese Problematik auf ein gesellschaftlich akzeptables Maß reduzieren läßt.

Literaturverzeichnis

BEUSMANN, V.: Technikfolgenabschätzung (TFA) - Ziele und Methoden. - In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus (Hrsg.): Neuere Forschungkonzepte und -methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, Band 25, 1989, S. 115-122.

BORNSCHEUER, H.: Einführung des vollautomatischen Melkens - Eine exemplarische Abschätzung der Wirtschaftlichkeit unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf Tier und Produktionssystem. - Diplomarbeit. Göttingen 1989.

ISERMEYER, F.: Wandel der optimalen Betriebsgrößen in der Milchviehhaltung unter dem Einfluß des technischen Fortschritts. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus (Hrsg.): Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen unterschiedlicher agrarpolitischer Konzepte. Band 24, 1988, S. 481-493.

ISERMEYER, F.; DEBLITZ, C.; HAEN, H. de; NIEBERG, H. und ZIMMER, Y.: BST - Technologie, Zusammenhänge und Folgen, insbesondere ökonomische, agrarstrukturelle, soziale und ökologische Folgen. - Gutachten im Auftrage der Enquete-Kommission "Technikfolgenabschätzung" des Deutschen Bundestages. Materialband (Bd. 2) zur Bundestagsdrucksache 11/4607. Bonn 1989.

KÖNIG, W.: Einführung des vollautomatischen Melkens - Eine Untersuchung möglicher Technikfolgen unter besonderer Berücksichtigung der Akzeptanz und Rentabilität in verschiedenen Betriebstypen. - Diplomarbeit. Göttingen 1989.

LANSER, E.W.: Einfluß der Fütterungs- und Melkhäufigkeit auf die Ausprägung wichtiger Leistungsmerkmale bei Kühen. - Dissertation. Hohenheim 1981.

NEANDER, E. et al.: Abschätzung der Folgen des Einsatzes von bovinem Somatotropin (bST) in der Milchproduktion der Bundesrepublik Deutschland. Untersuchung im Auftrage des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. - Braunschweig-Völkenrode 1989.

SCHÖN, H.: Automatisierte Milchviehhaltung - eine Utopie? - In: Landtechnik, Heft 5/1986, S. 220-223.

WIE BEEINFLUSSEN EMBRYOTRANSFER, GESCHLECHTSBESTIMMUNG UND LEISTUNGSFÖRDERER DIE SCHWEIZER LANDWIRTSCHAFT?

von

F. MÜHLEBACH und U. BERNEGGER, Zürich

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich befassen wir uns mit den Auswirkungen neuer Technologien in der Rinderhaltung auf die Schweizer Landwirtschaft. Als Beispiele wurden der Embryotransfer, die Geschlechtsbestimmung und Leistungsförderer vom Typ Somatotropin gewählt. Am Anfang unserer Arbeit standen Untersuchungen über das Adaptationsverhalten der Schweizer Landwirte. Dabei hat sich gezeigt, daß Leistungsförderer sehr rasch übernommen werden. Hingegen ist der Embryotransfer selbst in Kombination mit der Geschlechtsbestimmung zu teuer, als daß er von den Bauern auf dem Betrieb als Managementwerkzeug eingesetzt würde (RIEDER und MÜHLEBACH, 1989). Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden drei Szenarien formuliert, die sich durch unterschiedlichen Einsatz der genannten drei Technologien auszeichnen. Mit Hilfe eines Zuchtplanungsprogrammes (ZPLAN) wurden die Auswirkungen der Szenarien auf die Rinderzucht bestimmt. Ziel war es, für jedes Zukunftsbild die Milchleistung und die Serviceperiode einer durchschnittlichen Herdebuchkuh zu bestimmen. Die entsprechenden Leistungseigenschaften dienten als Grundlage für die sektoralen Betrachtungen. Mit einem Linearen Sektormodell wurde untersucht, ob und wie sich die Struktur der Landwirtschaft bei Veränderungen der Milchleistung und der Fruchtbarkeit sowie bei Handel mit geschlechtsbestimmten Embryonen ändert.

Der Schwerpunkt dieses Artikels liegt bei Ergebnissen der sektoralen Betrachtungen. Um die Resultate verständlich darstellen zu können, ist es aber unumgänglich die Szenarien sowie die Schlußfolgerungen aus dem tierzüchterischen Teil kurz aufzuzeigen. Wir verzichten allerdings darauf, die gewählten Methoden und ihre Verknüpfungen darzulegen, da dies in einem anderen Artikel (MÜHLEBACH, 1989) bereits eingehend geschah.

1 Die drei Grundszenarien

Das Referenzszenario wurde mit 'Business as usual' bezeichnet. Es ist die Fortschreibung der heutigen Situation. Die Rinderhaltung stützt sich auf ein Zweinutzungsrind ab, das sich durch eine gute Milchleistung auszeichnet, aber auch in der Mast eingesetzt werden kann. In der Zucht werden beide Eigenschaften, die Milch- und Mastleistung, berücksichtigt. Außerdem stellen Gebrauchskreuzungen zwischen Zweinutzungskühen und schweren Fleischrassen sowie die Haltung von Mutterkühen (leichte Fleischrassen) eine Alternative in der Fleischproduktion dar. Der Embryotransfer wird im Rahmen der Zuchtprogramme eingesetzt. Es werden einjährige Rinder als Stierenmütter ausgewählt.

Im Szenario 'The Drugs are coming' werden zusätzlich Leistungsförderer zugelassen. Sie steigern die Milchleistung um 11 %, verbessern aber weder die Futterverwertung noch haben sie negative Einflüsse auf die Fruchtbarkeit. Es wird davon ausgegangen, daß alle Kühe behandelt werden.

In der dritten Zukunftsvision ('Sex, Drugs, and Embryos') kommen alle drei untersuchten Technologien zum Einsatz. Der Embryotransfer wird nicht nur in Zuchtprogrammen eingesetzt, sondern auch auf den Betrieben. Neben den genannten Rassen sind auch spezialisierte Milch- und schwere Fleischrassen zugelassen. In diesem Szenario soll untersucht werden, ob die Zweinutzungsrasse durch spezialisierte Rindertypen verdrängt wird und ob von den Milchviehbetrieben männliche Fleischembryonen zugekauft werden um sie von Milchkühen austragen zu lassen. Da der Embryotransfer auch zur Remontierung des weiblichen Bestandes eingesetzt wird, hat dies eine Steigerung der Effizienz in der Rindviehzucht zur Folge. Die Selektionsintensität auf der weiblichen Seite steigt.

2 Auswirkungen der Szenarien auf die Tierzucht

Die aus dem Modell der Rindviehzucht resultierenden Leistungseigenschaften der Kühe gehen ein in die sektoralen Betrachtungen. Um die Auswirkungen der Technologien auf die Zucht zu quantifizieren, wurde das Zuchtplanungsmodell ZPLAN verwendet. Es wurde von NIEBEL und FEWSON (1984) entwickelt und erlaubt, Zuchtprogramme und Zuchtstrategien zu vergleichen. Es basiert auf der Gene-Flow Methode und bedient sich eines Selektionsindexes, in dem mehrere Merkmale berücksichtigt werden können. In unserer Untersuchung haben wir neun Merkmale berücksichtigt. Die Bedeutung der einzelnen Eigenschaften wird über die sogenannten 'wirtschaftlichen Gewichte' ausgedrückt. Sie sind ein Maß für den Grenznutzen der Verbesserung eines Merkmals für den Landwirt. Durch diese wirtschaftlichen Gewichte wird das Zuchtziel bestimmt. Es gibt an, welche Eigenschaften für die Landwirte von wirtschaftlicher Bedeutung sind und verbessert werden sollen.

In dieser Arbeit haben wir uns vor allem auf drei Merkmale konzentriert: die Milchleistung je Laktation, den Fleischanteil am Schlachtkörper und die Serviceperiode. Die den Szenarien unterstellten wirtschaftlichen Gewichte sind in Übersicht 1 zusammengestellt. Sie enthält zudem für jedes Szenario die mit dem Zuchtplanungsmodell berechnete Leistung einer durchschnittlichen Herdebuchkuh im Jahr 2003 (Angaben für die Zweinutzungsrasse). Die Abkalberate gibt an, wieviele lebende Kälber pro Kuh und Jahr geboren werden. Sie wird durch die Serviceperiode, die Aborte und die Todgeburten beeinflußt. Bei der Milchleistung ist der Einfluß der Leistungsförderer bereits berücksichtigt. Übersicht 1 zeigt zudem die Leistungseigenschaften der übrigen im Sektormodell berücksichtigten Rassen auf.

Übersicht 1: Wirtschaftliche Gewichte der Leistungseigenschaften und Leistungseigenschaften einer durchschnittlichen Herdebuchkuh

Merkmal		Grenznutzen (in sFr.) Business as usual A	The Drugs are coming B	Sex, Drugs and Embryos C
Milchmenge	(kg)	0.49	0.24	0.61
Fleischanteil	%	92.00	72.00	72.00
Serviceperiode	Tage	-5.00	-10.00	-10.00
		Ergebnis des Zuchtplanungsmodelles Leistung einer durchschnittlichen Herdebuchkuh		
Zweinutzung				
Milchleistung	(kg)	6157	6138	6971
Abkalberate		0.87561	0.92400	0.90131
Mutterkuhrasse				
Milchleistung	(kg)	2500	2500	2500
Abkalberate		0.97913	0.97913	0.97913
Milchrasse				
Milchleistung	(kg)			8400
Abkalberate				0.94797
Fleischrasse				
Milchleistung	(kg)			2500
Abkalberate				0.9388

Quelle: eigene Berechnungen

3 Struktur des Sektormodelles

Wir haben für unsere Untersuchung ein Lineares Programmierungsmodell der Schweizer Landwirtschaft verwendet. Im wesentlichen baut es auf eine Reihe von Betriebstypen auf (BERNEGGER 1987). Beim Aufbau des Sektormodelles ging es nicht darum, die Schweizer Landwirtschaft möglichst genau abzubilden. Es sollte im Gegenteil ein Umfeld definiert werden, in dem sich die Auswirkungen des Technologieeinsatzes deutlich manifestieren. Zu diesem Zweck wurde die Schweiz in drei Regionen eingeteilt: das Talgebiet, die Voralpine Hügelzone und das Berggebiet. Sie unterscheiden sich in den Möglichkeiten des Ackerbaus und in den futterbaulichen Erträgen. Je Region werden zwei Betriebstypen definiert, einer mit und einer ohne Milchkontingent. Der eine darf also Verkehrsmilch produzieren, der andere muß die Milch auf dem Hof verwerten. Alle Betriebe sind gleich groß (25 ha), modern eingerichtet und gut mechanisiert. Das Milchkontingent ist an die Fläche gebunden. Jedem Betrieb stehen 1.5 ständige Arbeitskräfte zur Verfügung. Es werden also nur Haupterwerbsbetriebe untersucht, weil diese Betriebe zuerst auf neue Technologien reagieren müssen.

Für unsere Fragestellung sind vor allem drei Teilmodelle von Bedeutung: Die Fütterung, die Remontierung und die Fleischproduktion. Die Fütterung bildet die Schnittstelle zwischen der pflanzlichen und der tierischen Produktion. Neben dem Bedarf an Nähr-

stoffen wird sowohl für die Kühe als auch für die Mast- und Aufzuchttiere der maximale Trockensubstanz- und Frischgrasverzehr und der minimale Kraftfutteranteil an der Ration vorgegeben. Der Kraftfutteranteil wird bei den Kühen durch die Länge der Laktation, der Milchleistung, der Serviceperiode sowie dem Gehalt der Grundfutterration bestimmt. In Bezug auf die Laktationsleistung und die Abkalberate werden die mit dem Zuchtplanungsmodell berechneten Werte übernommen. Bei den Mast- und Aufzuchttieren hängt der Bedarf an Kraftfutter von der Tageszunahme, dem Körpergewicht und dem Gehalt des Grundfutters ab.

Das Remontierungsmodell wird sehr detailliert formuliert. Aufgrund der Abkalberate wird die Zahl der Kälbergeburten bestimmt. Zudem wird festgelegt, wieviele weibliche Kälber zur Remontierung des Kuhbestandes benötigt werden und wieviele Kühe für Gebrauchskreuzungen beziehungsweise als Empfängertiere für geschlechtsbestimmte Embryonen zur Verfügung stehen. Ebenfalls berücksichtigt wird, daß jede Kuh dank Embryotransfer einen weibliches Kalb einer anderen Rasse gebären kann.

Um den Eigenschaften spezialisierter Fleischrassen Rechnung zu tragen, wurden im Teilmodell Fleischproduktion die Schlachtausbeuten angepaßt und der Fleischpreis nach Qualität abgestuft.

4 Ergebnisse des Sektormodelles

Aufgrund der Ergebnisse des tierzüchterischen Modelles lassen sich mit dem Sektormodell zwei Fragen beantworten:

- Welchen Einfluß hat eine Erhöhung der Abkalberate durch Verkürzung der Serviceperiode auf die Landwirtschaft?

- Wie verändert eine Steigerung der Milchleistung die Landwirtschaft?

Um die erste Frage zu beantworten, müssen die Unterschiede zwischen den Szenarien A und B untersucht werden. Die diesen Szenarien zugrundegelegten Kuhtypen weisen eine gleich hohe Milchleistung auf, unterscheiden sich aber deutlich in der Abkalberate. Die zweite Frage kann im Vergleich der Szenarien A und C beantwortet werden. Die betreffenden Kühe unterscheiden sich vor allem in der Milchleistung. Im Szenario 'Sex, Drugs, and Embryos' liegt die Abkalberate zudem leicht über jener des Referenzszenarios.

Bei den Modellrechnungen wird der Gewinn der Landwirtschaft maximiert. Dieser stellt die Entschädigung der fixen Faktoren dar, wobei die Entlöhnung der ständigen Arbeitskräfte als Kosten belastet werden. Tritt ein Betrieb im Modell auf, sind die variablen Faktoren und der Faktor Arbeit entschädigt.

Das Einkommen der Landwirtschaft wird durch die Verbesserung der Abkalberate stärker gesteigert, als durch eine Erhöhung der Milchleistung. Letztere lohnt sich nur, wenn Kälber von schweren Fleischrassen zur Verfügung stehen, die jene Milch verwerten, die

über das einzelbetriebliche Kontingent hinaus produziert wird. Es hat sich gezeigt, daß die Betriebstypen mehr Kühe halten, als nötig wären, um das Kontingent zu erfüllen. Der Grund hierfür liegt in den unterschiedlichen Grenznutzen eines Kilogramms Milch und eines zusätzlichen Kalbes. Der Grenznutzen eines Kalbes bewegt sich je nach Geschlecht und Szenario zwischen sFr. 1250.- und 1400.-. Der Schattenpreis eines zusätzlichen Kilogramms Milch liegt im Talgebiet und im Berggebiet bei sFr. 0.05, in der Voralpinen Hügelzone bei sFr. 0.10. Beide Grenzwerte sind miteinander gekoppelt, da zusätzliche Milch nur über die Kälbermast sinnvoll verwertet werden kann.

Aus obigen Zahlen läßt sich ableiten, daß der Betrieb mit Verkehrsmilchproduktion in der Hügelzone stärker an einer Steigerung der Milchleistung interessiert ist, als die Kontingentstypen der anderen beiden Regionen. Würde eine Kuh dank Leistungsförderern 700 kg mehr Milch geben, so würde sich der Grenzerlös je Kuh um sFr. 70.- erhöhen. Ob dies ausreichen wird, um die Behandlungskosten, die im Modell nicht berücksichtigt sind, zu decken, ist fraglich. Bei den anderen Betriebstypen ist der zusätzliche Grenzerlös nur halb so groß. Auch ZEDDIES und DOLUSCHITZ (1988) haben gezeigt, daß der Mehrerlös durch die Leistungssteigerung die Behandlungskosten nicht in jedem Fall zu decken vermag.

In Betrieben mit Verkehrsmilchproduktion und einem Kuhbestand von 20 Tieren bringt eine Verbesserung der Abkalberate um 5 % ein zusätzliches Kalb im Wert von ca. sFr. 1400.-; eine Steigerung der Milchleistung um 700 kg je Kuh einen Mehrerlös von sFr. 700.- bis 1400.-. Daraus läßt sich schliessen, daß sich nur für gewisse Betriebe lohnt, die Milchleistung zu steigern, und auch nur dann, wenn nicht gleichzeitig die Fruchtbarkeit der Kühe abnimmt.

Es hat sich gezeigt, daß bei steigender Milchleistung die Zahl der Kühe langsamer zurückgeht, als dies aufgrund des Verhältnisses zwischen Milchleistung und Kontingentsmenge zu erwarten wäre. Neben der Milchleistung hat auch die Abkalberate und die zur Verfügung stehende Stallkapazität einen Einfluß auf die Zahl der gehaltenen Kühe. Im Laufe unserer Untersuchung hat sich folgendes System von Ungleichungen als relevant herausgestellt, um für jeden Betriebstyp die optimalen Leistungseigenschaften der betreffenden Kuh zu berechnen:

1) Kühe * Milchleistung >= Kontingentsmenge

2) Kühe + Kühe * Abkalberate * Platzbedarf Aufzucht und Mast = Stallkapazität

3) Fütterungsmilch je Nachkommen ----> minimal

Aufgrund dieses Systems läßt sich auch ableiten, ob es sich für einen Betrieb vorteilhafter ist die Milchleistung oder die Abkalberate zu verbessern. Die Aussagen gelten mittelfristig, da das Kontingent und die Stallkapazität als fix betrachtet werden. Zudem wird davon ausgegangen, daß der Stall und dessen Einrichtungen den vorhandenen Arbeitskräften angepaßt ist.

Die Resultate unserer Arbeit machen deutlich, daß weder der Embryotransfer noch die Geschlechtsbestimmung und die Leistungsförderer die Struktur der Schweizer Landwirtschaft negativ beeinflussen, wenn sie im Sinne der Szenarien eingesetzt werden.

Die Zahl der Bergbetriebe hängt von der Zahl der handelbaren Kälber ab. Diese Betriebstypen füllen ihre Stallkapazität mit intensiver Großviehmast aus. Sie sind deshalb darauf angewiesen, daß sie Kälber zukaufen können. Die kontingentslosen Betriebe in der Voralpinen Hügelzone liefern diese Kälber. Sie produzieren sie am kostengünstigsten mit einer Kuh, die kein Kraftfutter verzehrt, eine hohe Abkalberate aufweist und deren Milchleistung gerade ausreicht, um das Kalb aufzuziehen. Diesen Anforderungen entsprechen sowohl leichte als auch schwere Fleischrassen.

Die Vorteile von männlichen Kälbern einer Fleischrasse sind gegenüber den Gebrauchskreuzungen zu klein, als daß es sich lohnen würde, geschlechtsbestimmte Embryonen zum heute gängigen Preis von sFr. 1100.- zu übertragen. Der Handel mit Embryonen tritt erst auf, wenn die Übertragung eines geschlechtsbestimmten Embryos weniger als sFr. 300.- kostet.

Die Aufspaltung in spezialisierte Milch- und Fleischrassen und die Verdrängung der traditionellen Zweinutzungsrasse findet nicht statt. Die Milchrasse ist gegenüber dem Zweinutzungsrind nicht konkurrenzfähig weil die leicht bessere Abkalberate und die höhere Milchleistung den Nachteil des um 10 % höheren Kraftfutterverbrauchs nicht wettmachen. Das Kraftfutterminima hat sich in allen Betriebstypen als stark bindend erwiesen. Bei der Berechnung der Grenzkosten einer Kuh fällt vor allem der hohe Schattenpreis der Kraftfutterrestriktion ins Gewicht. Der Kraftfutterbedarf entscheidet demnach über die Konkurrenzfähigkeit einer Kuh.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es nicht die drei neuen Technologien sind, die die Struktur der Schweizer Landwirtschaft bestimmen, sondern agrarpolitische Maßnahmen wie die Milchkontingentierung oder direkte Beiträge an die tierische Produktion der Berglandwirtschaft. Bei der heutigen Agrarpolitik wird es sich nur für kleine Betriebe mit großem Milchkontingent in der Hügelzone lohnen, die Milchleistung über Leistungsförderer zu steigern. Je größer die Stallkapazität im Vergleich zum Milchkontingent ist, um so wichtiger wird aber eine Verbesserung der Abkalberate.

Literaturverzeichnis

RIEDER, P. und MÜHLEBACH, F.: Sind Bauern Spieler? Über das Risikoverhalten der Schweizer Landwirte. - Landwirtschaft Schweiz 1989, 9, 2.

MÜHLEBACH, F.: Combination of an Animal Breeding Model with a Sector Model. - In: BAUER, S. und HENRICHSMEYER, W. (Hrsg.): Agricultural Sector Modelling. Kiel 1989.

NEIBEL, E. und FEWSON, D.: EDV-Programm zur Optimierung der Zuchtplanung beim Haustier. - Vortragstagung der DGfZ und GfT. Göttingen 1984.

MOLL, J.: Methoden für die Zuchtplanung beim Zweinutzungsrind. - Diss. ETH Zürich 1987, Nr. 8153.

BERNEGGER, U.: ASM, Institut für Agrarwirtschaft, ETH. - Zürich 1987.

ZEDDIES, J. und DOLUSCHITZ, R.: Potentielle einzelbetriebliche und sektorale Auswirkungen des Einsatzes von Bovinem Somatotropin in der Milcherzeugung der Bundesrepublik Deutschland. - Ber. Ldw. 66 (1988), S. 295-324.

MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER BIOTECHNOLOGIE FÜR DIE ERSCHLIEßUNG NEUER ABSATZMÄRKTE IM NON FOOD-BEREICH

von

W. KLEINHANß, Braunschweig-Völkenrode

1 Einleitung

Die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe macht derzeit kaum mehr als 1 % der landwirtschaftlichen Flächennutzung in der EG aus. Voraussetzungen für die Erweiterung des Absatzpotentials sind

- die Entwicklung von auf die spezifischen Eigenschaften natürlicher Polymere aufbauender Verarbeitungsverfahren und Produkte, sowie

- die Ausrichtung der Biomasseproduktion auf die qualitativen Anforderungen und ökonomischen Rahmenbedingungen in industriellen Verwendungen.

Die Biotechnologie kann zu beiden Bereichen einen Beitrag leisten. Einige bei der Erzeugung und Verwendung von Biomasse als Industriegrundstoff sich abzeichnenden Möglichkeiten werden im folgenden diskutiert.

2 Möglichkeiten der Biotechnologie im Bereich der Verarbeitung

In der Weiterverarbeitung von Biomasse bzw. bestimmten natürlichen Polymeren bietet sich ein weites Feld für die Herstellung von Produkten, die identisch sind mit auf petrochemischer Basis erzeugten bzw. mit denen aufgrund spezifischer Produkteigenschaften neue Anwendungsfelder erschlossen werden können. Die dabei sich stellende Grundfrage ist,

- Biomasse derartig zu transformieren, daß sie klassischen chemischen Verfahren zugänglich ist, was z.B. über den Weg der Ethanolerzeugung und deren Weiterverarbeitung zu organo-chemischen Grundprodukten (von BREMEN und SCHMOLTZI, 1987) möglich wäre,

- oder auf die natürlichen Polymereigenschaften ausgerichtete Verarbeitungsverfahren zu entwickeln (KLEINHANß, 1988, 1989).

Bestrebungen der chemischen Industrie zielen darauf ab, die durch die klassische Chemie gegebenen Grenzen mittels der Biotechnologie zu überwinden. Damit verbunden ist eine Hinwendung zur natürlichen Rohstoffbasis, die ihren Ausdruck findet in dem Bestreben, den Verwendungsanteil nachwachsender Rohstoffe von derzeit 10 % mittelfristig auf 20 % zu erhöhen. Biotechnologische Verfahren weisen Vorteile auf

- bei der Herstellung komplexer chemischer Verbindungen unter Verringerung von Verfahrensschritten,

- wegen der größeren Selektivität der Prozesse, wodurch sich z.B. natürliche Polymere an bestimmten funktionellen Gruppen modifizieren und Produkte höherer Reinheit bzw. mit höheren Ausbeuten gewinnen lassen,

- bei der gezielten Herstellung optisch aktiver Isomere mit spezifischer biologischer Aktivität.

Im Bereich Öle und Fette dürften biotechnologische Verfahren insbesondere bei der Nutzung der funktionellen Eigenschaften der Kohlenwasserstoffkette von Fettsäuren von Bedeutung sein, einem Gebiet, auf das bisher kaum mehr als 5 % der fettchemischen Reaktionen der Oleochemie entfallen. Ansatzpunkte für aus heimischen Ölsaaten gewonnene Pflanzenöle bestehen insbesondere in der gezielten Veränderung des Sättigungsgrades von Fettsäuren mittels enzymatischer Verfahren, wodurch sich z.B. Ölsäurefraktionen hoher Reinheit herstellen lassen, auf deren Basis wiederum klassische oleochemische Verfahren angewandt werden können (MUKHERJEE, 1989). Weiterhin lassen sich langkettige Fettsäuren enzymatisch spalten, wodurch in den Bereich der mit Kokosöl bzw. auf petrochemischer Basis produzierten Tenside vorgedrungen werden könnte.

Ein vielfältigeres Anwendungsgebiet für die Biotechnologie eröffnet sich in der Verarbeitung von Kohlenhydraten. Mittels enzymatischer Verfahren lassen sich bestimmte funktionelle Gruppen gezielt modifizieren, so daß einstufige chemische Prozesse darauf aufbauen können. Bedeutendster Bereich für biotechnologische Verfahren ist allerdings die fermentative Stoffumwandlung. Zu erwähnen sind hier vor allem:

- Die Herstellung organischer Säuren, darunter der u.a. zum partiellen Ersatz von Phosphaten im Waschmittelsektor verwendeten Zitronensäure sowie der bei der Kunststoffverarbeitung verwendeten Milchsäure. Nach den Projektionen der CEFIC (1985) dürfte mittelfristig eine Verdopplung des derzeitigen Erzeugungsumfangs von knapp 0,2 Mio t in der EG möglich sein. Die Vorteile biotechnologischer Verfahren sind vor allem darin zu sehen (SCHIWECK, RAPP und VOGEL, 1988), daß gegenüber der bei petrochemischen Verfahren anfallenden DL-Form mit Hilfe bestimmter Mikroorganismen gezielt optisch aktive Formen hergestellt werden können. Während z.B. L-Milchsäure insbesondere im Ernährungs- und Pharmasektor verwendet wird, dient D-Milchsäure u.a. als Vorstufe zur Herstellung optisch aktiver Pflanzenschutzmittel, wobei auf diesem Wege eine Halbierung der Applikationsmenge erreicht und vom Pflanzenschutzmitteleinsatz ausgehende Umweltgefährdungen vermindert werden können.

- Die Herstellung von Aminosäuren, die im Ernährungssektor als Geschmacksverstärker und Kochsalzersatz bzw. im Futtermittelsektor zur qualitativen Verbesserung pflanzlicher Proteine verwendet werden. Mit Ausnahme von Methionin können die biologisch umsetzbaren L-Formen auf direktem Wege jeweils nur über biotechnologische Verfahren gewonnen werden.

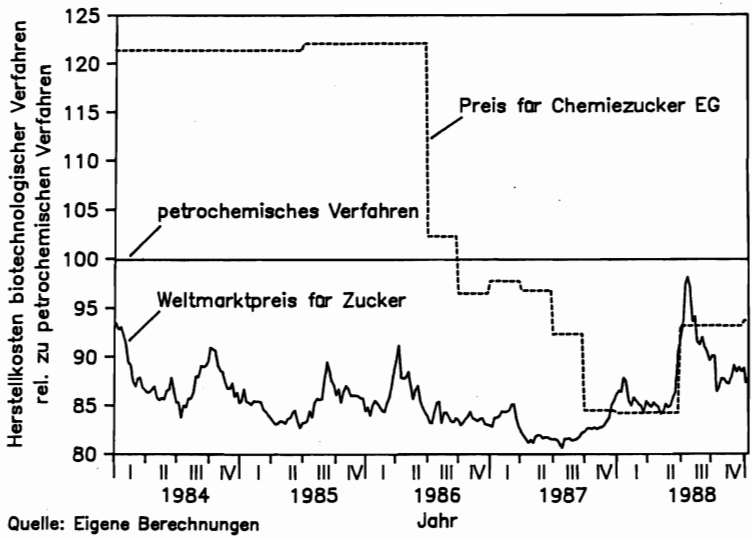
- Die Herstellung von Biopolymeren, deren Anwendungsgebiete sich vom food-Sektor, der Humanmedizin, Massen- und Spezialkunststoffen bis hin zur technischen Anwendung für chromatographische Trennverfahren u.a. für Aminosäuren sowie zur Sekundärförderung von Erdöl erstrecken. Aufgrund ihrer bislang hohen Herstellkosten vom 5-10-fachen der von Massenkunststoffen zeichnen sich Absatzpotentiale insbesondere in mengenmäßig weniger bedeutenden Verwendungsbereichen mit hohem Preisniveau ab.

Tendenziell geht die Industrie dazu über, anstelle der nicht der Preisprotektion unterliegenden Melasse reinere Kohlenhydrate wie Zucker und Stärkeabbauprodukte zu verwenden, um die Kosten für die Entsorgung der bei biotechnologischen Verfahren anfallenden Abwässer zu verringern und spezifische Mikroorganismenstämme mit höherer Produktivität einsetzen zu können. Voraussetzungen dafür sind allerdings geeignete ökonomische Rahmenbedingungen (TOLLENS et al., 1987), die durch Einführung der neuen Chemiezucker- und Stärkeregelung angestrebt werden. Dies sei durch die im Schaubild ausgewiesenen Ergebnisse von Modellrechnungen am Beispiel der Milchsäureherstellung unterstrichen. In den Kurven ausgewiesen sind die Herstellkosten biotechnologisch hergestellter Milchsäure auf Basis von Zucker zu EG- und Weltmarktpreisen im Verhältnis zu Verfahren auf petrochemischer Rohstoffbasis. Im zugrundeliegenden Zeitraum wären demnach biotechnologische Verfahren bei Verfügbarkeit von Zucker zu Weltmarktpreisbedingungen kostengünstiger gewesen als petrochemische Verfahren, was sich auch in der weltweiten Produktionsentwicklung niederschlägt. Unter den Bedingungen der bis Mitte 1986 geltenden Chemiezuckerregelung mit Produktionserstattungen in Höhe von etwa 7 % der Inlandspreise für Zucker wäre die Milchsäureerzeugung weder gegenüber petrochemischen Verfahren noch gegenüber biotechnologisch unter Weltmarktpreisbedingungen erzeugter wettbewerbsfähig gewesen. Erst durch die im Rahmen der neuen Chemiezuckerregelung erfolgte Angleichung der Preisbedingungen für die Chemiezuckerverwendung wurde die biotechnologische Erzeugung von Milchsäure in der EG gegenüber Weltmarktpreisbedingungen und petrochemischen Verfahren wettbewerbsfähig (KLEINHANß, BUCHHOLZ und SOMMER, 1989).

3 Möglichkeiten der Biotechnologie im Bereich der Rohstoffproduktion

Die größere Innovationskapazität der chemischen Industrie, die bislang größeren Fortschritte der Biotechnologie auf mikrobieller Basis und die größere Flexibilität mikrobiologischer Prozesse hinsichtlich der Anpassung an die qualitativen und quantitativen Anforderungen der Nachfrage erwecken den Eindruck, daß die Möglichkeiten der Biotechnologie für die Erschließung von Absatzmärkten im non food-Bereich vor allem im Bereich der Konversion von Biomasse zu sehen seien. Allerdings lassen sich auf diesem Wege z.B. nicht alle Möglichkeiten der enzymatischen Katalyse bzw. chemischer Verfahren der Derivatisierung natürlicher Polymere ausschöpfen, die als einstufige Prozesse ablaufen und jeweils ein geeignetes Vorprodukt erfordern. Die Synthesekapazität von Pflanzen ermöglicht es in gewissen Grenzen, solche maßgeschneiderten Polymere bereitzustellen. Dies setzt allerdings voraus, das genetische Potential von Pflanzen besser auszuschöpfen und durch Pflanzenzüchtung mit Unterstützung moderner Verfahren der Biotechnologie zu verändern.

Schaubild: Relative Herstellkosten biotechnologisch hergestellter Milchsäure zu petrochemischen Verfahren unter Preisbedingungen für Zucker auf dem Weltmarkt sowie nach den Chemiezuckerregelungen.



Quelle: Eigene Berechnungen

Hinsichtlich ökonomischer und technologischer Erfordernisse ist dabei anzustreben:

1. die Verringerung der Heterogenität der Stoffzusammensetzung bestimmter Pflanzen, d.h. die Ausrichtung der züchterischen Bearbeitung auf einen Inhaltsstoff, wodurch die Fortschrittsraten bezogen auf diesen Inhaltsstoff größer werden und der durch die Vernachlässigung der Pflanzenzüchtung im Bereich nachwachsender Rohstoffe entstandene Rückstand schneller überwunden werden kann;

2. die Erhöhung der Diversifität in der Rohstoffproduktion, d.h. eine größere Anzahl von Arten, die jeweils auf die Produktion eines bestimmten natürlichen Polymers ausgerichtet sind.

Dies setzt allerdings höhere Fortschrittsraten voraus. Darüber hinaus ist eine Verringerung der Kosten der Pflanzenzüchtung erforderlich, weil für jede Sorte nur ein kleinerer Markt zur Verfügung steht. Schließlich wäre die Verkürzung des Züchtungszeitraums eine wesentliche Voraussetzung, um mit der Rohstoffproduktion flexibler auf die Erfordernisse des Marktes reagieren zu können.

Nach bisherigem Kenntnisstand läßt sich diesen Erfordernissen durch die die klassische Pflanzenzüchtung ergänzenden biotechnologischen Verfahren in folgender Weise nachkommen:

1. Identifizierung von Genen und Genkombinationen, Durchführung gezielter Kreuzungen aus artfremden Pflanzen (Embryokultur) und Überprüfung des Erfolgs durchgeführter Kreuzungen sowie der dabei erzielten Eigenschaftsveränderungen.

2. Vergrößerung der genetischen Variabilität durch Ausnutzung der somaclonalen Variation mittels Zellkulturtechniken als Voraussetzung für Selektion und Kreuzungen. Dies ist insbesondere für die Nutzung des genetischen Potentials von Wildpflanzen von Bedeutung, die i.a. eine geringere genetische Variabilität innerhalb der Art aufweisen.

3. Aufbau von Basispopulationen für die Selektion in kürzeren Zeiträumen und unter Ausschluß rezessiver Merkmalskombinationen (Antherenkultur).

Diese Verfahren sind allerdings nicht auf Pflanzen für non food-Verwendungen beschränkt, sie versprechen jedoch Vorteile, wenn die Züchtungsziele auf w e n i g e Q u a l i t ä t s m e r k m a l e e i n g e s c h r ä n k t werden, was der o.g. Idealvorstellung von Industriepflanzen nahekommen würde.

In einer von FURTAN und ULRICH (1987) durchgeführten Studie wurde der Nutzen biotechnologischer Fortschritte im Bereich der Rapszüchtung in Kanada mit Bezug auf die Ertragsentwicklung zwischen 1951 und 1981 abzuschätzen versucht. Den zugrundeliegenden Hypothesen zufolge hätte der 10-jährige Züchtungszeitraum konventioneller Methoden bei Anwendung der Antherenkulturtechnik um 1 bis 5 Jahre verkürzt werden können. Simulationsrechnungen zeigen, daß mit zunehmender Verkürzung des Züchtungszeitraums bei konstanten Investitionen in der Forschung entweder der interne Zinsfuß erhöht wird bzw. beim Anstreben eines mit konventionellen Züchtungsmethoden vergleichbaren internen Zinsfußes die Forschungsinvestitionen zur Verbesserung der Antherenkulturtechniken erhöht werden könnten.

Aufgrund des günstigeren Kosten-/Nutzenverhältnisses läßt sich schließlich die Folgerung anfügen, daß entsprechende Techniken auch für Pflanzen mit mengenmäßig geringerem Marktpotential Vorteile versprechen, so daß einer Diversifizierung der Agrarproduktion u.a. im Hinblick auf non food-Verwendungen der Weg bereitet werden könnte. Ansatzpunkte dafür bieten sich u.E. insbesondere im Bereich pflanzlicher Öle, die bereits in hoch synthetisierten Strukturen vorliegen. Für deren Erzeugung ist eine größere Anzahl nutzbarer Arten vorhanden, deren Fettsäurezusammenetzung durch biotechnologische und züchterische Maßnahmen gezielt beeinflußbar ist. Im Bereich Stärke würde die Ausrichtung der Züchtung auf die Primärstrukturen Amylose spezielle Anwendungsmöglichkeiten im Bereich Kunststoffe eröffnen - ein Weg, der über 'high amylose maize' bzw. die züchterische Verbesserung der Markerbse in Richtung Stärkeproduktion gegangen werden könnte.

Diese bei der P f l a n z e n z ü c h t u n g ansetzende Diversifizierung der Rohstoffproduktion setzt aber voraus, daß die Forschung auf diesem Gebiet intensiviert und über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten wird, und zwar sowohl auf staatlicher als auch auf privatwirtschaftlicher Basis. Allerdings ist der wirtschaftliche Anreiz für letztere durch das mittelfristig relativ geringe Absatzpotential im non food-Bereich und die mit der Ausrichtung auf Weltmarktpreisbedingungen zwangsläufig geringere

Preisprotektion nicht sehr groß. Ohne Änderung der ökonomischen Rahmenbedingungen zugunsten der non food-Produktion, sei es durch Abbau der Protektion bei der Nahrungsmittelerzeugung bzw. der Harmonisierung der Protektionsraten, scheint das hier aufgezeigte Dilemma kaum überwindbar.

4 Schlußbemerkungen

Die Biotechnologie eröffnet bzw. erweitert sowohl die Möglichkeiten für eine Anpassung der Rohstoffbasis an die qualitativen Anforderungen in industriellen Verwendungen als auch für die Synthese natürlicher Polymere über Biokonversionsverfahren. Beispiele wie die Herstellung des Wirkstoffs von Pyrethrum mittels biotechnologischer Syntheseverfahren bzw. die Herstellung von Substituten für Jojobawachs auf Basis erucasäurehaltigen Rapsöls deuten darauf hin, daß der Prozeß der Substitution der Synthesekapazität von Pflanzen noch nicht abgeschlossen ist. Dennoch sollte den Herausforderungen im Bereich nachwachsender Rohstoffe auch durch eine Anpassung der Rohstoffproduktion an die qualitativen Anforderungen und ökonomischen Rahmenbedingungen in den betreffenden Verwendungsbereichen begegnet werden. Die Diversifizierung der Rohstoffbasis mittels züchterisch-technischer Fortschritte findet jedoch ihre Grenzen dort, wo bei begrenztem Absatzpotential die Grenzkosten der Erzeugung bestimmter natürlicher Polymere über denen biotechnologischer Konversionsverfahren liegen.

Literaturverzeichnis

BREMEN, L. von und SCHMOLTZI, M.: TIBTECH, 1986, 1, S. 16-23.

CEFIC: Use of agricultural raw materials in the European chemical industry. - Brüssel 1985.

FURTAN, W.H. und ULRICH, A.: Biotechnology and Rapeseed Breeding: An example of ex ante evaluation of research. - Canadian Farm Economics, 1987, 21, S. 3-17.

KLEINHANß, W.: Perspektiven des Einsatzes von Kohlenhydraten in der chemischen Industrie. - Zuckerindustrie, 113 (1988), H. 11, S. 939-945.

KLEINHANß, W.: Konzepte zur industriellen und energetischen Verwendung agrarischer Rohstoffe auf Basis ganzer Pflanzen. - In: Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Berichte über Landwirtschaft, Sh. 201. 1989, S. 319-334.

KLEINHANß, W., BUCHHOLZ, H.E. und SOMMER, U.: The use of sugar in the chemical industry. - Studie im Auftrag der EG-Kommission. Braunschweig 1989 (unveröffentlicht).

MUKHERJEE, K.D.: Enzymatische Verfahren zur Veredlung von Fetten und anderen Lipiden. - In: Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Berichte über Landwirtschaft, Sh. 201. 1989, S. 306-318.

SCHIWECK, H., RAPP, K. und VOGEL, M.: Utilization of sucrose as an industrial bulk chemical - state of the art and future applications. - Chemistry and Industry, 1988, S. 228-234.

TOLLENS, E. et al.: Technisch-economische evaluatie van de substitutiemogelijkheden van niet herniewbare door herniewbare grondstoffen in de chemie- en de energiesector. - Katholieke Universiteit Leuven, Faculteit der Landbouwwetenschappen, 1987.

STRUKTUREN DES SAATGUTMARKTES UND INNOVATIONSVERHALTEN DARGESTELLT AM BEISPIEL DES PFLANZKARTOFFELMARKTES

von

H. BECKER, Braunschweig-Völkenrode

1 Einleitung

Anlaß zu wirtschaftspolitischer Diskussion liefert immer wieder die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Marktstrukturen und der Innovationsfreudigkeit. In den Wirtschaftswissenschaften befaßt man sich mit diesem Problem, seitdem SCHUMPETER die Hypothese aufstellte, daß marktmächtige Unternehmer mit größerer Wahrscheinlichkeit innovativ seien.
Dazu will dieser Beitrag zwei komplementäre Hypothesen mit vorhandenen Daten über Pflanzkartoffelmärkte empirisch überprüfen. Diese Hypothesen sind von SCHERER (1980) anhand modelltheoretischer Überlegungen zur Abhängigkeit von Produktinnovationen von der Marktstruktur entwickelt worden.

Die erste Hypothese lautet, daß im Gegensatz zu Schumpeter Wettbewerb die Wahrscheinlichkeit der Innovationstätigkeit erhöhe. Bezogen auf den Pflanzkartoffelmarkt bedeutet dies, daß mit zunehmender Zahl von Saatguterzeugern der Anreiz wachsen würde, möglichst vor den Konkurrenten eine neue Sorte anzubieten, um Marktanteile durch eine dominierende temporäre Präsenz am Markt vor den Mitanbietern zu halten bzw. diese zu steigern. Mitbewerber sind dann genötigt, ähnliche Sorten, also Produktimitationen, bereitzustellen, damit der marktführende Saatguterzeuger (Innovator) nicht nachhaltig seinen Marktanteil erhöhen kann. Diese Argumente implizieren die komplementäre Hypothese, nämlich daß Oligopole wenig Anreize zur Innovationstätigkeit bieten, weil die einzelnen Anbieter kaum zusätzliche Marktanteile gewinnen können.
Im folgenden wird zunächst die Struktur des Pflanzkartoffelmarktes beschrieben. Insbesondere wird auf die Bedeutung der Neufassung des Sortenschutzgesetzes von 1968 hingewiesen. Nachdem gezeigt wurde, wie Züchter sich zu Vertriebs- und Zuchtgesellschaften zusammengeschlossen haben, wird am Beispiel zweier Teilmärkte gezeigt, welche Bedeutung Produktinnovationen beim Wettbewerb um Marktanteile haben.

2 Struktur des Pflanzkartoffelmarktes in der Bundesrepublik Deutschland

Auf zahlreichen Märkten landwirtschaftlicher Produkte ermöglichen Marktordnungen ein hohes Maß an Preisstabilität. Dies gilt jedoch nicht auf dem Markt für Speisekartoffeln, deren Preise aufgrund einer geringen Preiselastizität der Nachfrage in Relation zu Erträgen bzw. Erntemengen schwanken. Da deshalb auch die Gewinne ausgesprochen stark fluktuieren, geben innerhalb der EG, aber insbesondere auch in der Bundesrepublik Deutschland, immer mehr Betriebe den Kartoffelanbau auf. Bei stark schrumpfendem Anbau hat sich die Zahl der Sorten von ca. 100 auf ca. 140 Sorten erhöht. Gleichzeitig wurden ca. 270 Sorten in die Sortenliste neu aufgenommen, und es schieden ca. 235 Sorten aus. Auf dem wichtigsten Teilmarkt für Speisesorten ist folgende Entwicklung zu

konstatieren: Bei mittelfrühen Sorten wurden insgesamt 92 neue Sorten zugelassen und 73 aus der Sortenliste gestrichen, während beim wichtigsten Teilmarkt für Wirtschaftssorten 29 mittelspäte bis späte Sorten zugelassen wurden gegenüber 21 ausgeschiedenen. Nur auf dem an Bedeutung verlierenden Markt für mittelspäte bis späte Speisekartoffeln, wo die Anbauflächen von über 10.000 ha auf unter 1.000 ha gesunken sind, sind mehr Sorten ausgeschieden (64), als neue hinzugekommen sind (32).

Die Preise für Pflanzkartoffeln ergeben sich aber nicht aufgrund von Angebot und Nachfrage. Seit der Neufassung des Saaten- und Pflanzgutrechts im Jahr 1968 (UHLMANN) werden sogenannte Mindestpreise für den Herbst- und Frühjahrsbezug von den Sortenschutzinhabern festgesetzt. UHLMANN hat ausführlich dargestellt, wie dieses Mindestpreissystem unter dem Einfluß der Züchter zu einem "Höchstpreissystem" umfunktioniert wurde. Dies war nur deshalb möglich, weil die Gesetze von 1968 den Züchtern Entscheidungsbefugnisse bezüglich der Preise und Anbauflächen einräumten, während Vermehrungsfirmen und vermehrende Betriebe nur ausführende Organe sind. Mindestpreise dürfen von Vermehrungsfirmen nicht unter-, wohl aber überschritten werden. Dies ist bisher kaum geschehen, denn die Vermehrer haben aufgrund der von den Sortenschutzinhabern zu hoch festgesetzten Mindestpreise keinen Spielraum, steuernd in das Marktgeschehen eingreifen zu können. Dies dokumentiert sich auch in den zum Teil geringen Mengen verkaufter plombierter Pflanzkartoffeln. 70 % des Mindestpreises sollte der vermehrende Betrieb erhalten, 30 % sollten sich Sortenschutzinhaber und Vermehrungsfirmen teilen. Im Zuge der Verkleinerung der Anbauflächen haben die Sortenschutzinhaber ihren Anteil auf bis zu über 20 % angehoben, Vermehrungsfirmen verlangen ebenfalls einen Anteil von über 20 %, so daß Vermehrer z.T. nur noch 50 % des Mindestpreises erhalten, da Züchter zusätzlich für Großkunden einen Rabatt von 2 bis 3 DM je dt gewähren, der zu ungunsten des vermehrenden Betriebes abgerechnet wird (Mitteilung der Saatbauinspektion Soltau). Der Sortenschutzinhaber ist außerdem berechtigt, Lizenzgebühren festzusetzen, die für angemeldete Pflanzgutflächen und je verkaufter Einheit zertifizierter Pflanzkartoffeln zu entrichten sind.

Die Neufassung des Sortenschutzgesetzes 1968 verstärkte die Position der Sortenschutzinhaber bei einer sinkenden Nachfrage. Dies hat u.a. dazu geführt, daß sich oligopolistische Tendenzen auf dem Markt verstärkten. Für Sortenschutzinhaber ist bei gemeinsamer Strategie der Mindestpreisfestsetzung, wie sie sich durch die geringe Streuung der Mindestpreise dokumentieren läßt, nicht der Preis, sondern die abgesetzte Menge bzw. der Marktanteil der relevante Erwartungsparameter. Vermehrer und Vermehrungsfirmen stehen dagegen zwei Unbekannten gegenüber, sie kennen weder den Preis noch die dazu abzusetzende Menge. Eine inferiore Verwertung verbleibender anerkannter Pflanzkartoffeln wird ihnen nur mit Zustimmung der Züchter erlaubt. Marktteilnehmer suchen deshalb nach Strategien, die Position der Züchter zu schwächen und das eigene Risiko zu mindern (siehe die Diskussion über die Kontrolle des "Schwarzen Marktes" durch die Züchter).

1989 gibt es in der Bundesrepublik 146 zugelassene Pflanzkartoffelsorten. Die Zahl der Sorten ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Allein 1989 kamen 15 neue Sorten hinzu, die alle Nematodenresistenz aufweisen, während von den 13 ausgeschiedenen Sorten nur die jüngeren diesen Vorzug besaßen. Die Zahl der Züchter ist seit 1968

zurückgegangen (KRÄTZIG). Gleichzeitig haben sich Züchter zu Vertriebs- und Zuchtgesellschaften zusammengeschlossen. Die vier bedeutendsten Gesellschaften sind die Saka-Ragis Pflanzenzucht GbR, Hamburg, mit gegenwärtig (1988) 35 Sorten und einem Marktanteil von 31 %, die Nordkartoffel-Züchtergesellschaft, Ebstorf, mit 28 Sorten und einem Marktanteil von ca. 23 %, die Kartoffelzucht Böhm KG, Lüneburg, mit 19 Sorten und einem Marktanteil von 18 % und die BayWa AG, München, mit 35 Sorten und einem Marktanteil von 15 %. Alle übrigen Züchter halten 29 Sorten und haben nur einen Anteil von 12 % an den Vermehrungsflächen.
Übersicht 1 zeigt die Verteilung der Anbauflächen auf die wichtigsten Zucht- und Vertriebsgesellschaften für 1978 und 1988. Bei abnehmendem Volumen des Pflanzkartoffelanbaues haben sich die Marktanteile zu ungunsten der genossenschaftlich organisierten Nordkartoffel und zugunsten des privaten Unternehmens Kartoffelzucht Böhm KG verändert.

Der Rückgang der Zahl der Züchter und der Zusammenschluß der Züchter zu Zuchtgesellschaften und Vertriebsgemeinschaften hat aber nicht dazu geführt, daß die Zahl der Produktinnovationen am Kartoffelmarkt gesunken ist. Die Zunahme oligopolistischer Tendenzen scheint nicht einherzugehen mit einer Abnahme der Innovationsfreudigkeit.
Was sind nun die Motive der Züchter und Vermehrungsfirmen, immer wieder Produktinnovationen zu erzeugen und sich zu bemühen, neue Sorten beim Bundessortenamt zuzulassen? Die Erklärung liegt z.T. im Sortenschutzrecht von 1968 und der dadurch gegebenen Möglichkeit zur monopolistischen Festsetzung der Pflanzkartoffelmindestpreise. Eine Sorte wird vom Bundessortenamt zugelassen, wenn sie unterscheidbar, homogen und beständig ist sowie landeskulturellen Wert hat. Die Prüfung erfolgt in zwei Etappen: Zunächst wird in der Registerprüfung die Homogenität einer Sorte festgestellt und dann werden in der Wertprüfung die landeskulturellen Eigenschaften überprüft. Dieses Verfahren dauert mindestens drei Jahre. Züchtern wird pro angemeldeter Sorte eine Gebühr von nur 5.000 bis 6.000 DM berechnet. Die tatsächlichen Prüfkosten werden auf über 100.000 DM geschätzt (Bundessortenamt). Dieses Zulassungsverfahren ist ausschließlich anbieterorientiert, denn es wird nicht untersucht, ob eine Sorte auch tatsächlich im wesentlichen Umfang nachgefragt wird (letzteres ist eine wesentliche Voraussetzung der Zulassung neuer Sorten in den Niederlanden).

Die Züchter bzw. Vertriebsgesellschaften verhalten sich anscheinend nach dem Prinzip der gemeinsamen Gewinnmaximierung. Sie werden in ihrem Verhalten anscheinend von zwei entgegengesetzen Kräften beeinflußt: Eine Kraft zielt darauf ab, die Preise monopolistisch festzusetzen, während die andere darauf drängt, immer neue Sorten anzubieten, in der Hoffnung, den Marktanteil durch Produktinnovationen und/oder -imitationen zu festigen bzw. auszubauen. Um dieses darzustellen, wollen wir zwei Teilmärkte betrachten, nämlich den für mittelfrühe Speisesorten und den für mittelspäte Wirtschaftssorten, und erörtern, welche Konsequenzen Produktinnovationen und -imitationen auf die Verteilung von Innovationsrenten über geänderte Marktanteile haben. Letztere ergeben sich durch die Mindestpreisfestsetzung.

Übersicht 1: Verteilung der Vermehrungsflächen für Pflanzkartoffeln nach Züchtergruppen

	Sorten Zahl 1988	1978 ha	1978 Anteil %	1988 ha	1988 Anteil %	Veränderung %	Sorten insg. 1968 - 1988 Anzahl	Sorten insg. 1968 - 1988 %
SaKa-Ragis Pflanzenzucht GbR, Hamburg 1)	35	5706	29.9	3164	30.7	-44.5	101	28.1
Nordkartoffel Zuchtgesellschaft, Ebstorf 2)	28	6912	36.2	2412	23.4	-65.1	51	14.2
Kartoffelzucht Böhm KG, Lüneburg	19	1477	7.7	1884	18.3	+27.6	35	9.7
BayWa AG als Züchtervertreter, München 3)	35	2629	13.8	1589	15.3	-40.0	71	19.7
Saatzucht Fritz Lange, Bad Schwartau	13	1611	8.4	595	5.8	-43.1	17	4.7
Bundesrepublik Deutschland 4)	146	19073	100.0	10320	100.0	-44.0	360	100.0

folgende Züchter: 1) v. Kameke, Krafft, PSG, SaKa, Uniplanta, Ragis
2) Stader Saatzucht, Verein. Saatz. Ebstorf, Saatz. Soltau-Bergen, Berding, Nordkartoffel
3) NOS, Wallmüller, v. Zwehl, Firlbeck, BPZ
4) einschl.: Pohl, Heidesand, EG-Katalog (freie Sorten), Kama/Holland, Enting/Holland, Nordsaat Saatzuchtgesellschaft Waterneverstorf, Börger Vertreter Saatbau Dahlenburg, Norddt. Pflanzenz. Hohenlieth, Vertrieb Saaten-Union Hannover, Wolf & Wolf Holland, Vertreter Gielen Schwalmtal

Quelle: Krätzig, 1989

3 Bedeutung von Produktinnovationen und -imitationen

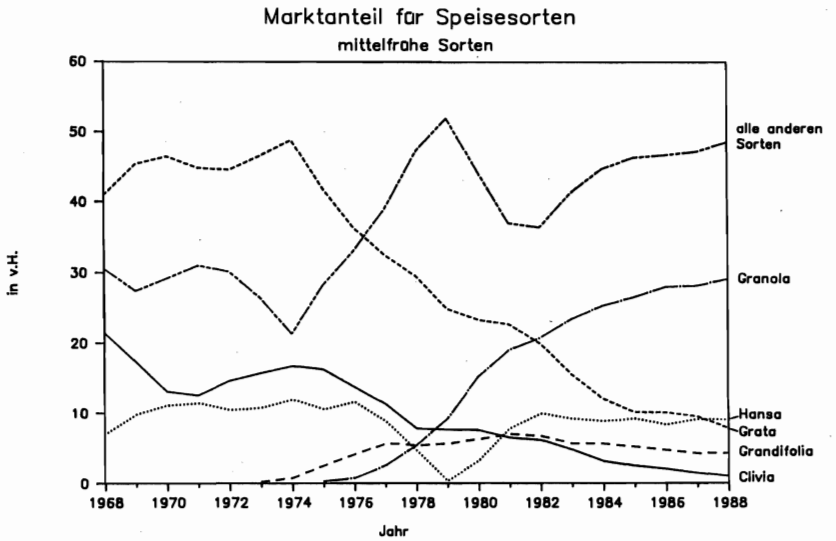
Schaubild 1 zeigt, wie sich die Anteile der wichtigsten mittelfrühen Pflanzkartoffelspeisesorten von 1968 bis 1988 entwickelten. Bis 1974 hatten zwei Speisesorten, die keine Nematodenresistenz aufwiesen, einen Marktanteil von über 60 % - Grata (Stader Saatzucht) und Clivia (Berding-Saatzucht, Soltau-Bergen). Beide Sorten gehören jetzt zum Verbund der Nordkartoffelzuchtgesellschaft Ebstorf. 1988 lag der Marktanteil der Grata bei 10 % und der der Clivia bei unter 5 % (1989 ausgeschieden). Im Zeitraum von 1972 bis 1975 wurden aus dem jetzigen Züchterverbund der Saka-Ragis-Pflanzenzucht, Hamburg, zwei neue Sorten eingeführt: Zunächst die Grandifolia[1], die aufgrund der fehlenden Nematodenresistenz nur einen Marktanteil erreichte, der nach 1974 zwischen 5 und 10 % lag. Die nematodenresistente Sorte Granola verfügte bereits nach vier Vermehrungsjahren über einen Marktanteil von über 10 %, und der Anteil dieser Sorte liegt gegenwärtig bei über 30 %. Die ca. 40 übrigen Sorten haben einen Marktanteil von zusammen ca. 40 %. Wie bereits ausgeführt, wurden von 1974 bis 1988 in diesem Teilmarkt 60 neue Sorten zugelassen. Keine dieser Sorten erreichte einen Marktanteil von über 5 % über fünf Anbauperioden, und mehr als 55 Sorten wurden wieder vom Markt genommen. Durch das Anbieten von Produktinnovationen versuchten die Konkurrenten, entweder ihre Marktanteile zurückzugewinnen oder diese auszubauen. Wenn wir eine erfolgreiche Produktinnovation als eine solche bezüglich der Pflanzkartoffeln definieren, die auf dem entsprechenden Teilmarkt einen Marktanteil von über 5 % für mindestens fünf Jahre gewinnen kann, so ist dies im betrachteten Zeitraum von zwanzig Jahren nur 2 von 90 Sorten gelungen.

Schaubild 2 zeigt die Entwicklung der Anbauanteile wichtiger mittelspäter Wirtschaftssorten. Die 1968 bis 1983 führende Wirtschaftssorte Bodenkraft (keine Nematodenresistenz) wird durch vier nematodenresistente Sorten: Amigo (ab 1970), Indira (ab 1981), Rebecca (ab 1984) und Producent (ab 1986) auf einen Marktanteil unter 10 % zurückgedrängt. Der Anteil der übrigen Sorten geht von ca. 50 % (1980) auf unter 40 % (1988) zurück. Die Sorten Bodenkraft, Amigo und Rebecca gehören zur Gruppe Böhm KG. Dieser Gruppe gelang es, die Sorte Bodenkraft mit mittlerem Ertragsniveau durch die nematodenresistenten Sorten Amigo und Rebecca mit einem überdies höheren Stärkeertrag zu ersetzen.

Die Entwicklungskosten einer neuen Kartoffelsorte werden von Kennern des Pflanzkartoffelmarktes auf ein bis zwei Millionen DM geschätzt. Unterstellt man, daß die Sortenschutzinhaber 20 % der Mindestpreise als Lizenzgebühren erhalten und geht man weiter von einer plombierten Menge von 100 dt/ha aus, so haben die Züchter der 92 neuen Sorten im Teilmarkt mittelfrüher Speisesorten nur bei 14 Sorten mehr Lizenzgebühren erhalten als die geschätzten Entwicklungskosten betragen haben. Lizenzgebühren marktführender Sorten dienen daher vorwiegend dazu, die Entwicklungskosten neuer Sorten zu finanzieren. Schätzt man die Lizenzgebühren für Züchtergruppen, so zeigt sich, daß eine enge Beziehung zwischen der Höhe der Lizenzeinnahmen und der Zahl der Produktinnovationen besteht. Die marktführende Gruppe für Speisesorten Saka-Ragis hat

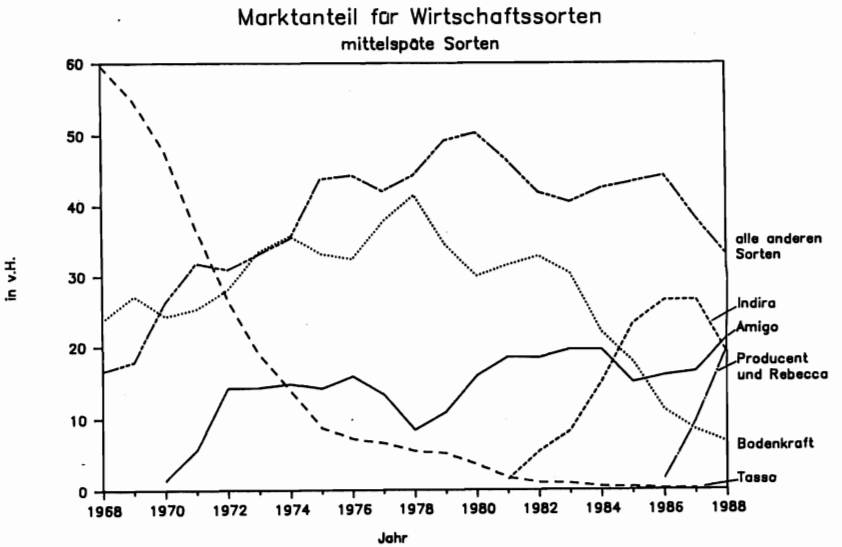
1 Grandifolia und Granola haben eine geringere Anfälligkeit gegenüber Blattrollvirus als Grata und Clivia. Sie sind in der gleichen Ertragsklasse eingruppiert.

Schaubild 1: Marktanteil für Speisesorten



Quelle: Der Kartoffelbau, versch. Jg.

Schaubild 2: Marktanteil für Wirtschaftssorten



Quelle: Der Kartoffelbau, versch. Jg.

von 92 neuen mittelfrühen Sorten 30 entwickelt und Böhm bei den späten Wirtschaftssorten als Marktführer nur 5 von 29.

4 Zusammenfassung

Zielsetzung der Ausführungen war es zu zeigen, ob oligopolistische Tendenzen am Pflanzkartoffelmarkt zu einem Abklingen der Innovationstätigkeit führen. Innovationstätigkeit wird gleichgesetzt mit dem Anbieten von Produktinnovationen, d.h. der Zulassung von Kartoffelsorten durch das Bundessortenamt.
Die Neufassung des Sortenschutzgesetzes 1968 verstärkte die Marktstellung der Sortenschutzinhaber bei einer sinkenden Pflanzkartoffelnachfrage. Sortenschutzinhaber setzen Mindestpreise und Vermehrungsflächen fest. Die geringe Variation der Mindestpreise weist auf eine gemeinsame Strategie der Sortenschutzinhaber bei der Preisfestsetzung hin. Für die Züchter ist nicht der Preis, sondern die abgesetzte Menge bzw. der Marktanteil der wichtigste Erwartungsparameter. Der generell schrumpfende Markt, die Möglichkeit zu Preisabsprachen und neue kapitalintensive Methoden der Kartoffelzucht haben oligopolistische Tendenzen auf dem Pflanzgutmarkt gefördert. Gegenwärtig beherrschen vier Zucht- bzw. Vertriebsgesellschaften mit einem Marktanteil von ca. 90 % den Markt.

Bei weitgehend gemeinsamer Preisfestsetzung versuchen die Züchtergruppen, durch Produktinnovationen Marktanteile zu halten bzw. auszubauen. Insgesamt wurden von 1968 bis 1988 über 290 neue Kartoffelsorten zugelassen und ca. 235 wurden aus dem Sortenregister gelöscht. Auf dem wichtigsten Teilmarkt für mittelfrühe Speisesorten wurden 92 neue Sorten angeboten. Mit zwei Sorten gelang es einer Anbietergruppe, Marktanteile in erheblichem Umfang zu gewinnen. Die hohe Zahl der neuen Sorten ist auch durch die Eigenheiten des anbieterorientierten Zulassungsverfahrens zu erklären. Wesentlich ist aber, daß der Wettbewerb weniger über Preisvariationen als über die Entwicklung neuer Produkte stattfindet. Die Wahrscheinlichkeit, daß sich eine neue Sorte am Markt durchsetzt, war bei den wichtigen Speisesorten kleiner als ein Zehntel. Bei den wichtigen Wirtschaftssorten war diese mit ca. ein Fünftel bedeutend größer. Marktführende Unternehmen für die Teilmärkte zeichnen sich durch eine größere Innovationstätigkeit aus. Dieses spricht für die These von SCHUMPETER. Die Akteure am zunehmend oligopolistischen Pflanzkartoffelmarkt zeichnen sich durch eine große Innovationstätigkeit aus. Letzteres wird durch das Bundessortenamt begünstigt. Die von SCHERER implizit formulierte Hypothese, daß die Zahl der Innovationen mit der Konzentration eines Marktes auf weniger Anbieter abnimmt, kann mit den Daten des Pflanzkartoffelmarktes nicht gestützt werden.

Literaturverzeichnis

Bundessortenamt: Aufgaben, Organisation, Einrichtungen. - Hannover 1988.

KRÄTZIG, P.: Die Züchter rücken zusammen. - Hann. Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung Nr. 1, 1989, S. 14-15.

SCHERER, F.M.: Industrial Market Structure and Economic Performance. - 2nd Ed., Chicago 1980.

SCHERER, F.M.: Innovation and Growth. - Cambridge 1984.

UHLMANN, F.: Preisbildung und Vermarktung bei Pflanzkartoffeln. - Frankfurt am Main 1985.

TECHNISCHER FORTSCHRITT IN DER LANDWIRTSCHAFT DER ENTWICKLUNGSLÄNDER - WIRKUNGEN UND BEWERTUNG

TECHNISCHER FORTSCHRITT, TERMS OF TRADE UND DIE SPEZIALISIERUNG VON ENTWICKLUNGSLÄNDERN AUF AGRAREXPORTGÜTER

von

R. HERRMANN, Gießen

1 Einleitung

Die langfristige Entwicklung der Terms of Trade ist eines der kontroversesten Themen in der Entwicklungsländerökonomie. Das Thema ist eng verknüpft mit der Frage der langfristigen Entwicklung der Weltagrarpreise und der angemessenen wirtschaftspolitischen Strategie gegenüber dem Agrarsektor in Entwicklungsländern. Es gibt konkurrierende Theorien und gegensätzliche empirische Befunde zur Entwicklung der Terms of Trade. Auch die wirtschaftspolitischen Folgerungen, die Entwicklungsländer aus einem gegebenen Verlauf ihrer Terms of Trade ziehen sollten, sind umstritten (SCANDIZZO und DIAKOSAWAS, 1987; SAPSFORD, 1987; SPRAOS, 1987; GRILLI und YANG, 1987).

Nach einer kurzen Darstellung der Prebisch/Singer-These konzentriert sich dieser Beitrag auf die Beantwortung zweier zentraler Fragen: Wie haben sich die Terms of Trade bei Agrarhandelsgütern der Entwicklungsländer verändert, wenn man Terms-of-Trade-Konzepte anwendet, die den technischen Fortschritt ausreichend berücksichtigen? Welche Folgerungen lassen sich aus der festgestellten Entwicklung der Terms of Trade für Agrarsektorpolitiken der Entwicklungsländer insgesamt und einzelner Entwicklungsländer ziehen?

2 Die Prebisch/Singer-These über die langfristige Entwicklung der Terms of Trade

Die Grundidee der Prebisch/Singer-These ist, daß die Terms of Trade von Primärgütern gegenüber Industriegütern langfristig sinken (PREBISCH, 1950; SINGER, 1950). Die Terms of Trade sind dabei im Sinne der Commodity Terms of Trade als Preisverhältnis zwischen Export- und Importgütern definiert. Da Entwicklungsländer typischerweise einen hohen Anteil von Primärgütern, insbesondere Agrarprodukten, exportieren und einen hohen Anteil von Industriegütern importieren, ergibt sich aus der Prebisch-Singer-These eine säkulare Verschlechterung der Terms of Trade "der" Entwicklungsländer. PREBISCH und SINGER führen mehrere Gründe für ihre These an. Die Preis- und Einkommenselastizitäten der Nachfrage nach Primärgütern seien vergleichsweise niedrig, zumindest niedriger als jene nach Industriegüterimporten der Entwicklungsländer. Außerdem hemme der technische Fortschritt in den Industrieländern die Nachfrage nach Primärgütern der Entwicklungsländer, während in Entwicklungsländern der technische Fortschritt eher bei den Exportgütern vorkomme und daher den Nachfragern nutze. Zudem seien Produkt- und Faktormärkte in Industrieländern stärker monopolisiert als in Entwicklungsländern. All dies führe zu einer Verschlechterung der Commodity Terms of Trade der Entwicklungsländer. Viele Entwicklungsländer haben aus dem Argument einer säkularen Verschlechterung der Terms of Trade die Konsequenz gezogen, daß eine

Binnenmarktorientierung als Agrarsektorpolitik vorteilhafter ist als eine Exportorientierung. Es ist nun zu prüfen, inwieweit empirische Informationen über die Entwicklung der Terms of Trade die PREBISCH/SINGER-These bestätigen und welche Politikfolgerungen aus dem empirischen Befund gezogen werden können.

3 Empirischer Befund zum Verlauf der Terms of Trade bei Agrarexportgütern der Entwicklungsländer

Im folgenden wird mit drei Standardkonzepten der Terms of Trade gearbeitet: den Commodity Terms of Trade (t_C), den Income Terms of Trade (t_I) und den Single Factoral Terms of Trade (t_S). Die Commodity Terms of Trade messen das Verhältnis zwischen der Ausfuhr- und der Einfuhrpreisentwicklung:

(1) $t_C = p_X/p_M$.

p_X bezeichnet dabei einen Exportpreisindex, p_M einen Importpreisindex. Die Commodity Terms of Trade geben an, welche Mengen von Importgütern gegen eine Einheit von Exportgütern eingetauscht werden können. Die Income Terms of Trade berücksichtigen zusätzlich die Exportmengen. Sie geben an, wieviel Einheiten importiert werden können bei gegebener Kaufkraft aus dem Export des Landes. Es gilt

(2) $t_I = (p_X \cdot q)/p_M$,

wobei q einen Exportmengenindex repräsentiert. Bei den Single Factoral Terms of Trade werden die Commodity Terms of Trade gewichtet wie in Gleichung (2), allerdings nicht mit den Exportmengen, sondern mit der Produktivität im Exportsektor (α). Es gilt dann

(3) $t_S = (p_X \cdot \alpha)/p_M$.

Jedes der drei Maße wird vom technischen Fortschritt beeinflußt, aber in unterschiedlichem Ausmaß. Auf der aggregierten Ebene aller Agrarexportländer werden die Commodity Terms of Trade durch technische Fortschritte im Agrarexportsektor vermindert, da p_X sinkt. Umgekehrt werden die Commodity Terms of Trade durch technische Fortschritte im Industrieimportsektor erhöht, da p_M sinkt. Auch die Income Terms of Trade und die Single Factoral Terms of Trade steigen, wenn technische Fortschritte im Industrieimportsektor stattfinden. Bei technischen Fortschritten im Agrarexportsektor ist die Entwicklung der Income Terms of Trade und der Single Factoral Terms of Trade auf der aggregierten Ebene aller Agrarexportländer unbestimmt. Zwar senken die technischen Fortschritte t_C, aber andererseits werden q und α erhöht.

Betrachtet man die Effekte des technischen Fortschritts aus der Sicht eines einzelnen Agrarexportlandes, so ist zu unterscheiden, ob der technische Fortschritt von den Konkurrenten am Exportmarkt oder im eigenen Land realisiert wird. Wird technischer Fortschritt von den Konkurrenten am Exportmarkt eingeführt, sinken die Commodity Terms of Trade und damit auch die Income Terms of Trade und die Single Factoral Terms of Trade des einzelnen Landes. Wird der technische Fortschritt im betrachteten

Land selbst realisiert, sinken die Commodity Terms of Trade ebenfalls, während die Income und die Single Factoral Terms of Trade steigen oder sinken können. Ein abnehmendes t_C kann von einem steigenden q oder α überkompensiert werden. Ist das betrachtete Agrarexportland ein kleines Land im Sinne der Außenhandelstheorie, so führt technischer Fortschritt in diesem Land ceteris paribus zu einem Anstieg der Income Terms of Trade und der Single Factoral Terms of Trade. Die Commodity Terms of Trade bleiben dagegen unverändert. Der Grund hierfür ist, daß q und α steigen, während p_X und damit t_C konstant bleibt.

In der empirischen Analyse soll nun geprüft werden, ob sich die **Commodity Terms of Trade des Agrarsektors im Vergleich zum Industriegüterbereich auf den Weltmärkten** verschlechtert haben. Damit wird gleichzeitig untersucht, ob die Grundlagen der Prebisch/Singer-These erfüllt sind oder nicht. Übersicht 1 zeigt Berechnungen zur Entwicklung der Commodity Terms of Trade des gesamten Agrarexportbereichs und wichtiger Teilsektoren im Vergleich zum Industriegütersektor. Der Untersuchungszeitraum ist 1948-86. Außerdem werden Berechnungen zur Entwicklung der Commodity Terms of Trade zum Vergleich auch für andere Rohstoffsektoren angegeben und für die typischen Agrarexportgüter der Entwicklungsländer im Vergleich zu Getreide. Folgende Hauptergebnisse lassen sich aus Übersicht 1 ableiten:

1. Das Preisverhältnis zwischen Agrarexportgütern und Industriegütern hat sich im Gesamtzeitraum um durchschnittlich 1,3 vH pro Jahr verringert. Offenbar sind die Commodity Terms of Trade gesunken, so wie es in der Prebisch/Singer-These vorhergesagt wird (vgl. auch GRILLI und YANG, 1987). Diese Entwicklungstendenz ist auch für alle Teilsektoren des Agrarbereichs festzustellen mit Ausnahme von Holz. Sie ist besonders stark bei Nichtnahrungsmitteln (Baumwolle, Jute, Kautschuk, Tabak), bei Getreide und bei Ölen und Fetten. Die negative Entwicklungstendenz der Commodity Terms of Trade ist unterdurchschnittlich ausgeprägt bei anderen Nahrungsmitteln (Zucker, Rindfleisch, Bananen, Orangen) und bei den tropischen Getränken (Kaffee, Kakao, Tee). Eine signifikante Verbesserung der Commodity Terms of Trade weist dagegen Holz auf.

2. Der Vergleich mit anderen Primärgütersektoren zeigt, daß sich im Gesamtzeitraum 1948-86 auch die Commodity Terms of Trade von Metallen und mineralischen Rohstoffen verschlechtert haben. Dagegen haben sich bei Erdöl die Commodity Terms of Trade signifikant und mit einer hohen durchschnittlichen Wachstumsrate von 4,1 vH jährlich verbessert.

3. Oft exportieren Entwicklungsländer typische Ausfuhrgüter wie Kaffee, Kakao, Tee oder Baumwolle und importieren Getreide. Es zeigt sich, daß im Gesamtzeitraum 1948-86 keine statistisch signifikante Verschlechterung der Commodity Terms of Trade typischer Agrarexportgüter der Entwicklungsländer gegenüber Getreide festgestellt werden kann. Im Zeitraum 1967-86 ist sogar eine deutliche und statistisch signifikante Verbesserung der Commodity Terms of Trade der tropischen Getränke mit durchschnittlich +4,4 vH und der Nichtnahrungsmittel unter den Agrarprodukten mit durchschnittlich +1,6 vH festzustellen. Offenbar hat sich in den letzten 20 Jahren das Weltmarktpreisverhältnis zugunsten der typischen Agrarexportgüter und zu Lasten von Getreide verändert.

Übersicht 1: Zur Entwicklung der Commodity Terms of Trade von Agrarexportgütern auf den Weltmärkten im Vergleich zu Industriegüterimporten, 1948-86[a]

Art der Commodity Terms of Trade	Wachstum der Commodity Terms of Trade (vH) 1948-67	1967-86	1948-86
Commodity Terms of Trade im land- und forstwirtschaftlichen Bereich im Vergleich zur Preisentwicklung bei Verarbeitungsprodukten:			
a) Agrarprodukte insgesamt:	-1,94***	-1,56*	-1,31***
aa) Alle Nahrungsmittel:	-1,72***	-1,40*	-1,05***
aaa) Getreide:	-1,77***	-3,68***	-1,68***
aab) Tropische Getränke:	-1,93*	+0,74	-0,83*
aac) Öle und Fette:	-2,04***	-3,20**	-1,63***
aad) Andere Nahrungsmittel:	-0,65	-1,99*	-0,60*
ab) Nichtnahrungsmittel:	-2,54**	-2,13***	-2,17***
b) Holz:	+0,83	+2,50**	+1,57***
Commodity Terms in anderen Primärgütersektoren im Vergleich zur Preisentwicklung bei Verarbeitungsprodukten:			
a) Öl:	-3,60***	+12,00***	+4,09***
b) Rohstoffe insgesamt (außer Öl):	-1,10*	-2,03***	-1,18***
c) Metalle und mineralische Rohstoffe:	+0,77	-3,74***	-1,17***
Commodity Terms of Trade typischer Agrarexportgüter zu typischen Agrarimportgütern der Entwicklungsländer:			
a) Tropische Getränke zu Getreide:	-0,16	+4,42**	+0,85
b) Nichtnahrungsmittel unter den Agrarprodukten zu Getreide:	-0,77	+1,56*	-0,49
c) Öle und Fette zu Getreide:	-0,27	+0,49	+0,05

***,**,* Statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 vH, 1 vH, 5 vH bei zweiseitigem Test.

[a] Das Wachstum der Commodity Terms of Trade ist berechnet worden als Regressionskoeffizient der loglinearen Trendfunktion. Es bezeichnet das durchschnittliche jährliche Wachstum. Die Gütereinteilung ist entnommen aus World Bank (1988), Table 21. Demnach sind: Tropische Getränke - Kaffee, Kakao, Tee; Getreide - Mais, Reis, Weizen, Sorghum; Öle und Fette - Palmöl, Kokosnußöl, Ernußöl, Sojabohnen, Kopra, Erdnußmehl, Sojamehl; andere Nahrungsmittel - Zucker, Rindfleisch, Bananen, Orangen; Nichtnahrungsmittel - Baumwolle, Jute, Kautschuk, Tabak; Metalle und mineralische Rohstoffe - Kupfer, Zinn, Nickel, Bauxit, Aluminium, Eisenerz, Blei, Zink, Phosphatdünger. Die Gewichte bei den Terms of Trade der aggregierten Gütergruppen sind die Exporterlösanteile der Entwicklungsländer am Weltmarkt im Zeitraum 1979-81. Der Importpreisindex für Verarbeitungsprodukte ist der cif-Einheitswert im verarbeitenden Sektor.

Quelle: Eigene Berechnungen mit Daten aus World Bank (1988), Table 21.

4. Die Aussagen zur Entwicklung der Terms of Trade hängen stark vom Betrachtungszeitraum ab. Beispielsweise haben sich die Commodity Terms of Trade der tropischen Getränke gegenüber Industriegütern im Zeitraum 1948-67 und im Gesamtzeitraum 1948-86 signifikant verschlechtert, im Zeitraum 1967-86 verbesserten sie sich jedoch (allerdings nicht statistisch signifikant). Berechnet man für sukzessive 20-Jahres-Perioden die Wachstumsrate dieser Commodity Terms of Trade, ist diese teilweise positiv und teilweise negativ und liegt zwischen -3,6 vH (1953-72) und + 1,5 vH (1961-80).

Um Unterschiede zwischen der Terms-of-Trade-Entwicklung auf aggregierter Ebene eines Weltagrarmarktes und auf der Ebene einzelner Exportländer festzustellen, muß die **Terms-of-Trade-Entwicklung auf einzelnen Agrarexportmärkten der Entwicklungsländer** detaillierter untersucht werden. Als typische Agrarexportgüter der Entwicklungsländer wurden Kaffee, Kakao und Tee ausgewählt. Es wurden jeweils die Gesamtheit der Exporteure und die fünf wichtigsten Exportländer, gemessen an den Exporterlösen im Jahr 1986, einbezogen. Wie sich die Kaufkraft der Entwicklungsländer am Weltmarkt verändert, hängt nicht nur von der Entwicklung der Commodity Terms of Trade ab, sondern auch von der Änderung der eigenen Exporte und der Produktivität im Exportsektor. Deshalb wurden die Entwicklung der Income Terms of Trade und der Single Factoral Terms of Trade sowie deren Komponenten untersucht.

Der Betrachtungszeitraum ist 1959-86 bei den Income Terms of Trade und 1970-86 bei den Single Factoral Terms of Trade. Bei der Berechnung der Single Factoral Terms of Trade wurde der Ertrag/ha für α eingesetzt. Daten zu p_X, q und α sind aus FAO-Statistiken [FAO (a,b)] entnommen, und die Daten zu p_M charakterisieren den Index des "manufacturing unit value" aus World Bank (1988).

Aus den Ergebnissen der Übersicht 2 ergibt sich ein sehr differenziertes Bild der Terms-of-Trade-Entwicklung:

1. Eine allgemeine Verschlechterung der Terms of Trade aus dem Export von Kaffee, Kakao und Tee fand in der Untersuchungsperiode nicht statt. Es liegen sowohl Verbesserungen als auch Verschlechterungen der Terms of Trade vor. Die Veränderung der Terms of Trade ist stark unterschiedlich bei den drei untersuchten Produkten, zwischen einzelnen Exportländern und den drei Meßkonzepten der Terms of Trade.

2. Bei Kaffee verbesserten sich die Income Terms of Trade signifikant, auf Weltebene und bei vier der fünf Hauptexportländer. Nur bei Brasilien lag ein signifikant negativer Trend der Exportmengen vor und führte zu einem negativen Vorzeichen der Income Terms of Trade. Die Single Factoral Terms of Trade weisen meist ein positives Vorzeichen auf, doch ist die Verbesserung nur in Kolumbien statistisch signifikant. Dort erfolgte wie in Indonesien ein signifikanter Anstieg der Hektarerträge, der über das Produktions- und Exportwachstum die Income Terms of Trade positiv beeinflußt hat.

3. Bei Kakao verbesserten sich auf Weltebene und für drei Exportländer - Côte d'Ivoire, Brasilien und Malaysia - die Income Terms of Trade, während sie sich für Ghana verschlechterten. Die Wachstumsraten der Income Terms of Trade von Malaysia mit über 27 % und Côte d'Ivoire mit fast 8 % liegen deutlich über der Wachstumsrate auf Welt-

Übersicht 2: Zur Entwicklung der Income Terms of Trade und der Single Factoral Terms of Trade ausgewählter Agrarexportgüter der Entwicklungsländer im Vergleich zu Industriegüterimporten, 1959-1986[a]

Agrarexportgut/ Land	Wachstum der Income Terms of Trade (t_I) und deren Komponenten (vH)					Wachstum der Single Factoral Terms of Trade (t_S) und deren Komponenten (vH)[b]				
	t_I	t_C	q	Beitrag der Komponenten zum Wachstum von t_I (vH)[c] t_C	q	t_S	t_C	α	Beitrag der Komponenten zum Wachstum von t_S (vH)[d] t_C	α
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Kaffee:										
Welt	+ 2,61***	+ 1,04	+ 1,57***	39,8	60,2	+ 1,61	+ 0,99	+ 0,62	61,5	38,5
Kolumbien	+ 2,62***	+ 0,42	+ 2,20***	16,0	84,0	+ 2,95*	+ 0,55	+ 2,40***	18,6	81,4
Brasilien	- 0,63	+ 0,82	- 1,45**	-130,2	230,2	+ 2,08	+ 0,58	+ 1,50	27,9	72,1
Mexiko	+ 4,83***	+ 1.47**	+ 3,36***	30,4	69,6	+ 0,71	+ 1,20	- 0,49	169,0	-69,0
Indonesien	+10,36***	+ 3,55***	+ 6,81***	34,3	65,7	+ 2,55	+ 0,73	+ 1,82*	28,6	71,4
Côte d'Ivoire	+ 3,24***	+ 1,20*	+ 2,04***	37,0	63,0	- 3,75	+ 0,81	- 4,56*	-21,6	121,6
Kakao:										
Welt	+ 2,30***	+ 1,21	+ 1,08***	52,8	47,2	+ 1,32	+ 0,16	+ 1,17**	11,8	88,2
Côte d'Ivoire	+ 7,77***	+ 1,26	+ 6,51***	16,2	83,8	+ 1,59	+ 0,24	+ 1,35	15,1	84,9
Ghana	- 1,61*	+ 1,65*	- 3,26***	-102,5	202,5	- 2,17	+ 0,88	- 3,05***	-40,6	140,6
Nigeria	- 0,73	+ 0,65	- 1,38*	-89,0	189,0	- 6,27**	- 1,25	- 5,02***	19,9	80,1
Brasilien	+ 3,84***	+ 1,57	+ 2,28***	40,8	59,2	+ 3,44	+ 0,38	+ 3,05***	11,2	88,8
Malaysia	+27,54***	+ 0,93	+26,61***	3,4	96,6	- 3,29	- 0,39	- 2,90	11,9	88,1
Tee:										
Welt	- 0,34	- 2,89***	+ 2,55***	850,0	-750,0	- 2,09*	- 0,99	- 1,10	47,4	52,6
Indien	- 2,42***	- 2,61***	+ 0,20	108,2	- 8,2	+ 1,68	- 0,10	+ 1,78***	- 6,0	106,0
China	+ 4,25***	- 2,23***	+ 6,48***	-52,5	152,5	- 8,30***	- 0,98	- 7,32***	11,8	88,2
Sri Lanka	- 3,38***	- 3,13***	- 0,25	92,6	7,4	- 1,36	- 1,20	- 0,16	88,2	11,8
Kenia	+ 6,40***	- 2,91***	+ 9,31***	-45,5	145,2	+ 2,28	- 1,68	+ 3,96***	-73,7	173,7
Indonesien	+ 6,40***	+ 2,23**	+ 4,17***	34,8	65,2	+ 6,98***	+ 0,11	+ 6,87***	1,6	98,4

***, **, *: Statistisch signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 vH, 1 vH, 5 vH bei zweiseitigem Test.
[a] Das Wachstum der Terms of Trade ist berechnet worden als Regressionskoeffizient der loglinearen Trendfunktion. Es bezeichnet das durchschnittliche jährliche Wachstum. - [b] 1970-1986. - [c] Berechnet als 100·(2)/(1) bzw. 100·(3)/(1). - [d] Berechnet als 100·(7)/(6) bzw. 100·(8)/(6).

Quelle: Eigene Berechnungen mit Daten aus FAO (a, b) und World Bank (1988) mit der im Text beschriebenen Methodik.

ebene. Sie sind dominiert vom starken Wachstum der Exportmengen, insbesondere als Folge von steigenden Anbauflächen. Ghanas und Nigerias Exporte und Hektarerträge sanken, teilweise als Folge nationaler Politiken. In Nigeria ergab sich ein signifikanter Rückgang der Single Factoral Terms of Trade.

4. War die Änderungsrichtung der Commodity Terms of Trade bei Kaffee und Kakao statistisch unbestimmt, so lag bei Tee eine Verschlechterung um durchschnittlich 2,9 % pro Jahr auf Weltebene vor. Die Income Terms of Trade der Tee-Exporteure entwickelten sich sehr unterschiedlich. Einem relativ hohen Anstieg in Kenia, Indonesien und China, bedingt durch das hohe Exportmengenwachstum, stand ein signifikanter Rückgang bei den traditionellen Hauptexporteuren Indien und Sri Lanka gegenüber.

5. Die Berechnungen zeigen auch, welche Komponenten wie stark zur Entwicklung der Income Terms of Trade und der Single Factoral Terms of Trade beitragen. So ist die Veränderung der Income Terms of Trade bei Kaffee und Kakao stärker durch den Einfluß der Exportmengen als der Commodity Terms of Trade determiniert. Auch bei den Single Factoral Terms of Trade ist der Einfluß der Commodity Terms of Trade meist untergeordnet gegenüber dem Einfluß von α. Nur bei Tee zeigt sich vor allem bei den traditionellen Exporteuren Indien und Sri Lanka, daß die Verschlechterung der Commodity Terms of Trade dominierte und zu einer Verschlechterung der Income Terms of Trade führte.

6. Zur Bedeutung des technischen Fortschritts für die Terms-of-Trade-Entwicklung sind noch zwei Ergebnisse bemerkenswert:
a) Die Commodity Terms of Trade können sich auf nationaler Ebene deutlich günstiger entwickeln als auf Weltebene. Dies ist der Fall, wenn technische Fortschritte auf nationaler Ebene zu einer Verbesserung der Produktqualität führen. Übersicht 2 zeigt für den Zeitraum 1959-86 mehrere Fälle, in denen die nationalen Commodity Terms of Trade signifikant ansteigen bei einer nicht signifikanten Veränderung auf Weltebene oder sogar bei einer signifikanten Verschlechterung auf Weltebene (Indonesien bei Tee).

b) Nicht in jedem Fall sind hohe Wachstumsraten der Income Terms of Trade auf technische Fortschritte zurückzuführen, da in mehreren Fällen α gleichzeitig sank (China bei Tee, Côte d'Ivoire bei Kaffee, Malaysia bei Kakao). Das Sinken von α kann vorübergehend sein als Folge anbaubedingter Lags, kann aber auch dauerhaft sein, wenn zunehmend auf inferioren Flächen produziert wird. In mehreren Fällen gehen jedoch hohe Wachstumsraten der Income Terms of Trade mit hohen Wachstumsraten der Produktivität einher (Indonesien und Kenia bei Tee, Brasilien bei Kakao, Kolumbien bei Kaffee).

4 Wirtschaftspolitische Auswertung des empirischen Befunds

Von seiten einzelner Entwicklungsländer wird aus der These einer säkularen Verschlechterung der Commodity Terms of Trade die Konsequenz abgeleitet, eine Binnenmarktorientierung sei als Agrarsektorpolitik vorteilhafter als eine Exportorientierung. Dabei werden vor allem zwei Politikfolgerungen gezogen:

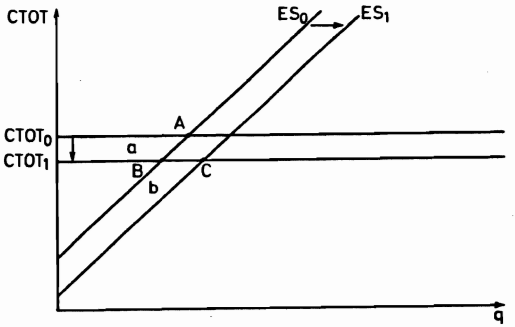
1. Die Agrarsektorpolitik soll die "food crops" fördern gegenüber den "export crops".

2. Die Wirtschaftspolitik ist generell binnenorientiert zu gestalten, da sinkende Terms of Trade abnehmende Gewinne aus der internationalen Arbeitsteilung bedeuten.

Beide Argumente sind nicht haltbar. Zum ersten Argument hat Übersicht 1 gezeigt, daß seit 1948 keine Verschlechterung der Commodity Terms of Trade typischer Agrarexportgüter gegenüber Getreide, dem typischen Agrarimportgut, erfolgt ist. Einzelne Gruppen der Agrarexportgüter haben in der Phase 1967-86 sogar eine signifikante Verbesserung der Commodity Terms of Trade gegenüber Getreide erfahren.

Das zweite Argument ist nicht haltbar, weil die Commodity Terms of Trade nur eine Determinante der Wohlstandsposition eines Landes im Außenhandelsbereich darstellen (SCANDIZZO/DIAKOSAWAS, 1987, S.104ff). Will man auf Änderungen der Wohlstandsposition schließen, ist die Entwicklung aller Determinanten zu berücksichtigen. Insbesondere muß der technische Fortschritt im einzelnen Entwicklungsland zusätzlich beachtet werden. Das Argument läßt sich anhand von Schaubild 1 zeigen. Nehmen wir an, ein kleines Land exportiere ein Agrargut, dessen Commodity Terms of Trade von $CTOT_O$ in der Ausgangssituation auf $CTOT_1$ sinken. Der Grund für den Rückgang der Commodity Terms of Trade seien technische Fortschritte in der Produktion des Agrargutes bei den übrigen Exporteuren. Wenn nun das betrachtete Land nicht auf dem heimischen Markt interveniert und die nationalen Preise nicht von den internationalen Preisen abgekoppelt werden, können die Wohlstandswirkungen der verschlechterten Terms of Trade mit dem Marshallschen Rentenkonzept am Exportmarkt erfaßt werden (JUST/HUETH/SCHMITZ, 1982, S. 164ff). Der Wohlstand des Landes verschlechtert sich um die Fläche a als Folge sinkender Commodity Terms of Trade. Technische Fortschritte im Rest der Welt bewirken also ceteris paribus eine Wohlstandsminderung im einzelnen Entwicklungsland. Dieser Wohlstandsverlust kann allerdings durch Wohlstandsgewinne überkompensiert werden, die auf technische Fortschritte im Land zurückgehen. Wenn technischer Fortschritt die Exportangebotsfunktion von ES_O auf ES_1 verschiebt, steigt im Fall des kleinen Landes der Wohlstand um die Fläche b. Ist b größer als a, so kann das Land offenbar trotz verschlechterter Commodity Terms of Trade zunehmende Wohlstandsgewinne aus dem Außenhandel realisieren.

Schaubild 1: Technischer Fortschritt, sinkende Commodity Terms of Trade und Wohlstandsänderungen im Außenhandel des kleinen Landes



Unmittelbare Politikfolgerungen aus sinkenden Commodity Terms of Trade sind aber aus zwei weiteren Gründen problematisch:

1. Sinkende Commodity Terms of Trade sind allein noch kein Grund für wirtschaftspolitische Eingriffe. Wenn sich Preisverhältnisse als Folge von Marktkräften ändern, wird dies Faktorwanderungen zu den Sektoren in Gang setzen, deren relative Preise sich verbessern. Eine Verstärkung oder Beschleunigung dieses Prozesses verursacht Wohlstandsverluste, da auf die Vorteile der internationalen Arbeitsteilung verzichtet wird.

2. Verschlechterte Commodity Terms of Trade auf den Weltmärkten sind nicht notwendigerweise dafür verantwortlich, daß sich die Kaufkraft eines Landes aus dem Agrarexport verschlechtert. Oft werden die heimischen Commodity Terms of Trade durch nationale Politiken stärker zuungunsten des Agrarsektors verändert, als es unter Weltmarktbedingungen der Fall wäre (KRUEGER, SCHIFF, VALDÉS, 1988). Hier würde eine Öffnung der Märkte einen Wohlstandsgewinn verursachen.

5 Zusammenfassung

In diesem Beitrag ist diskutiert worden, wie sich die Terms of Trade bei Agrarhandelsgütern der Entwicklungsländer seit 1948 verändert haben und welche Folgerungen hieraus für Agrarsektorpolitiken der Entwicklungsländer zu ziehen sind. Drei zentrale Ergebnisse lassen sich hervorheben:

1. Der empirische Befund zeigte eine Verschlechterung der Commodity Terms of Trade aller Agrarexportgüter der Entwicklungsländer gegenüber Industriegüterimporten um durchschnittlich 1,3 vH pro Jahr. Dies kann als Bestätigung der Prebisch/Singer-These angesehen werden. Sehr viel differenziertere Ergebnisse liegen vor, wenn man nach Produkten und Ländern disaggregiert und Meßkonzepte verwendet, in die der technische Fortschritt stärker eingeht.

2. Aus sinkenden Commodity Terms of Trade folgt nicht, daß sich Entwicklungsländer nicht auf Agrarexportgüter spezialisieren sollten. Ist der technische Fortschritt auf nationaler Ebene hinreichend groß, kann eine zunehmende Spezialisierung auf Agrarexportgüter aus nationaler Sicht sinnvoll sein.

3. Aus der Kenntnis langfristig sinkender Commodity Terms of Trade lassen sich keine wirtschaftspolitischen Maßnahmen direkt ableiten. Es müßten andere Argumente hinzukommen, die ein Marktversagen begründen und hier nicht untersucht wurden. Ein solches Argument könnte die hohe Instabilität der Terms of Trade betreffen (vgl. hierzu SCHMITZ, 1984 und HERRMANN, BURGER, SMIT, 1989).

Literaturverzeichnis

FAO (a): Trade Yearbook. - Rome, versch. Jgg.

FAO (b): Production Yearbook. - Rome, versch. Jgg.

GRILLI, E.R. und YANG, M.-C.: Primary Commodity Prices, Manufactured Goods Prices, and the Terms of Trade of Developing Countries: What the Long Run Shows. - The World Bank Economic Review Vol. 2 (1988), O.O., S. 1-47.

HERRMANN, R., BURGER, K. und SMIT, H.P.: Commodity Policy: Price Stabilization versus Financing. - In: WINTERS, L.A. und SAPSFORD, D. (Hrsg.): Primary Commodity Prices: Economic Models and Economic Policy. Procceding of the Conference at the Centre for Economic Policy Research. London 1989, 16-17 March, im Druck.

JUST, R.E., HUETH, D.L. und SCHMITZ, A.: Applied Welfare Economics and Public Policy. Englewood Cliffs 1982, N.J.

KRUEGER, A.O., SCHIFF, M.W. und VALDÉS, A.: Agricultural Incentives in Developing Countries: Measuring the Effect of Sectoral and Economywide Policies. - The World Bank Economic Review, Vol. 2 (1988), No. 3, S. 255-271.

PREBISCH, R.: The Economic Development of Latin America and its Principal Problems. - United Nations, Department of Economic Affairs, Lake Success. New York 1950.

SAPSFORD, D.: The Long-run Behaviour of the Net Barter Terms of Trade Between Primary Commodities and Manufactured Goods. - In: SINGER, H., HATTI, N. und TANDON, R. (Hrsg.): International Commodity Policy. Part II. New Dehli 1987, S. 661-677.

SCHMITZ, A.: Commodity Price Stabilization. The Theory and its Applications. - World Bank Staff Working Papers, No. 668. Washington, D.C., 1984.

SCANDIZZO, P.L. und DIAKOSAWAS, D.: Instability in the Terms of Trade of Primary Commodities, 1900-1982. - FAO Economic and Social Development Paper, No. 64. Rome 1987.

SINGER, H.W.: The Distribution of Gains Between Investing and Borrowing Countries. - The American Economic Review, Vol. XL (1959), No. 2, S. 473-485.

SPRAOS, J.: Deteriorating Terms of Trade and Beyond. - In: SINGER, H., HATTI, N. und TANDON, R. (Hrsg.): International Commodity Policy. Part II. New Delhi 1987, S. 678-707.

World Bank: Commodity Trade and Price Trends, 1987-88 Edition. - Baltimore, London 1988.

CHANCEN UND GRENZEN DES TECHNISCHEN FORTSCHRITTS IN DER LANDWIRTSCHAFT ZUR REDUZIERUNG DER ARMUT IN ENTWICKLUNGSLÄNDERN

von

J. von BRAUN, Washington, D.C.

1 Hintergrund und Problemstellung

Ziel dieses Beitrages ist das Aufzeigen der Notwendigkeit fortdauernder Förderung des technischen Fortschritts (TF) in der Landwirtschaft der Entwicklungsländer sowie der Möglichkeiten und Grenzen des gezielten Einsatzes des TF zur Armutsbekämpfung[1]. Dabei wird eine breite Sichtweise dessen was sich hinter TF verbirgt wird, gewählt.

TF impliziert Erhöhung der Faktorproduktivität. Das (neo-)klassische "Residuum", das über Faktoreinsatzveränderungen hinaus das Produktionswachstum erklärt, ist allerdings nicht nur auf TF zurückzuführen (HARBERGER, 1983). Andere Einflüsse sind Verbesserung des Humankapitals, Re-Allokation von Ressourcen vom Einsatz in Aktivitäten niedriger Produktivität in solche höherer Produktivität durch Faktormarktentwicklung oder Reduzierung von Preisverzerrungen, sowie die Nutzung von Skaleneffekten.

Die direkten und indirekten Beziehungen zwischen TF und Armut in verschiedenen Bevölkerungsgruppen (z.B. Landlose Arbeiter, Arme im Dienstleistungssektor, Kleinbauern etc.) sind so unterschiedlich wie Armut und TF heterogen sind. Die Armutswirkungen des technischen Fortschritts bleiben ein höchst komplexes, standortbezogenes empirisches Problem zu dessen Klärung die Theorie des TF nur sehr grobe Aussagen zuläßt. HAYAMI/RUTTANS (1971) Postulat zufolge wird Tempo und Richtung des TF durch die Faktorpreisrelationen induziert. D.h., Bauern und Institutionen werden durch die Faktorpreisrelationen zur Suche nach solchen technologischen Optionen angeregt, die Ersparnisse des jeweils relativ knapper werdenden Faktors erlauben. Die "induced technical and institutional change"-Hypothese besagt damit implizit, daß sich Verzerrungen in (Faktor-) Preisrelationen auf den TF auswirken und damit langfristige negative Konsequenzen für die allokative Effizienz haben. Sie impliziert aber keine eindeutigen Konsequenzen für Verteilungseffekte und die Armutsentwicklung.

Angesichts zunehmender Lohneinkommensanteile in der Armutsbevölkerung kommt dem Beschäftigungseffekt des TF, neben den Lohn- und Preiseffekten, eine Schlüsselrolle für seine Armutswirkungen zu. Die direkten Einkommenseffekte des TF für die landwirtschaftlichen Haushalte treten demgegenüber zumindest in dicht besiedelten ländlichen Regionen zunehmend zurück. Während es offensichtlich ist, daß angesichts von sich zunehmend verknappenden potentiellen landwirtschaftlichen Nutzflächen in Entwicklungsländern der TF in Richtung gesteigerter Flächenerträge induziert wird - die

1) Wenn in diesem Beitrag von Armut die Rede ist so ist damit absolute Armut im Sinne eines Einkommensniveaus gemeint, das nicht für ausreichende Ernährung und andere Grundbedürfnisse genügt.

Existenz des internationalen Systems der Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR) ist in diesem Sinne als "induced institutional change" zu verstehen - hängt es von den Arbeits/Kapital-Preisrelationen ab inwieweit der TF beschäftigungsexpandierend wirken wird. Vielfältige Verzerrungen gerade auf den Kapitalmärkten sind eher der Normalfall (vgl. BINSWANGER, 1978). Verzerrte Preisrelationen, selbst schon das Ergebnis des Geschehens am "Politik-Markt", können zu Innovationen führen, die Fehlentwicklungen in Allokation und Verteilung noch verstärken.

In der jüngeren Entwicklungsforschung ist umfassend über Szenarien gearbeitet worden, bei denen Teile der Armutsbevölkerung als Verlierer des TF dastehen. Als Grundprobleme haben sich dabei gezeigt: die potentiellen Armutseffekte der "Tretmühle"; die verhinderte TF-Adoption an bestimmten Standorten aufgrund von Umwelt- oder institutionellen Charakteristiken, oder Betriebsstrukturen (LIPTON und LONGHURST, 1988); erhöhte Produktionsinstabilität und den sich daraus für arme Produzenten und Konsumenten ergebende Probleme (SAHN und von BRAUN, 1987); Verdrängung von Pächtern und andere negative Verteilungseffekte am Bodenmarkt (KUHNEN, 1982); schließlich auch perverse Politik, (z.B. wenn TF zur Bindung von Kapital von Kleinbauern geführt hat, und dies dann für "Produktion unter Aufsicht" und Zwangsabgabeauflagen mißbraucht wird). Die meisten dieser Szenarien sind durch Politikmaßnahmen zu korrigieren oder zu kompensieren. Eine Diskussion der Möglichkeiten und Grenzen des TF kann sich aber von der Realität des "Politikversagens" nicht freimachen.

2 Notwendigkeit fortdauernder technischer Fortschritte: Trendentwicklungen und Armutsbezug

Die anhaltende Notwendigkeit rascher TF-Entwicklung in der Agrarproduktion ergibt sich zum einen aus dem latenten Wachstum der Nachfrage nach Grundnahrungsmitteln in den Entwicklungsländern und zum anderen aus der zentralen Funktion des TF für Wachstum und Entwicklung. Auf diese beiden Gesichtspunkte, die die Notwendigkeit fortdauernder TFe bestimmen, wird im folgenden eingegangen.

2.1 Trends in Produktion und Nachfrage

Trendprojektionen des Getreide und Grundnahrungsmittelverbrauchs für Nahrung und Futtermittel in den Entwicklungsländern indizieren bei konservativen Annahmen über Bevölkerungs- und Einkommenswachstum eine Wachstumsrate von 2,7 % bis zum Jahr 2000 (PAULINO, 1986). Die Wachstumsrate wird zunehmend vom Futtermittelverbrauch bestimmt. Die tatsächliche Wachstumsrate der Getreideproduktion in den Entwicklungsländern lag zwischen 1980 und 1989 gerade noch auf diesem Niveau (2,67 %, The Courier, 1989). Damit hat sich das Produktionswachstum bei Nahrungsmitteln weiter der effektiven Nachfrageentwicklung angepaßt, die nach wie vor unter dem tatsächlichen Durchschnittsbedarf für adäquate Ernährung in zahlreichen Entwicklungsländern liegt (bei erheblich höheren Defiziten in den untersten Einkommensgruppen).

Das Produktionswachstum lag im Durchschnitt der 70er Jahre noch bei 2,9 und in den 60er Jahre bei 3,6 % pro Jahr. Ein rasch ansteigender Anteil der Produktion muß aus Ertragssteigerungen resultieren und kann kaum mehr aus Flächenexpansion kommen. Die Tendenz dazu hat sich am weitestgehenden in Asien vollzogen, ist aber auch in allen anderen Regionen, einschließlich in Afrika, schon in den 70er Jahren zu sehen. Insgesamt hat Flächenausweitung im vergangenen Jahrzehnt nur noch zu 20 % zum Produktionswachstum beigetragen.

Vermutlich könnte der sich erhöhende Importbedarf der Entwicklungsländer technisch aus Produktion der Industrieländer gedeckt werden. Weder die Zahlungsbilanzsituation der Entwicklungsländer noch die Zuverlässigkeit und das Ausmaß der Nahrungsmittelhilfe lassen dies aber wünschenswert erscheinen, ganz abgesehen von Implikationen hinsichtlich politischer Abhängigkeiten.

2.2 Wachstum und Gleichgewichtseffekte

Ein wichtiges Argument für forcierten TF in der Landwirtschaft der Entwicklungsländer ist aber nicht nur der direkte Angebotseffekt, sondern seine indirekt wirkenden, wachstumsfördernden und die Armut reduzierenden Potentiale. Förderung des TF in Entwicklungsländern, als Motor zur landwirtschaftlichen Wachstumsförderung, bleibt in erheblich höherem Maße als in den Industrieländern eine öffentliche Aufgabe.

Die Umsetzung von latenter in effektive Nachfrage der Armen wird von der Art des TF in der Landwirtschaft maßgeblich beeinflußt. Ein allgemein hohes Niveau an Nahrungsmittelverfügbarkeit ist notwendig, aber nicht hinreichende Bedingung für gesicherte Ernährungslage der Armutsbevölkerung. Wenn der landwirtschaftliche Entwicklungsprozeß nicht dazu beiträgt die ländliche Bevölkerung in starkem Maße in produktive Beschäftigung einzubeziehen, wird es trotz wachsender Nahrungsproduktion viele Haushalte geben, die aufgrund von Kaufkraftschwäche unzureichenden Zugang zu Nahrung haben. "Thus, there is a need to be concerned simultaneously with the rate of increase in food production and the means to increase production" (MELLOR und JOHNSTON, 1984, S. 532). TF, der direkt und indirekt auf Armutsreduzierung hinwirkt, muß somit möglichst simultan Beschäftigung expandieren und die Arbeitsproduktivität erhöhen.

Gleichgewichtseffekte des TF sind komplex und können sich positiv oder negativ auf die Armut auswirken. Besonders wichtig für das Ergebnis sind die Reaktionsweisen im Außenhandel und auf dem Arbeitsmarkt: Wenn TF zu Angebotsausweitung in der Nahrungsproduktion führt, können die preissenkenden Effekte selbst bei beschäftigungsneutralem TF deutlich positiv für die Netto-Zukäufer sein - was die Armen ganz überwiegend sind - es sei denn, die inländische Angebotsausweitung wird ausschließlich zur Importsubstitution genutzt, wie das im Fall Indiens weitgehend der Fall war. Da sich preissenkende Effekte steigernd auf die Reallöhne auswirken, wird es als elastische Reaktion darauf zu steigendem Arbeitsangebot der Lohnarbeiter kommen, die eine große Teilgruppe der Armen stellen, was dann schließlich wieder die Löhne unter Druck bringen wird. Damit kann, bei elastisch reagierendem Arbeitsangebot, der Gleichgewichtseffekt der Preissenkungswirkung des TF vor allem die Beschäftiger der Lohnarbeiter zu

Nutznießern machen und nicht "die Konsumenten" LIPTON und LONGHURST, 1988). Andere Gleichgewichtseffekte ergeben sich aus "foreward / backward linkages", bzw. deren Multiplikatoreffekten, wobei die aus Verarbeitung und Einkommen/Konsum resultierenden Multiplikatoren sich anscheinend besonders stark auf die Beschäftigung der Armutsbevölkerung auswirken (HAZELL und ROELL, 1983).

Der Fall Indien's verdeutlicht die Notwendigkeit fortdauernder TF, aber auch, daß selbst beachtliche inländische Produktionssteigerung allein nicht schon zur Armutsbeseitigung führt. Im untersten Einkommensquartil auf dem Lande sind Einkommen und Getreidekonsum nur marginal angestiegen, während der Konsum im untersten Quartil in den städtischen Haushalten etwas gesunken ist. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Getreide war 1983 auf dem gleichen Niveau wie Anfang der 60er Jahre (167 kg, SARMA und GANDHI, 1989). Indien hat sich von einem großen Getreideimporteur und größten Nahrungsmittelhilfebezieher in den 60er Jahren zum Selbstversorger entwickelt. Dies geschah allerdings, ohne den Nahrungskonsum der untersten Einkommensschichten maßgeblich zu erhöhen.

3 Nutzung des technischen Fortschritts zur Reduzierung der Armut

3.1 Saatgut, Dünger, Bewässerung: Komplementaritäten im Paket

TF hat sich in den vergangenen Jahrzehnten besonders in der Entwicklung und Verbreitung von verbessertem genetischen Material (insbesondere für Weizen und Reis) gezeigt, die vor allem in Asien und Lateinamerika zu den bekannten Erfolgen führten. Die hochertragreichen Weizensorten haben inzwischen einen Anteil von ca. 80 % in Süd- und Südost-Asien (DALRYMPLE, 1986). Bei Reis liegen die Adoptionsraten um 50 %, während sie in Lateinamerika (ohne Brasilien) bei 70 % liegen (DALRYMPLE, 1986). Obwohl die Saatgutentwicklung eine entscheidende Rolle gespielt hat und im Zuge neuer (Bio-) Technologien möglicherweise eine noch größere Rolle spielen wird, kann sie nicht isoliert, sondern nur im Kontext der komplementären Expansion des Mineraldüngereinsatzes, der Bewässerung und institutioneller Entwicklungen beurteilt werden.

Die Effekte der Saatgut/Dünger/Bewässerungs-Technologie in Verbindung mit den sie forcierenden Beratungs- und Forschungssystemen, sind wegen der Komplementaritäten kaum adequat auf partielle Wirkungen der Einzelbestandteile des Pakets zurückzuführen. In entsprechenden Analysen zu den partiellen Produktionseffekten für Reis in Asien, z.B. von HERDT und CAPULE (1983), verbleibt ein Residuum, das sich aus den Komplementaritäten ergibt, das allein ebensogroß wie der Saatguteffekt oder der Düngereffekt ist.

Noch komplexer als die partiellen Produktionseffekte der Komponenten des Pakets zu isolieren, ist es die Armutswirkungen des Technologiepakets auf seine Einzelkomponenten zurückzuführen. Letztendlich ist TF ein (wichtiger) Teilaspekt der landwirtschaftlichen Modernisierung in Entwicklungsländern. Neben der Ausweitung des Angebots an und der Nachfrage nach Technologie spielen Entwicklung der Infrastruktur zu verbes-

serter Marktintegration, Investition in Humankapital, der demographische Übergang, u.a.m. komplementäre Rollen für den landwirtschaftlichen Modernisierungsprozeß. "Technology clearly plays a major role in agricultural modernisation, but the process cannot be understood solely in terms of technology. It must be considered in terms of the interaction of technology with a number of social and economic factors" (NERLOVE, 1988, S. 12).

Vor diesem Hintergrund macht es Sinn, Armutseffekte des TF im Kontext des von ihm maßgeblich - aber nicht allein - ausgelösten Entwicklungsprozesses zu untersuchen. Eine entsprechende umfassende Untersuchung von HOSSAIN (1988) zu den Armutseffekten der Saatgut/Dünger/Bewässerungstechnologie in Bangladesch zeigt, daß Dörfer, die über das Paket in erheblichem Maße verfügen, (d.h. in diesem Falle ca. 6/10 der Anbaufläche unter neuen Reissorten, sonst aber vergleichbare Strukturen haben), 40 % höhere Pro-Kopf-Einkommen hatten, als Dörfer der Vergleichsstichprobe (die nur ca. 1/10 der Fläche unter den neuen Sorten hatte). Der relative Einkommenszuwachs unter den Bauern war in der Gruppe der großen Betriebe (über 5 acre) am höchsten (45 %), ebenso hoch aber auch in der Gruppe der Landlosen (46 %), während die Einkommenszuwächse in den kleinen und mittleren Betrieben nur um 15 % lagen. Besonders signifikant ist der um die Hälfte geringere Anteil der absolut Armen in den entwickelteren Dörfern im Vergleich zu den anderen Dörfern (28 gegenüber 54 %; HOSSAIN, 1988, S. 130).

3.2 TF in "cash crops": komplementär zu Subsistenz

TF in der Landwirtschaft der Entwicklungsländer erstreckt sich keineswegs nur auf die Getreideproduktion. Insbesondere in der Kolonialzeit ist mehr in TF für die Exportfrüchte investiert worden, als in TF für Grundnahrungsmittel. Die beiden Produktgruppen sind zumeist als in strenger Konkurrenz stehend und forcierter TF in "cash crops" eher als armutsverstärkend gesehen worden. Eine Untersuchung an 78 Entwicklungsländern für den Zeitraum 1968-82 zeigt aber, daß Wachstum in der "cash crop"-Produktion und Wachstum in der Grundnahrungsmittelproduktion positiv korreliert sind (von BRAUN und KENNEDY, 1986). D.h. Länder waren entweder erfolgreich in der Förderung des landwirtschaftlichen Wachstums in beiden Sub-Sektoren oder versagten in beiden. Dies ist naheliegend, da z.B. Inputversorgung, Kreditsysteme und Vermarktungsinfrastruktur für zahlreiche "cash crops" auch der Produktion von Grundnahrungsmitteln zugute kommt. Die meisten Länder, in denen im o.g. Untersuchungszeitraum sowohl die "cash crop" als auch die Grundnahrungsmittelproduktion zurückfiel, waren in der untersten Einkommensgruppe und in Afrika.

Komplementäre Effekte zwischen "cash crop"-Expansion und Subsistenzproduktion zeigten sich auch auf der Betriebs-Haushaltsebene in detaillierten Analysen in einer Reihe von Studien an sehr unterschiedlichen Standorten in Afrika, Lateinamerika und Asien. Die Rückkopplungseffekte von der Kommerzialisierung zur Nachfrage nach TF in der Subsistenzproduktion sind allerdings nicht nur technologischer Art, sondern ergeben sich zum Teil aus Marktrisiken und -unvollkommenheiten und der Reaktion der Haushalte darauf. Betriebshaushalte, die durch neu eröffnete Verarbeitungs- oder Vermarktungs-

wege die Option zu gesteigerter "cash crop"-Produktion hatten, nahmen diese jeweils nicht voll in Anspruch, selbst bei sehr viel höherer Durchschnittsentlohnung knapper Faktoren. Die verbreitete Strategie der Haushalte ist vielmehr, einen erheblichen Flächenanteil in der Subsistenzproduktion zu belassen und auf dieser Fläche die Produktivität in der Nahrungsproduktion zu steigern. In Guatemala beispielsweise erhöhten Betriebe, die Exportgemüseproduktion aufnahmen (Durchschnittsgröße 0,7 ha), ihre Maiserträge durch verbesserte Anbaupraktiken um 30 % und behielten damit, trotz Anbaues des Exportgemüses auf ca. 30 % ihrer Fläche, ihren Selbstversorgungsgrad bei (von BRAUN, HOTCHKISS, IMMINK, 1989). Diese Verhaltensweise läßt sich mit dem bestehenden Marktrisiko auf den Getreide-, "cash crop"- und Arbeitsmärkten sowie dem weitgehenden Fehlen von ländlichen Finanz- und Versicherungsmärkten erklären. Die Option der "cash crop"-Produktion mit höherer Entlohnung der Arbeit in solchem, für Entwicklungsländer typischen, Marktumfeld führt zur Steigerung der Nachfrage nach TF um die Subsistenz zu sichern. Die Opportunitätskosten der eigenen Maisproduktion im Beispiel in Guatemala sind nach Öffnung des Exportkanals für Gemüse von 0,12 $/kg auf 0,25 gestiegen. Die "Versicherungsprämie", die implizit durch das Festhalten an der Subsistenzproduktion (statt voller Marktintegration) gezahlt wird, erhöht sich also, im Zuge der Kommerzialisierung. Sie kann aber durch TF gesenkt werden.

Diese Situation und Verhaltensweise impliziert für die Politik: Solange die Situation der genannten Marktvollkommenheiten besteht ist forcierter TF in der Grundnahrungsmittelproduktion eine förderungswürdige "Second Best"-Lösung zur Nutzung der positiven Effekte der Kommerzialisierung, denn ohne TF in der Grundnahrungsmittelproduktion bleiben die Adoptionsraten bei den "cash crops" niedriger und Spezialisierungsgewinne werden nicht realisiert. Beschleunigung der Adoptionsraten unter den kleinen Betrieben, unter Beachtung potentieller Risiken, bleibt eine Kernfunktion von armutsorientierten Beratungsinstitutionen.

3.3 Gezielter Einsatz des TF zur Armutsbekämpfung

Grundsätzlich erscheint der Einsatz des TF zur Verfolgung insbesondere kurzfristiger sozialpolitischer Ziele kaum effiziente Mittelwahl. Wenn alternative Instrumente des Einkommenstransfers aber aufgrund von institutionellen Defiziten nicht einsatzfähig sind, wird dem TF aber implizit oder explizit oft auch eine sozialpolitische Rolle zugedacht.

Eine Reihe von zielgruppenorientierter Ansätzen zur Armutsbekämpfung sind in der Tat angewandt oder zumindest versucht worden. Dazu zählen:

1. Konzentration der TF-Förderung auf Regionen, in denen die Armutsbevölkerung einen hohen Anteil hat (dies ist nicht gleichzusetzen mit TF-Förderung für marginale Standorte mit niedriger Flächenproduktivität);

2. Konzentration der TF-Förderung auf Nahrungsprodukte, die im Warenkorb der Armen einen hohen Anteil haben, um durch preissenkende Effekte die Realeinkommen der Armen zu steigern (dies ist eine Teil-Strategie der Internationalen Agrarforschung);

3. Konzentration der TF-Förderung auf P r o d u k t e oder Produktionsprozesse, die entweder beschäftigungswirksam für die Armen sind oder aufgrund ihrer Skaleneffekte vorwiegend für die kleineren Betriebe in Frage kommen (viele Aktivitäten im Bereich der Suche nach "angepaßten" Technologien verfolgen diesen Weg);

4. R a t i o n i e r u n g des TF oder Konzentration der TF-Förderung auf spezifische Gruppen von Armutshaushalten oder Personengruppen innerhalb der Haushalte (z.B. rationierte Verteilung des Bewässerungs-, Saatgut-, Düngerpaketes; Technologie für Frauen).

4 Folgerungen

Alle vier oben genannten Ansätze des Einsatzes des TF zur gezielten Armutsbekämpfung haben ihre Möglichkeiten und Grenzen, die zumeist recht standortspezifisch sind. Sie können hier nicht im Detail erörtert werden. Sozialökonomische Forschung kann im Rahmen erweiterter Forschung zum Adoptionsproblem von TF zur Klärung der Grenzen und Möglichkeiten des TF zur gezielten Armutsreduzierung beitragen.

Die ökonomische Beurteilung der Effektivität der Nutzung des TF zur Armutsverminderung erfordert die Einbeziehung von alternativen kurz- und langfristig wirkenden Instrumenten. Dazu zählen Nahrungs- oder "cash"-transfer Programme, Beschäftigungsprogramme, Infrastrukturförderung, etc. Neue (Bio-)Technologien können theoretisch die Möglichkeit eröffnen, noch spezifischer auf Zielgruppen orientierten TF zu entwickeln. Die Grenze einer solchen Strategie müssen aber in Betracht gezogen bleiben und die genannten Alternativen dürfen nicht außer Betracht bleiben.

Grundprobleme bei der Abwägung von Alternativen sind die Komplexität des Armutsphänomens und die Kosten der TF-Steuerung. Gezielter Einsatz von TF zur Armutsbekämpfung setzt fundierte Analyse des Armutsproblems voraus, d.h. seiner Struktur, Ursachen und Dynamik. Gesteuerte Entwicklung und gesteuerter Einsatz des TF verursachen Kosten, wobei der entgangene Nutzen von Fortschritten, der mit den eingesetzten Ressourcen anderweitig hätte erzielt werden können, zwar eine hypothetische und kaum zu ermittelnde, aber dennoch wohl existierende Größe ist.

Literaturverzeichnis

BINSWANGER, H.: The economics of tractorization in South Asia. - Washington, D.C., 1978.

BRAUN, J. von und KENNEDY, E.: Commercialization of subsistence agriculture: Income and nutritional effects in developing countries. - IFPRI, Working Papers on Commercialization of Agriculture and Nutrition, No. 1. Washington, D.C., 1986.

BRAUN, J. von, HOTCHKISS, D. und IMMINK, M.: Nontraditional export crops in Guatemala: Effects on production, income and nutrition. - IFPRI, Research Report, No. 73. Washington, D.C., 1989.

The Courier: Africa-Caribbean-Pacific-European Community. No. 114, (March-April).

DALRYMPLE, D.: Development and spread of high-yielding wheat varieties in developing countries. - Washington, D.C., 1986.

DALRYMPLE, D.: Development and spread of high-yieldings rice varieties in developing countries. - Washington, D.C., 1986.

HARBERGER, A.C.: The cost benefit approach to development economics. - World Development, Vol. 2, No. 10, S. 864-866.

HAYAMI, Y. und RUTTAN, V.: Agricultural development: An international perspective. - Baltimore, 1971.

HAZELL, P. und ROELL, A.: Rural growth linkages: Household expenditure patterns in Malaysia and Nigeria. - IFPRI: Research Report, No. 41. Washington, D.C., 1983.

HERDT, W. und CAPULE, C.: Adoption, spread, and production impact of modern rice varieties in Asia. - Los Banos, IRRI, 1983.

HOSSAIN, M.: Nature and impact of the green revolution in Bangladesh. - IFPRI, Research Report No. 67. Washington, D.C., 1988.

KUHNEN, F.: Man and land. - Saarbrücken 1982.

LIPTON, M. und LONGHURST, R.: New seeds and poor people. - London 1988.

MELLOR, J. und JOHNSTON, B.: The world food equation: Interrelations among development, employment and food consumption. - Journal of Economic Literature, Vol. 22.

NERLOVE, M.: Modernizing traditional agriculture. - International Centre for Economic Growth, occasional papers No. 16, 1988.

SAHN, D. und BRAUN, J. von: The relationships between food production and consumption variability: Policy implications for developing countries. - Journal of Agricultural Economics, Vol. 38, No. 2, May 1987.

SARMA, J.S. und GANDHI, V.P.: From significant imports to relative self-sufficiency: A study of growth in food grain production and consumption in India with scenarios for the year 2000. - IFPRI. Washington, D.C., 1989 (mimeo).

ENTSCHEIDUNGSFINDUNG IM SYSTEM DER INTERNATIONALEN AGRARFORSCHUNGSINSTITUTE

von

D. KIRSCHKE, Berlin

1 Einleitung

Der vorliegende Aufsatz befaßt sich mit dem Problem der Entscheidungsfindung im System der Internationalen Agrarforschungsinstitute, die in der Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) zusammengeschlossen sind[1]. Zu diskutieren ist, welche Entscheidungen über internationale Agrarforschung in dem System wie getroffen werden. Es schließen sich an eine generelle Erörterung über Probleme der Entscheidungsfindung im Forschungsbereich sowie Anmerkungen zur Rolle der Agrarökonomie.

2 Tatsächliche Entscheidungen im System der Internationalen Agrarforschungsinstitute

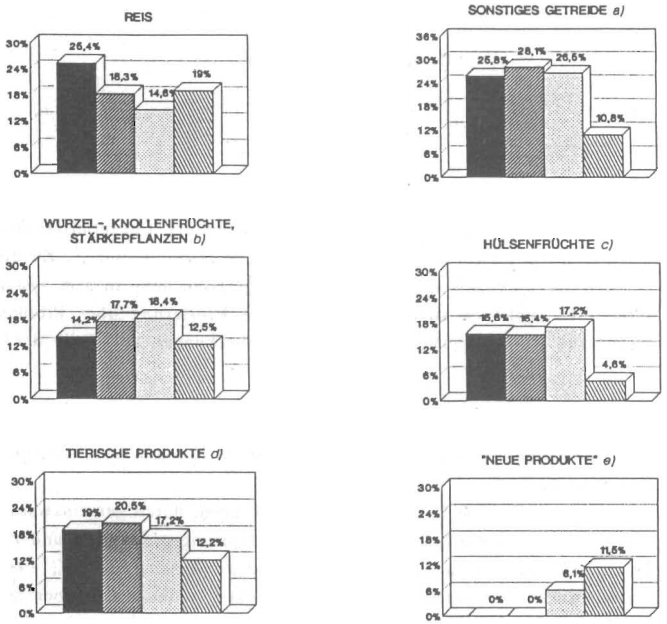
Heute gehören zu dieser Gruppe 13 Forschungseinrichtungen, deren gemeinsames Ziel es ist, durch Forschung einen Beitrag zur Erhöhung der Nahrungsproduktion und zur Verbesserung der Ernährungslage in Entwicklungsländern zu leisten (BAUM, 1986). Die Forschungsanstrengungen konzentrieren sich auf Produkte, widmen sich aber auch den Rahmenbedingungen: Landwirtschaftliche Betriebssysteme, Politik, nationale Agrarforschung.

Entscheidungen über Forschungsaktivitäten schlagen sich letztlich in Finanzierungszahlen nieder. Die produktorientierte Forschung erhielt 1983 etwa die Hälfte des Finanzvolumens der Gruppe (KIRSCHKE, 1986). In dem Schaubild 1 wird die Aufteilung auf wichtige Produkte und Produktgruppen aufgezeigt und dem Produktionswert gegenübergestellt. Künftig soll eine Änderung in der Finanzierung erfolgen, die ebenfalls im Schaubild 1 skizziert wird. Generell soll der Ausgabenanteil für die Getreideforschung und hier vor allem Reis reduziert werden. Sollten künftig erhöhte Finanzmittel zur Verfügung stehen, so wird der Einbezug tropischer Gemüse, der Kokosnuß sowie der Fischwirtschaft in die Forschungsaktivitäten der Gruppe empfohlen.

Wie nun kommen Entscheidungen über die Finanzausstattung und die Weiterentwicklung der Gruppe zustande? Die Consultative Group selbst[2] dient eher der Information und Entscheidungskoordination als der konkreten gemeinsamen Entscheidungsfindung. Entscheidungen werden gemeinsam allenfalls über Sollwerte getroffen, über die Ziele der Gruppe, Prioritäten bei der Finanzierung sowie das angestrebte gesamte Finanzvolumen. Hier gilt das typische "Bargaining"-Verfahren internationaler Entscheidungsfindung: man

1) Eine ausführliche Darstellung findet sich bei KIRSCHKE, 1989.
2) Zu den 39 Geberinstitutionen der CGIAR im Jahre 1988 zählen 25 Länder, 3 Stiftungen und 11 internationale Institutionen (CGIAR, 1989).

Schaubild 1: Aufteilung der produktorientierten Forschungsausgaben im CGIAR-System



Tatsächliche Ausgabenanteile 1983 (Gesamtvolumen: 92,9 Mill US$)

TAC-Empfehlung bei gegebenem realen Finanzvolumen wie 1983

TAC-Empfehlung bei einem gegenüber 1983 um 25% erhöhten realen Finanzvolumen

Produktionswertanteile 1979/81, umfaßt 90 Entwicklungsländer gemäß der FAO-Studie "Agriculture Toward 2000" einschließlich China

a) Weizen, Mais, Gerste, Hirse. b) Maniok, Kartoffel, Süßkartoffel, Yam, Cocoyam, Banane. c) Kichererbse, Kuherbse, Fababohne, Ackerbohne, Erdnuß, Linse, Straucherbse, Sojabohne. d) Wiederkäuer. e) tropische Gemüse, Kokosnuß, Aquakultur.

Quelle: TAC (1986).

kommt zusammen, informiert sich, diskutiert, und fällt Entscheidungen in einer Art Ad Hoc-Mehrheitsabstimmung. Über Istwerte wird hingegen nicht entschieden: die konkrete Finanzierungsentscheidung obliegt den einzelnen Geberinstitutionen. Beraten wird die Gruppe von dem Technical Advisory Committee (TAC), dem "wissenschaftlichen Beirat", mit Sitz in Rom bei der FAO. Dem Technical Advisory Committee kommt eine zentrale Rolle bei der Entscheidungsfindung zu: TAC ist federführend in der Frage der Forschungsprioritäten, es ist verantwortlich tätig bei der regelmäßigen externen Über-

prüfung der Forschungsprogramme einzelner Institute, und es überprüft die Budgets der Institute bezüglich der gesetzten Ziele (TAC, 1989a). In der Durchführung dieser Aufgaben verfolgt TAC selbst einen heuristischen Ansatz der Entscheidungsfindung. Entscheidungen werden in einem kollektiven Abstimmungsprozeß festgelegt, wobei als Begründung die kollektive Urteilsfähigkeit hervorgehoben wird (KIRSCHKE, 1986). Man könnte das auch als "condensed wisdom"-Ansatz der Entscheidungsfindung bezeichnen.

Wie sind solche Verfahren der Entscheidungsfindung zu beurteilen? Zunächst einmal könnte man festhalten, daß es im CGIAR-System auf der Sollwert-Ebene - überspitzt ausgedrückt - eigentlich bisher gar nicht viel zu entscheiden gab. Bis in die achtziger Jahre war die Gruppe ein expandierendes System; neue Wunschvorstellungen konnten deshalb den alten Aktivitäten hinzugefügt werden, ohne Finanzierungsprobleme fürchten zu müssen. Zudem konnte man auf die historischen Erfolge der Grünen Revolution verweisen und auf dem in Forscherkreisen weit verbreiteten, klassischen Postulat bauen, daß mehr Forschung immer besser sei als weniger. Entscheidungsfindung im Forschungsbereich wird deshalb manchmal eher als Öffentlichkeitsarbeit denn als Allokationsproblem interpretiert: die eindrucksvolle Publikationsaktivität der Gruppe widerlegt diese These auch für das System der Internationalen Agrarforschungsinstitute zumindest nicht.

Die Entscheidungen über die Finanzierung der Institute, die Istwert-Entscheidungen, werden nach einem anderen Prinzip getroffen. Die Geberinstitutionen entscheiden selbst, in welchem Umfang sie zu den Kernprogrammen beitragen wollen, welche Bindung an spezielle Forschungsprogramme sie evtl. auferlegen, und welche Mittel für Spezialprogramme sie zur Verfügung stellen wollen. Faktisch ist der Entscheidungsspielraum jedoch begrenzt; die Weltbank als "donor of last resort" stellte bislang sicher, daß die von der Gruppe gemeinsam vorgesehene Finanzierung auch erreicht wird. Allerdings wird dieser Ausgleich schwieriger. Die Geberinstitutionen legen offensichtlich zunehmend Wert darauf, unabhängig von der Gruppe über den Ressourcenbeitrag zur internationalen Agrarforschung zu disponieren.

Ende der achtziger Jahre steht das System der Internationalen Agrarforschungsinstitute vor einer Bewährungsprobe. Es stehen erhebliche Entscheidungen über die inhaltliche Ausrichtung des Systems an (GRYSEELS, 1989), die die bisherigen Probleme der Entscheidungsfindung als vergleichsweise gering erscheinen lassen. So gibt es einen direkten Widerspruch zwischen den Forderungen nach einer verstärkten Grundlagenorientierung einerseits und einer besonderen Ausrichtung auf Afrika andererseits (vgl. hierzu JAHNKE, KIRSCHKE, LAGEMANN, 1987). Ebenso wird diskutiert, ob der ökologischen Herausforderung nicht eher ein ressourcenorientierter Forschungsansatz anstelle der Produktorientierung entsprechen würde. Hierzu gehört die Ausweitung des CGIAR-Mandats auf die Forstwirtschaft sowie die Frage, ob das Mandat auch auf andere Internationale Agrarforschungsinstitute ausgeweitet werden sollte, die bislang nicht zur Gruppe gehören. Hierzu gehört auch die Forderung, Forschung verstärkt am Postulat der Nachhaltigkeit auszurichten (vgl. TAC, 1989b). Schließlich muß sich auch die CGIAR der "Efficiency vs. Equity" - Debatte stellen: inwieweit etwa sollen Einkommens- und Beschäftigungseffekte eine Rolle spielen, soll Forschung eher an produktiven oder marginalen Standorten ansetzen?

Diese inhaltlichen Fragen werden überlagert durch Zweifel an der Funktionsweise des Systems. Trotz unbestreitbarer Erfolge der internationalen Agrarforschung (ANDERSON, HERDT, SCOBIE, 1988) hat die Grundidee an Überzeugungskraft verloren. Die Geberinstitutionen sind zu keiner Ausweitung der Finanzierung bereit. Unzufriedenheit herrscht gerade auch über den Prozeß der Entscheidungsfindung im System der Internationalen Agrarforschung. Die Consultative Group selbst ist sehr aktiv mit der Frage beschäftigt, inwieweit eine stärkere Formalisierung des Prozesses der Entscheidungsfindung - insbesondere bei der Prioritätenfrage - sinnvoll ist (TAC, 1987). Doch was ist ein sinnvolles Vorgehen bei der Allokation von Ressourcen im Forschungsbereich?

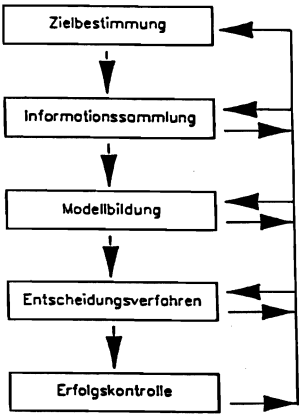
3 Forschungsplanung als komplexes Entscheidungsproblem

Die Planung von Forschung ist ein komplexes Entscheidungsproblem: der Zusammenhang zwischen den Forschungsaktivitäten und den Zielen einer Gesellschaft besteht nur mittelbar und ist unscharf, Forschungsergebnisse sind unsicher und zeitlich schwer zu fassen. Hier ist auf eine Tatsache hinzuweisen, die in Zeiten verbreiteter Planungseuphorie oftmals vergessen wird: auf die prinzipielle Unzulänglichkeit menschlichen Denkens beim Umgang mit komplexen Entscheidungssituationen. In Nachbarwissenschaften wie der Psychologie sind solche Fragen untersucht worden. Die Unzulänglichkeiten menschlichen Denkens sind vielfältig[3)], ihre Ursachen menschlich, interessant aber sind einige typische, resultierende Verhaltensweisen (siehe DÖRNER, 1989): Verbreitet ist eine Art "Reparaturdienstverhalten". Ist die Welt komplex und sind die Ziele diffus, so löst man Probleme, die gerade anstehen, die irgendwie (öffentlich?) besonders wichtig erscheinen, oder diejenigen, für die man zufällig Lösungsmethoden hat. Bei der Analyse von Zusammenhängen fehlt bisweilen der passende Auflösungsgrad: dem einen Extrem der Übervereinfachung mit all ihren Spielarten wie Trendfortschreibung und monokausale oder gar magische Hypothesenbildung steht das andere Extrem der exzessiven Informationssuche und Modellverfeinerung gegenüber. Liegt eine konkrete Entscheidung an, so ist die Verhaltensweise typischerweise abhängig vom Zeitdruck. Ist dieser gering, besteht eine Tendenz zur Entscheidungsvermeidung durch Intensivierung der Entscheidungsvorbereitung; ist der Zeitdruck hingegen hoch, kann es zu Informationsverweigerung und Intuitionsaktionismus kommen.

Natürlich sollen diese Aussagen nicht einfach auf die Entscheidungsfindung im System der Internationalen Agrarforschungsinstitute übertragen werden. Festzuhalten bleibt aber, daß man sich dieser Probleme auch bei der Forschungsplanung bewußt sein muß. Festzustellen ist auch - und hierzu muß man nicht Olson und Downs zitieren -, daß eine bloße Entscheidungsfindung in der Gruppe nicht stets auch zu guten Ergebnissen führt. Was bleibt, ist die Besinnung darauf, daß eine vernünftige Allokation von Ressourcen im Forschungsbereich ein Suchprozeß ist, dessen Elemente aus den Lehrbüchern der Wirtschaftspolitik bekannt sind und die im Schaubild 2 skizziert werden. Es kommt darauf an, den Entscheidungsprozeß selbst sinnvoll zu gestalten und dabei die angespro-

3) Typische Unzulänglichkeiten sind, "daß Ziele nicht konkretisiert werden, daß kontradiktorische Teilziele nicht als kontradiktorisch erkannt werden, daß keine klaren Schwerpunkte gebildet werden, daß die notwendige Modellbildung nur unzureichend oder gar nicht erfolgt, daß Informationen nur einseitig oder unzulänglich gesammelt werden, daß falsche Auffassungen über die Gestalt von Zeitverläufen gebildet werden, daß falsch oder gar nicht geplant wird, daß Fehler nicht korrigiert werden" (DÖRNER, 1989, S. 288).

Schaubild 2: Elemente rationaler Entscheidungsfindung im komplexen Systemen



chenen Probleme zu vermeiden. Welche Hilfsmittel stehen dem CGIAR-System hier zur Verfügung, und welche speziellen Probleme bei ihrer Anwendung gibt es?

Bei der Formulierung des gesetzten Ziels im CGIAR-System scheint es zunächst kein Problem zu geben; doch ist die generelle Zielsetzung recht global, und auch Unterziele könnten im Einzelfall operationaler formuliert werden[4]. Problematisch ist jedoch, daß das CGIAR-System zunehmend mehr in eine generelle, diffuse entwicklungspolitische Zieldiskussion gerät und mit Ansprüchen unterschiedlichster Art konfrontiert wird. Bommer spricht von einer Anspruchsfalle, in die das System geraten könnte[5].

Beeindruckend ist andererseits, welcher hohe Stellenwert im CGIAR-System der Informationsgewinnung und der Erfolgskontrolle zugeschrieben wird. Es gibt wohl kein anderes Forschungssystem mit vergleichsweise ähnlich bescheidener finanzieller Dimension, in dem ebensoviel dokumentiert, analysiert und kontrolliert wird. Inwieweit solche Aktivitäten teilweise auch auf eine prinzipielle Unsicherheit (vgl. wiederum DÖRNER, 1989) über die Weiterentwicklung des Systems zurückzuführen sind, soll hier nicht weiter erörtert werden. Die Frage ist aber, auf welche Weise die Informationen genutzt werden sollen. Das Technical Advisory Committee etwa bedient sich bei der Analyse von Prioritäten einer Reihe quantitativer und qualitativer Indikatoren, die zu einem großen Teil auf den Datenbanken der FAO beruhen (FAO, 1984). Interessant, aber wenig nachvollziehbar ist es, welche Bedeutung den einzelnen Indikatoren prinzipiell oder im Einzelfall beigemessen wird. Es fällt auf, daß die jüngsten Empfehlungen des Technical Advisory Committee auf eine stärkere Übereinstimmung der Ausgaben für Produkte im CGIARSystem mit deren Beitrag zur Produktion und Ernährung hinauslaufen (KIRSCHKE, 1989). Kann man aus den Zahlen etwa eine Tendenz zu verein-

4) Wie etwa "improving resource management and conservation" und "enhancing human nutrition" (TAC, 1986)
5) In einem Gespräch 1989.

fachter Hypothesenbildung in einer komplexen Entscheidungssituation herauslesen, oder ist der Zusammenhang eher zufällig?

Das Technical Advisory Committee möchte bei der Erfüllung seiner Aufgaben künftig stärker auf formale und insbesondere quantitative Modelle für die Allokation von Ressourcen im Forschungsbereich zurückgreifen. Zur Verfügung steht eine Reihe unterschiedlicher Ansätze der Modellbildung (siehe hierzu TAC, 1987; Contant and Bottomley, 1988). Typisch ist der Konditionalansatz: es wird untersucht, welche Implikationen auftreten würden, wenn ein bestimmter Anstoßeffekt der Forschung - also etwa eine Verschiebung der Angebotskurve - auftreten würde. Mit anderen Worten: das eigentlich Spezifische der Forschung wird modellextern behandelt.

Im eigentlichen Entscheidungsbereich sind Hilfsmittel für die Entscheidungsfindung eher dürftig. Mathematische Programmierungsmodelle bieten sich zwar an (TAC, 1987), doch müssen sie die komplexe Entscheidungssituation notwendigerweise stark vereinfachen, und ebenso kann auch in diesen Modellen der eigentliche Forschungseffekt nur modellextern behandelt werden. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß nach wie vor einfache Entscheidungsmodelle breite Anwendung finden. Hierzu gehören "scoringVerfahren" sowie das Paritätskonzept, nach dem Forschungsausgaben am Produktionswert gemessen werden.

4 Zur Rolle der Agrarökonomie

Welche Rolle kommt nun der agrarökonomischen Forschung bei der Entscheidungsfindung im Forschungsbereich, hier: im System der Internationalen Agrarforschungsinstitute, zu? Zunächst einmal ist festzustellen, daß es sich bei der Entscheidungsfindung im Forschungsbereich um ein genuin ökonomisches Problem handelt; denn es geht um die sinnvolle Verwendung knapper Ressourcen. Gerade Agrarökonomen sollten also helfen, das komplexe Entscheidungsproblem sinnvoll zu lösen. Werden sie dieser Rolle gerecht?

Nun, in der Zieldiskussion scheint der Beitrag eher bescheiden, die Reaktion auf öffentliche Zielansprüche eher hilflos. Ebenso sei die These erlaubt, daß zumal der Informationssammlung und dann der verfeinerten Modellbildung ein besonderes Gewicht gegeben wird. Information ist sicherlich eine notwendige Bedingung für eine sinnvolle Entscheidungsfindung; aber gerade in Entwicklungsländern gibt es viele unterschiedliche Regionen, Betriebe und Haushalte, die es zu erforschen gilt. Die einfache These, daß mehr Forschung besser ist als weniger, hilft hier nicht weiter: wo liegt die Grenze einer sinnvollen Informationsbeschaffung? Ähnliches gilt für die Modellbildung. Nicht jede Vertiefung der Analyse ist einem Entscheidungsproblem angemessen; wichtig ist der richtige Auflösungsgrad.

Sicherlich ist Wissenschaft und auch Agrarökonomie nicht frei von typisch menschlichen Verhaltensweisen in komplexen Entscheidungssituationen: der Flucht aus der eigentlichen

Entscheidung[6]. Ob dieses Problem relevant ist oder nicht, soll nicht diskutiert werden; daß es gerade außerhalb der Wissenschaft als wesentliches Problem der Wissenschaft gesehen wird, ist ein offenes Geheimnis. Vielleicht liegt hier - und nicht in Wissensunterschieden - der wesentliche Grund für die sogenannten Sprachschwierigkeiten zwischen Wissenschaft, Politik und Verwaltung.

Gefragt ist also ein stärker am eigentlichen Entscheidungsproblem orientierter Forschungsansatz. Hierzu gehört speziell die Analyse von Entscheidungsverfahren selbst und generell die wissenschaftliche Auseinandersetzung darüber, wie man komplexe Entscheidungsprobleme im Einzelfall sinnvoll strukturiert. Ein konkreter Ansatz wäre es, das ökonomische Prinzip auf das Verfahren der Entscheidungsfindung selber und ebenso auf den eigenen Forschungsbeitrag anzuwenden. Natürlich gibt es hierzu Ansätze in Ökonomie und Agrarökonomie. Die mit dem Namen des Nobelpreisträgers Simon verknüpfte Forschungsrichtung widmet sich explizit der angesprochenen Problemstellung, in der landwirtschaftlichen Betriebslehre nimmt die Entscheidungstheorie einen zentralen Raum ein, und einzelne neuere Beiträge deuten an, wie komplexe Entscheidungsprobleme konkret und effizient behandelt werden könnten (LESERER, 1989). Im sogenannten "makro-ökonomischen" Bereich der Agrarökonomie hingegen wird oft und gern von politikorientierter Forschung gesprochen, wo es doch - im ursächlichen Sinn - um entscheidungsorientierte Forschung geht, diese aber eigentlich weder gemeint ist noch gegeben wird.

Das Problem der Entscheidungsfindung im System der Internationalen Agrarforschungsinstitute gerät damit zum Spiegelbild einer ökonomischen Forschung, die das eigentliche ökonomische Problem eher vernachlässigt. Mehr wird erwartet, und mehr könnte geleistet werden durch eine verstärkte und explizite Entscheidungsorientierung in der agrarökonomischen Forschung.

Literaturverzeichnis

ANDERSON, J.R., HERDT, R.W. und G.M. SCOBIE: Science and Food. The CGIAR and Its Partners. - Washington, D.C., 1988.

BAUM, W.C.: Partners Against Hunger. The Consultative Group on International Agricultural Research. - Washington, D.C., 1986.

Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR): CGIAR 1988 Financial Report. - Washington, D.C., 1989.

CONTANT, R.B. und BOTTOMLEY, A.: Priority Setting in Agricultural Research. - ISNAR working paper, No. 10. The Hague 1988.

DÖRNER, D.: Die Logik des Mißlingens. - Reinbek 1989.

Food and Agriculture Organization of the United Nations: Quantitative Indicators for Priorities in International Agricultural Research. - Rome 1984.

6) DÖRNER (1988, S. 154) schreibt: "Vielleicht folgt eine 'Horizontalflucht'. Man zieht sich in eine gutbekannte Ecke des Handlungsfeldes zurück und beackert dort sein kleines, wohlbekanntes, überschaubares Gärtchen. - Vielleicht folgt eine 'Vertikalflucht'. Man beschäftigt sich nicht mehr mit der widerspenstigen Realität, sondern nur noch mit einem fügsamen 'Abbild' derselben in der Welt des eigenen Geistes. Wenn man nicht mehr die Realität betrachtet, sondern nur noch das, was man sich so darüber denkt, so läßt es sich doch erheblich freier walten! Man kann Pläne ausdenken und Strategien ersinnen, ganz so, wie man will."

GRYSEELS, G.: Priority Setting in the International Agricultural Research System. - Rome 1989.

JAHNKE, H.E., KIRSCHKE, D. und LAGEMANN, J.: The Impact of Agricultural Research in Tropical Africa. A Study of the Collaboration between the International and National Agricultural Research Systems. - CGIAR Study Papers, No. 21. Washington, D.C., 1987.

KIRSCHKE, D.: Prioritäten in der Agrarforschung. Das Beispiel der Internationalen Agrarforschungsinstitute. - Agrarwirtschaft 35 (1986), S. 9-21.

KIRSCHKE, D.: Entscheidungsfindung im System der Internationalen Agrarforschungsinstitute. - Berliner Beiträge zur Agrarentwicklung, Nr. 1. Berlin 1989.

LESERER, M.: Über Anschauungsformen zur empirischen Kausalforschung aus der Sicht eines Ökonometrikers. - In: HANF, C.-H. und SCHEPER, W. (Hrsg.): Neuere Forschungskonzepte und -methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues, e.V., Band 25. Münster-Hiltrup 1989, S. 131-138.

Technical Advisory Committee (TAC): TAC Review of CGIAR Priorities and Future Strategies, Doc. AGR/TAC: IAR/85/18. - Rome 1986.

Technical Advisory Committee (TAC): The Use of Quantitative Models for Setting Priorities in Resource Allocation to Agricultural Research, Doc. AGR/TAC: IAR/87/26. - Rome 1987.

Technical Advisory Committee (TAC): A Handbook for Members of the Technical Advisory Committee. - Rome 1989a.

Technical Advisory Committee (TAC): Sustainable agricultural production: implications for international agricultural research. - FAO research and technology paper, No. 4. Rome 1989b.

TECHNISCHE FORTSCHRITTE IM BEREICH DER PLANUNG UND FÜHRUNG LANDWIRTSCHAFTLICHER BETRIEBE

INTERDEPENDENTE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN ENTWICKLUNGEN IN DER BIOTECHNOLOGIE UND DER PROZEßAUTOMATION IN DER PFLANZLICHEN PRODUKTION UND DEREN AUSWIRKUNGEN AUF DIE KONZEPTION VON STEUERUNGSMODELLEN

von

Ch. NOELL, Kiel

1 Einleitung

Biotechnologie und Prozeßautomation sind zur Zeit und in absehbarer Zukunft wohl die bedeutendsten Faktoren in der Produktivitätssteigerung und Weiterentwicklung pflanzlicher Produktionsprozesse. Obwohl beide Technologien bisher nur wenig im praktischen Einsatz anzutreffen sind, deuten ihre Entwicklungsdynamik und potentiale darauf hin, daß die klassische Pflanzenproduktion im Zeitablauf tiefgreifende Änderungen erfahren wird. Sehr global betrachtet scheint die Biotechnolgie mit ihren chemischbiologischen Verfahren Input-senkend und/oder Output-steigernd zu wirken, und, da sie vornehmlich die pflanzliche Kondition verbessert, eine Verminderung der Steuerungsintensität in Produktionsprozessen möglich zu machen. Dagegen erhöht die Prozeßautomation mit ihren elektronisch-technischen Einrichtungen tendenziell die Steuerungsintensität, während durch die so bewirkte systematische Überwachung pflanzlicher Kulturen ebenfalls Input-senkende und/oder Output-steigernde Effekte wirksam werden. Insgesamt deuten sich damit zwei konkurrierende Wege zur Verminderung stochastischer Einflüsse und Effizienzerhöhung in pflanzlichen Produktionsprozessen an. Es besteht sogar die Meinung, daß der Einsatz von Biotechnologie geeignet wären, zu Pflanzen und Behandlungsverfahren zu kommen, die keinen Steuerungsbedarf mehr haben. Damit würden Steuerungsmodelle und weitere Entwicklungen der Prozeßautomation früher oder später überflüssig werden. Bei ausschließlicher Berücksichtigung primärer Auswirkungen der Biotechnologie auf die Pflanzenproduktion erscheint dies zum Teil plausibel. Sekundäre Auswirkungen weiterer Faktoren wie Umweltschutz und nachwachsende Rohstoffe bleiben dabei aber unbeachtet.

Dieser Beitrag beleuchtet nun anhand einiger Beispiele und Überlegungen die Frage, ob zukünftig Steuerung und Prozeßautomation noch notwendig sind und welche Konsequenzen sich für die Struktur von Steuerungsmodellen abzeichnen. Dabei soll keine generelle Entwicklungsprognose gegeben werden, obwohl in den Ausführungen einige prognostische Elemente enthalten sind.

2 Entwicklungen und Tendenzen in Biotechnologie und Prozessautomation

2.1 Biotechnologie

Unter dem Begriff Biotechnologie wird im allgemeinen die Steuerung und Nutzung biologischer Systeme zur gezielten Produktion und zum Abbau von Stoffen verstanden.

Die Biotechnologie beinhaltet dementsprechend die Produktion, die Isolierung, die Abwandlung und die Verwendung von Stoffen aus Biosysnthesen. Dabei können die Stoffe von Mikroorganismen, von pflanzlichen oder tierischen Zellen, Geweben oder Organismen produziert oder abgebaut werden (BMELF 1989b). In Anlehnung daran sollen im weiteren unter Biotechnologie sowohl die Gentechnik als auch Verfahren der Gewebe-, Zell- und Protoplastenkultur (NEUBERT 1989) verstanden werden mit dem Ziel zur genetischen Veränderung von Organismen und Herstellung neuartiger Hilfsmittel für die pflanzliche Produktion (BMELF 1989b).

Die Biotechnologie ist mit einigen Erfolgen in den letzten 10 Jahren erheblich vorangetrieben worden. Vor allem die Tatsache, daß eine Vielzahl von Privatfirmen intensiv in entsprechende Forschungen investieren, zeigt, daß zukünftig erhebliche Gewinne aus der Vermarktung dieser Technologie erwartet werden. Übersicht 1 zeigt einige für die Pflanzenproduktion wesentliche Entwicklungen auf und erläutert diese durch kurze Beispiele.

Übersicht 1: Entwicklungen der Biotechnologie in der Pflanzenproduktion

ENTWICKLUNGEN	BEISPIELE
PFLANZENMATERIAL	
Krankh.f. Saat- u. Pflanzg.	Kartoffeln (In vitro-Vermehrung)
Krankheitsresistenz	Tomate, Tabak, Zuckerrohr (Viren)
Schädlingslingsresistenz	Tomate (Horn- und Fruchtwürmer)
Herbizidresistenz	Tomate (Glyphosphat), Raps
Streßresistenz	Salz, Kälte, Hitze, Dürre
Nährstoffaneignung	Symb. mit N2-Bakt, Nährstoffaufn.
Zus. v. Inhaltsstoffen	Aminos., Proteine, Lipide
Pflanzen-"Design"	Industriepflanzen (nachw. Rohst.)
Sonstige physiol. Mechan.	Photosynth., Wachstumsregul. etc
HILFSTOFFE	
biol. Krankheitsbekämpfung	Pseudomonas fluorescens (B.Pilze)
biol. Schädlingsbekämpfung	B. thuringiensis (Raupen)
Frostschutz etc.	Eis-Minus-Bakterien
Stickstoffanlieferung	Freilebende N2-Fixierer
DIAGNOSEVERFAHREN	Biosensoren,-chips,DNS-Tests u.a.

QUELLE: BMFT, 1985; CASPER, 1989; KENNEY, 1986; MOLNAR u. KINNUCAN, 1989; NEUBERT, 1989; OECD, 1989.

Insgesamt ist die Entwicklung der Biotechnologie noch nicht sehr weit fortgeschritten, aber eine Reihe von Studien rechnen mit schnellen Weiterentwicklungen (FLORKOWSKI u. HILL 1987, FARRELL u. FUNK 1985, u.a.) und prophezeien für die nächsten 10 bis 50 Jahre eine "Neue Grüne Revolution" (MOLNAR u. KINNUCAN 1989). Vor allem in der Pflanzenzucht werden über die Verbesserung traditioneller Kulturfrüchte hinaus eine Vielzahl neuer Kulturpflanzen erwartet, mit denen die gezielte Inhaltsstoffproduktion für industrielle Zwecke vorgenommen werden soll (z.B. OECD 1989, MEUSS-DOERFFER u. HIRSINGER 1989).

2.2 Prozessautomation

Prozessautomation betrifft die die Durchführung und Überwachung pflanzlicher Produktionsprozesse. Im Einzelnen sind darunter voll- oder teilautomatisierte Messungen und Arbeitsgänge zu verstehen, die durch Computereinsatz und vorgegebene Sollwerte gesteuert werden, bzw. sich selbst regulieren.

Elemente der Prozeßautomation sind bisher nur ansatzweise in der pflanzlichen Produktion anzutreffen (siehe z.B. GEIDEL u. MANGSTL 1988). Im wesentlichen beziehen sie sich auf automatische Überwachungen von Schlepper- und Gerätefunktionen, ohne daß dabei eine direkte Regelung der Arbeitsmaßnahmen durch aktuelle Messungen im Bereich Nährstoffversorgung, Krankheits- und Schädlingsbekämpfung etc. erfolgt. Entsprechende Entwicklungen sind auch erst für die nächsten 10 bis 20 Jahre zu erwarten, werden aber bereits heute für möglich und sinnvoll gehalten (NOELL 1988, Übersicht 2).

Übersicht 2: Entwicklungen der Prozeßautomation in der Pflanzenproduktion

ENTWICKLUNGEN	BEISPIELE
MESSGRÖSSEN Klimamessungen Bodenmessungen Pflanzenmessungen Bestandsmessungen	 Niederschlag, Luftfeuchte, Verd. Wasser, Temp., Nährst., Schader. Krankheiten, Nährstoffe Grünmasse, Bestandsdichte, BFI
ELEKTRON. MESSTECHNIKEN	Radar, Sensoren, Video, Infrarot
TRÄGERSYSTEME	Schlepper, stationär, Satelliten
MASCHINEN UND GERÄTE Automa. Bodenbearbeitung Automa. Saat Automa. Düngung Automa. P.sch.m.ausbrin. Automa. Ernteverfahren	Selbstregelnde automatisch messende Arbeitsmaschinen u. Geräte
PROZESSE	Vollaut., Computergest. Systeme

QUELLE: NOELL, 1988.

3 Auswirkungen von Biotechnologie und Prozessautomation auf die Struktur pflanzlicher Produktionsprozesse

Es wurde bereits betont, daß Biotechnologie und Prozeßautomation über primäre Wirkungen hinaus auch sekundär auf pflanzlichen Produktion einwirken. Dabei sollen hier unter primären Wirkungen Einflüsse auf die rein technische Gestaltung von Arbeitsverfahren etc. verstanden werden. Mit sekundären Wirkungen sind Einflüsse auf die gesamte Anbauplanung und Betriebsorganisation gemeint. Diese Unterscheidung wurde getroffen, um letztlich interdependente Beziehungen zwischen Biotechnologie und Prozeßautomation sowie ihre prägende Rolle für zukünftige Steuerungsmodelle deutlicher werden zu lassen.

3.1 Primäre Auswirkungen

Die wesentlichen Konsequenzen biotechnischer Produkte und Verfahren bestehen aus der Verbesserung des Betriebsmittels Pflanze sowie der Umstrukturierung des gesamten übrigen Betriebsmittelkomplexes mit der Tendenz, den erforderlichen Anbau- und Pflegeaufwand zu verringern. Die Prozeßautomation wirkt durch exaktere Arbeitsverfahren und bedarfsgerechte Ausbringung von Dünge- und sonstigen Behandlungsmitteln auf den Produktionsablauf ein. Übersicht 3 zeigt die Zusammenhänge im einzelnen auf.

Übersicht 3: Auswirkungen von Biotechnologie und Prozeßautomation auf Verfahrenskomplexität und Betriebsmitteleinsatz

	BIOTECHNOLOGIE		PROZESSAUTOMATION	
	Verfahren (Komplex.)	Betriebsm. (Aufwand)	Verfahren (Komplex.)	Betriebsm. (Aufwand)
Bodenbearbeitung	-	o	+	o
Saat	-	o	+	o
N-Düngung	o	-	+	-
Übrige Düngung	o	+	+	-
Mech. Pflanzens.	o	-	+	-
Chem. Pflanzens.	o	-	+	-
Biol. Pflanzens.	+	+	+	-
Ernte	o	-	+	-
Lagerung	-	-	+	-
Arbeitsaufwand	verringert		verringert	
Flächenbedarf	verringert		verringert	
Steuerungsaufw.	verringert		erhöht	
Var. Kosten (r.)	erhöht		verringert	
Fixe Kosten (r.)	verringert		erhöht	
Produktqualität	erhöht		erhöht	
Ertrag	erhöht		erhöht	

"-" = verringernd, "o" = neutral, "+" = erhöhend.
QUELLE: BEUSMANN, HINRICHS u. SCHRADER, 1989; FLORKOWSKI u. HILL, 1987; KENNEY, 1986; OECD, 1989.

Es zeigt sich, daß die Biotechnologie tendenziell zu Vereinfachungen der Produktionsprozesse führt, während die Prozeßautomation Arbeitsabläufe technisch komplexer macht. Beide bewirken gewisse Einsparungen im Betriebsmittelbereich, wovon in erster Linie Düngemittel, Pflanzenschutzmittel etc. betroffen sind, erhöhen die Flächen- und Arbeitsproduktivität, vermindern die Ertragsvariation und steigern die Erträge insgesamt. Die Produktion wird also in beiden Fällen effizienter, so daß sich bei gemeinsamen Einsatz der Technologien Substitutionseffekte ergeben.

Substitutive Beziehungen treten generell dadurch auf, daß Biotechnologie und Prozeßautomation zumindest qualitativ ähnliche Effekte mit unterschiedlichen Mitteln erzielen. Züchterische Verbesserungen der Nährstoffaufnahme, Resistenzen etc. auf der einen Seite sind hier bedarfgerechter Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auf der anderen Seite gegenüberzustellen.

Komplementäre Beziehungen machen sich in Fällen bemerkbar, in denen Biotechnologieeinsatz nur durch technisch aufwendige Ausbringungstechnik sinnvoll oder möglich ist. Insbesonders der Einsatz von Mikroorganismen im Pflanzenschutz läßt dies erforderlich erscheinen.

3.2 Sekundäre Auswirkungen

Bei der Diskussion primärer Konsequenzen der beiden hier behandelten Technologien für die Pflanzenproduktion wurden alle Seiten- und externen Effekte ihrers Einsatzes bzw. ihrer Verfügbarkeit zunächst nicht berücksichtigt. Während hierbei insgesamt eher substitutive Beziehungen sichtbar wurden, treten in diesem Abschnitt vermehrt komplementäre Beziehungen von Biotechnologie und Prozeßautomation in den Vordergrund.

Zwei Faktoren dürften dabei eine wesentliche Rolle spielen: Umweltschutz und nachwachsende Rohstoffe, die zum einen zunehmende gesellschaftliche Forderungen an die Landwirtschaft und zum anderen das steigende Interesse der verarbeitenden Industrie an chemischen Grundverbindungen aus landwirtschaftklicher Produktion widerspiegeln.

3.2.1 Umweltschutz

Seit geraumer Zeit wird die Frage diskutiert, ob die pflanzliche Produktion über bestehende Bestimmungen hinaus mit weiteren Auflagen zum Einsatz bestimmter Produktionsmittel belegt werden soll. Dabei stehen Dünge- und Pflanzenschutzmittel, seit neuerer Zeit aber auch Produkte der Biotechnologie im Vordergrund. Einerseits werden mit neuartigen Züchtungen Hoffnungen auf stark verminderte Aufwandsmengen an chemischen Stoffen verbunden ("Low-Input", Extensivierung), andererseits wird aber darauf hingewiesen, daß Einsparungen bei einzelnen Betriebsmitteln (Stickstoff, chem. P.-schutzmittel) zu Aufwandssteigerungen bei den übrigen führen können. Insbesonders Herbizidresistenzen bei einigen Kulturfrüchten werden kritisch beurteilt, da sie tendenziell den vermehrten Einsatz chemischer Herbizide begünstigen (BMELF 1989b).

Besonders problematisch erscheinen die unkontrollierte Ausbreitung genetisch veränderter Mikroorganismen, die als Hilfsstoffe bei der Nährstoffversorgung und im Pflanzenschutz eingesetzt werden sollen. Deren (bisher) nicht kalkulierbare Wechselwirkungen mit bestehenden Ökosystemen lassen Forderungen als berechtigt erscheinen, den Einsatz derartiger Mittel nur unter sehr kontrollierten Bedingungen oder gar nicht zuzulassen.
Hier zeigt sich, daß Biotechnologieeinsatz in vielen Fällen nur bei intensiver technischer Kontrolle, also letztlich bei Anwendung von Prozeßautomation möglich erscheint.

3.2.2 Nachwachsende Rohstoffe

Eine Vielzahl komplexerer chemischer Grundstoffe ist in industrieller Produktion nur mit hohem Kostenaufwand zu erzeugen. Durch gentechnische Veränderungen bestehen-

der und neuer Kulturpflanzen (Industriepflanzen) scheint es zukünftig möglich zu sein, diese Stoffe intensiviert in pflanzlichen Produktionsprozessen zu erzeugen. Sollten entsprechende Prognosen eintreffen, wird sich im Zeitablauf das Anbauspektrum der Landwirtschaft massiv ausdehnen.

Eine Konsequenz ist die in diesem Zusammenhang bereits heute diskutierte zukünftige Integration des Pflanzenbaus in die weiterverarbeitende Industrie (z.B. "Agro-Refinery"-Konzept, siehe z.B. KLEINHANSS 1989). Dadurch ist mit regionalen Spezialisierungen und entsprechnder räumlicher Konzentration des Anbaus zu rechnen, um Transportkosten zu minimieren. Hinzu kommt, daß die Kapazitätsauslastung weiterverarbeitender Betriebe eine möglichst breite Streuung der Erntezeitpunkte verlangt. Dies erfordert zum einen hohe Sortenvarietät und zum zweiten eine genaue Steuerung und Abstimmung der Reifeprozesse. Ohne darauf abgestimmte Steuerungssysteme wird dies kaum möglich sein.

Ebenso wird sicherlich eine andere Folge des erweiterten Arten- und Sortenspektrums die Produktionsstruktur der Landwirtschaft erheblich ändern: während heute in der BRD lediglich einige Früchte in abgestimmten Fruchtfolgen über lange Zeiträume hin angebaut werden, können zukünftige Entwicklungen durchaus dazu führen, daß eine wesentlich größe Zahl von Früchten im Wechsel und kurzfristiger angebaut werden. Verstärkter Vertragsanbau und engere Anbindung an sich ändernde Marktanforderungen wären die Gründe dafür (MEUSSENDORFFER u. HIRSINGER 1989). Die weitere Konsequenz für landwirtschaftliche Unternehmen liegt nun darin, daß die Breite an Anbauerfahrung, wie sie heute beispielsweise bei Weizen, Kartoffeln, Zuckerrüben vorliegen für neue Kulturpflanzen in dem Maße nicht mehr gegeben ist. Häufigerer Wechsel der Kulturen bzw. zumindest häufigerer Sortenwechsel werden es erforderlich machen, den Produktionsablauf verstärkt auf externe Informationen und intensivierte Produktionsüberwachung zu basieren. Dies fördert wiederum den Einsatz von Elementen der Prozeßautomation.

4 Konsequenzen für die Konzeption von Steuerungsmodellen

Die bisherigen Ausführungen ließen deutlich werden, daß Biotechnologie und Prozeßautomation keineswegs unabhängig von einander die pflanzliche Produktion beeinflussen. Bei ausschließlicher Berücksichtigung ihrer primären Auswirkungen auf den Produktionsprozeß zeigte sich bereits, daß beide Technologien sich in gewissen Grenzen substituieren können und z.T. (biol. Pflanzenschutz) die Biotechnologie erst durch flankierenden Einsatz der Prozeßautomation sinnvoll anwendbar ist. Forderungen des Umweltschutzes und erweiterte Erzeugung nachwachsender Rohstoffe vermehren die komplementären Beziehungen. Dabei erscheint insgesamt die Biotechnologie als Motor der zukünftigen Entwicklung pflanzlicher Produktionsprozesse, während der Einsatz von Prozeßautomation zumindest in diesem Zusammenhang ergänzenden Charakter aufweist.

Zusammenfassend sind für Überlegungen zur Konzeption zukünftiger Steuerungsmodelle folgende Punkte zu beachten:

1. Biotechnologieeinsatz in Form verbesserter traditioneller Kulturpflanzen bewirkt generelle Produktionsvereinfachungen und ermöglicht so eine verringerte Steuerungstätigkeit in diesem Bereich.

2. Die Anwendung biotechnisch erzeugter neuer Hilfsstoffe in Form von spezifischen Mikroorganismen verlangt erhöhten Technikeinsatz (Prozeßautomation) und intensiviert damit tendenziell den Steuerungsaufwand.

3. In Konkurrenz zur Effizienzsteigerung durch Biotechnologie steht die Prozeßautomation, die durch systematisch erhöhte Steuerungstätigkeit ähnliche Wirkungen erzielt (substitutive und komplementäre Beziehungen).

4. Bestehende Forderungen des Umweltschutzes werden durch aktuelle und erwartete Verfügbarkeit beider Technologien verstärkt. Vermehrte Überwachung der Produktionsprozesse ist praktisch nur durch Einsatz von Prozeßautomation zu erreichen, so daß auch hier eine Tendenz zu intensivierter Steuerung vorliegt.

5. Auch im Bereich nachwachsender Rohstoffe gehen entscheidende Entwicklungsimpulse in erster Linie von der Biotechnologie aus. Derart veränderte Produktionsbedingungen fördern aber auch den Einsatz von Prozeßautomation, so daß die Steuerungstätigkeit generell ebenfalls aus diesen Gründen zunimmt.

Es könnte nun der Eindruck entstehen, als ob zukünftig in jedem Betrieb die Prozesssteuerung komplexer und aufwendiger wird. Dies muß aber keineswegs so sein. In vielen Fällen werden sich selbst versorgende Pflanzen zu extensiveren Produktionsformen führen. In einigen Fällen kann sich die Produktion auch aus dem Freilandanbau in den Unterglasanbau verlagern, da die Kontrollerfordernisse unter landwirtschaftlichen Bedingungen nicht zu realisieren sind. Hier soll aber quasi der Erwartungswert zukünftiger Entwicklungen behandelt werden, in dem Biotechnologie und Prozeßautomation gemeinsam die Anforderungen an zukünftige Steuerungsmodelle formulieren:

1. Die Zahl der Steuerungsvariablen wird insgesamt zunehmen.

2. Die Zahl der Steuerungssubysteme wird zunehmen.

3. Die Menge an in Steuerungsmodellen verarbeiteten externer und interner Information wird ansteigen (Datenbanken, Expertensysteme,Meßtechnik).

4. Der Bedarf an effizienten Ansätzen zur Informationsverarbeitung wird zunehmen (Formale Lernprozesse).

5. Die Notwendigkeit zur Konzeption von flexibleren, von einzelnen Kulturfrüchten unabhängigeren Steuerungsystemen wird wachsen.

Allein die insgesamt doch komplexeren Produktionsprozesse erfordern unterstützt durch wahrscheinliche Umweltauflagen führen zu aufwendigeren Steuerungssytemen, d.h. Zunahme von der Zahl von Steuerungsvariablen und -subsystemen (1.,2.).

Insbesonders aber die Ausweitung des Anbauspektrums kann dazu führen, daß viele Landwirte nicht mehr von von längerfristig konstanten Betriebsorganisationen ausgehen können oder aber auf sehr exakte Terminierung der Produktionsprozesse angewiesen sind. Da weniger mit festen Fruchtfolgen kalkuliert werden kann bzw. der Sortenwechsel erheblch beschleunigt stattfindet, werden sich die Anbaupläne u.U. von Jahr zu Jahr ändern. Dies hat zur Folge, daß pflanzenorientierten Steuerungsplänen durch Steuerungsstrukturen abgelöst werden, die mehr oder weniger pflanzenunabhängig auf Arbeitsabläufen aufgebaut sind mit Schnittstellen für Kennzahlen der jeweiligen Frucht und flexiblen Koordinationen für verschiedene Früchte (5.).

Weiterhin hat ein schnellerer Wechsel der Anbauprogramme zur Folge, daß der Landwirt selbst kaum noch in der Lage ist, über alles Anbauwissen für spezielle Pflanzen zu verfügen. Er wird auf Datenbanken und Expertensysteme zurückgreifen, die sein Steuerungssystem mit aktuellen Sollwerten versorgen und ihm Hinweise für die Gestaltung von Arbeitsmaßnahmen geben (3.).
Er wird, da auch relativ wenig standortbezogene Daten vorliegen, auf effiziente Nutzung aller ihm zur Verfügung stehenden Informationen angewiesen sein. D. h., er muß mit minimalen Informationsmengen in kurzer Zeit seinen Anbau optimieren, um seine geplanten Erträge zu erzielen (3.,4.). Lernprozesse sind hier die gegebenen Strukturen um Steuerungssysteme schnell auf sich wechselnde Gegebenheiten einzurichten (NOELL 1989, NOELL u. HANF 1989).

Faßt man alle hier an Beispielen getroffenen Überlegungen zusammen, so wird deutlich, daß Biotechnologieeinsatz keineswegs die Steuerung pflanzlicher Produktionsprozesse überflüssig macht. Ganz im Gegenteil ist eher mit einer insgesamt weiter intensivierten Pflanzenproduktion zu rechnen, die auf die Anwendung von Prozeßautomation in vielen Fällen angewiesen sein wird, ebenso wie auf dichtere und flexiblere Steuerungssysteme mit ausgeprägten Informationsstrukturen.

Literaturverzeichnis

BEUSMANN, V., HINRICHS, P. und SCHRADER, H.: Sozioökonomische Voraussetzungen und Konsequenzen biotechnischer Fortschritte in der Landwirtschaft. - In: BMELF 1989a, S. 456-462, 1989.

BMELF (Hrsg.): Biotechnologie in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. - Bericht über Landwirtschaft, 201. Sonderheft (Neue Folge). Hamburg, Berlin, Paul Parey, 475 S., 1989a.

BMELF (1989b): Forschungsrahmenplan 1988-1991 des BMELF. - Schriftenreihe des BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft - Sonderheft, Landwirtschaftsverlag, 339 S.. Münster 1989.

BMFT (Hrsg.): Angewandte Biologie und Biotechnologie - Programm der Bundesregierung 1985-1988, Coburg, Neue Presse, 80 S., 1989.

CASPER, R.: Neue Strategien im Pflanzenschutz, in BMELF 1989a, S. 121-126, 1989.

FARRELL, C. und FUNK, T.: The Detremination of ExAnte Returns to Agricultural Research: The Core of Plant Biotechnology in Canada, Can. J. Agr. Econ, 33, 1, S. 31-67, 1985.

FLORKOWSKI, W.J. und HILL, L.D: Mögliche ökonomische Auswirkungen kommerzieller Anwendung von Biotechnologien in der Landwirtschaft und deren zeitliche Dimension. - Agrarwirtschaft, 36,10 (1989), S. 309-317.

GEIDEL, H. und MANGSTL, A. (Hrsg.): Referate der 9. GIL-Jahrestagung in Münster September 1988. - Agrarinformatik, Bd. 15 (1989), Stuttgart, Ulmer, 365 S..

KENNEY, M.): Biotechnology: The University Industrial Complex, New Haven, London, Yale University Press, 306 S., 1986.

KLEINHANSS, W.: Produktion und Nutzungsmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffe. - Schriftenreihe des BMELF, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 353, 1988, 82 S..

KLEINHANSS, W.: Konzepte zur industriellen und energetischen Verwendung agrarischer Rohstoffe auf der Basis ganzer Pflanzen, in BMELF 1989a, S. 319 - 335, 1989.

MEUSSDOERFER, F. und HIRSINGER, F.: Neue Chancen für die Landwirtschaft durch biotechnologische Methoden und Verfahren im Bereich nachwachsender Rohstoffe. - In: BMELF 1989a, S. 65 - 77, 1989.

MOLNAR, J.J. und KINNUCAN, H.: Biotechnology and the New Agricultural Revolution. - AAAS Selected Symposia Series, Boulder, Westview Press, 288 S., 1989.

NEUBERT, K.: Die Entwicklung biotechnologischer Verfahren in Land- und Ernährungswirtschaft (historischer Abriß). - In: BMELF 1989a, S. 12-24, 1989.

NOELL, C.: Zukünftige Meßtechnik zur Steuerung pflanzlicher Produktionsprozesse. - Kiel 1988, Vauk, 200 S..

NOELL, C.: Effiziente Informationsnutzung mittels formaler Lernregeln in biologischen Produktionsmodellen. - Vortrag auf der 18. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Operations Research in Kiel (09-89), 1989.

NOELL, C. und HANF, C.-H.: Lernen und Lernerfolg in einer stochastischen Umwelt. - Arbeitsbericht des Inst. f. ldw. Betriebs- u. Arbeitslehre, in Vorbereitung, 1989.

OECD: Biotechnology - Economic and Wider Impacts. - Paris, OECD, 111 S, 1989.

EXPERTENSYSTEME IN DER STRATEGISCHEN UNTERNEHMENSPLANUNG

von

E. BERG und T. SCHMIDT-PAULSEN, Freising-Weihenstephan

1 Einführung

Im Gegensatz zu den taktischen und operativen Entscheidungsbereichen wird die strategische Unternehmensplanung durch entsprechende Hilfsmittel bislang nur schwach unterstützt. Die Hauptursache hierfür ist die Tatsache, daß die komplexe Problematik strategischer Entscheidungen quantitativen Planungstechniken nur teilweise zugänglich ist. So haben die entwickelten Investitionskalküle lediglich die ökonomische Bewertung ausgewählter Handlungsalternativen zum Gegenstand, während die übrigen Phasen des Entscheidungsprozesses, d.h. insbesondere die Problemerkennung und Alternativensuche sowie schließlich deren Beurteilung vor dem Hintergrund eines komplexen Zielsystems, weitgehend außerhalb der Betrachtung bleiben. Während diese Bereiche einer konventionellen algorithmischen Darstellung kaum zugänglich sind, bieten die jüngsten Entwicklungen im Rahmen der künstlichen Intelligenz mit dem Ziel der Konzeption umfassender Expertensysteme hier neue Ansatzpunkte.

Am Institut für Gartenbauökonomie der Universität Hannover werden derzeit die Möglichkeiten des Einsatzes von Expertensystemen im Rahmen der strategischen Planung von Zierpflanzenbaubetrieben untersucht. Hierüber soll im vorliegenden Beitrag berichtet werden. Dabei beginnen wir mit einigen Ausführungen zum Wesen der strategischen Planung, welche die Grundlage der nachfolgenden Überlegungen darstellen. Im Anschluß daran wird die generelle Struktur von Expertensystemen erläutert und für den vorliegenden Anwendungsfall konkretisiert.

2 Begriff und Wesen der strategischen Planung

Planung läßt sich allgemein verstehen als die gedankliche Vorwegnahme der Transformation eines gegenwärtigen in einen zukünftigen Zustand. Zur Präzisierung des Begriffs der s t r a t e g i s c h e n Planung wird auf eine Definition von HANSSMANN (1985) zurückgegriffen. Danach liegt "das Wesen der strategischen Planung (...) in ihrer Zweckgerichtetheit. Zweck der strategischen Planung ist es, dem Unternehmen einen Vorteil gegenüber der Konkurrenz zu sichern. Der relative Vorteil gegenüber der Konkurrenz bestimmt die langfristige Profitabilität des Geschäfts."

Nach dieser Definition kommt der strategischen Planung vor allem die Aufgabe zu, W e t t b e w e r b s v o r t e i l e bzw. E r f o l g s f a k t o r e n aufzudecken, welche geeignet sind, die relative Position eines Unternehmens im Vergleich zu seinen Konkurrenten zu verbessern oder wenigstens zu erhalten. Da Unternehmen nur dann auf Dauer erfolgreich sein können, wenn sie den Leistungserwartungen ihrer Umwelt entsprechen, zielt die strategische Planung letztlich stets darauf ab, die bestmögliche

Anpassung an die künftige Konstellation der Unternehmensumwelt zu erreichen, bzw. aktiv an deren Gestaltung mitzuwirken, sofern sich die Möglichkeit dazu bietet. Letzteres ist bei den in Landwirtschaft und Gartenbau vorherrschenden Unternehmensgrößen allerdings höchst selten der Fall, weshalb dieser Aspekt in den nachfolgenden Überlegungen nicht weiter berücksichtigt wird.

Aus obigen Ausführungen folgt, daß der Analyse der aktuellen Situation des Unternehmens selbst und seiner engeren und weiteren Umwelt eine zentrale Bedeutung zukommt. Dabei kommt es darauf an, wesentliche Entwicklungsrichtungen und Trends in der Umwelt zu antizipieren und zu den Leistungspotentialen des Unternehmens in Beziehung zu setzen. Die Zusammenführung beider Bereiche soll schließlich zur Formulierung realistischer Ziele und wirkungsvoller Strategien führen. Strategien stellen dabei die konkreten Maßnahmen bzw. Entscheidungsregeln dar, während die Ziele angestrebte meßbare Zustände kennzeichnen, deren Kenntnis erst eine Erfolgskontrolle der durchgeführten Maßnahmen ermöglicht. Eine derartige Kontrolle ist elementarer Bestandteil einer strategischen Planung, die nicht als einmalige Aufgabe, sondern vielmehr als ständiger Bestandteil des Unternehmensführungsprozesses verstanden wird.

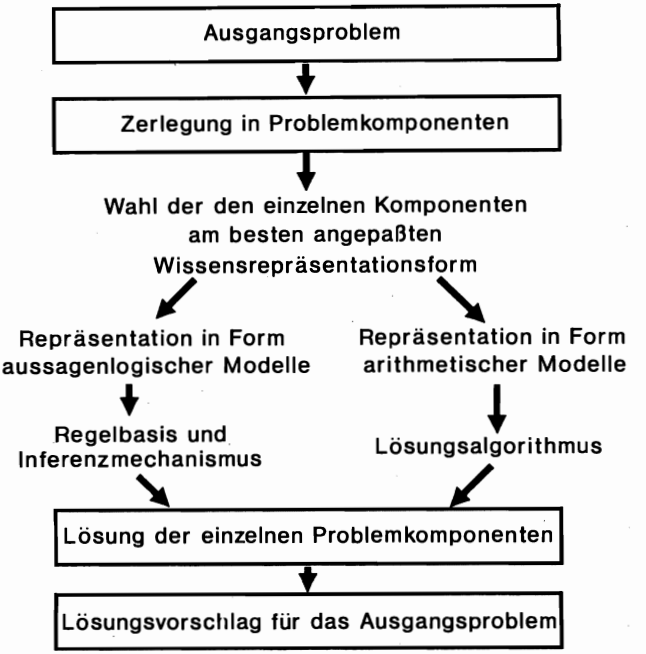
Da die strategische Planung auf die langfristige Unternehmensentwicklung abzielt, ist die Behandlung der Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen von besonderer Wichtigkeit. Gerade die Vorbereitung auf die Unsicherheiten der Zukunft ist ein wesentlicher Zweck der strategischen Planung. Sie darf deshalb nicht allein auf deterministischen Ansätzen aufbauen, sondern muß vielmehr die Chancen und Gefahren aus der Umwelt explizit berücksichtigen.

3 Expertensysteme

Expertensysteme oder wissensbasierte Systeme entstanden aus dem Bemühen, Computern Funktionen außerhalb des arithmetischalgorithmischen Bereichs zu übertragen. Es handelt sich bei ihnen um Computerprogramme, die in der Lage sind, auf der Basis gespeicherten Expertenwissens Vorschläge zur Lösung komplexer Probleme zu machen und den Gang der Problemlösung zu erläutern. Intern bestehen sie aus einem Inferenzmechanismus, einer Wissensbasis sowie Schnittstellen, die den Dialog mit anderen Programmen, dem Entwickler oder dem Benutzer ermöglichen (HARMON und KING, 1987; WATERMAN, 1985). Die Darstellung des Wissens in der Wissensbasis erfolgt deklarativ. Wissen wird aufgefaßt als ein Konstrukt von Fakten und ihren Verknüpfungen. Die Inferenzkomponente beschreibt einen Schlußfolgerungsmechanismus, der es erlaubt, auf der Wissensbasis Beweisketten aufzubauen. Diese Darstellungsweise ermöglicht es, verbale Modelle auf einfachere Art und Weise in Computerprogramme zu integrieren als es mit bisherigen, algorithmisch orientierten Verfahren möglich war. Dabei bleibt zu bedenken, daß verbale Modelle aufgrund ihres allgemeineren Charakters oft nicht die gleiche Exaktheit der Aussage bieten wie arithmetischalgorithmische Ansätze.

Reale Probleme lassen sich häufig nur unter Anwendung beider Wissensformen, der arithmetischalgorithmischen und der verballogischen, darstellen und lösen. Ein einfaches Schema soll die Vorgehensweise erläutern (Schaubild 1). Das Ausgangsproblem wird

Schaubild 1: Formen der Wissensrepräsentation in Computerprogrammmen



zunächst in Teilprobleme zerlegt. Daraufhin ist zu entscheiden, wie das für die Lösung des Teilproblems notwendige Wissen am besten repräsentiert werden kann. Wenn das Teilproblem durch numerische Daten ausreichend genau beschrieben werden kann und die Verknüpfungen der Elemente des Teilproblems bekannt sind, sollte die arithmetisch-algorithmische Repräsentationsform gewählt werden. Ist eine solche Modellbildung nicht möglich oder zu zeitaufwendig, kann auf die aussagenlogische Modellrepräsentation zurückgegriffen werden, die es erlaubt, das Teilproblem allgemeiner zu umschreiben. Aus den einzelnen Teillösungen kann - bei richtiger Konstruktion des Ganzen - eine Lösung des Gesamtproblems abgeleitet werden.

Der Einsatz von Expertensystemen gilt insbesondere dann als erfolgversprechend, wenn einerseits geschlossene Theorien fehlen, so daß eine algorithmische Repräsentation und Lösung des Gesamtproblems nicht möglich ist, andererseits jedoch genügend "Expertenwissen" in Form allgemein akzeptierter Regeln vorliegt, um auf heuristischem Wege zu einer "vernünftigen" Lösung zu gelangen. Die erste Bedingung trifft für den Fall der strategischen Planung zweifellos zu. Die Klärung der Frage, ob auch in ausreichendem Maße Expertenwissen vorhanden ist, stellt eine der Aufgaben dieses Forschungsprojektes dar.

4 Konzeption des Planungssystems

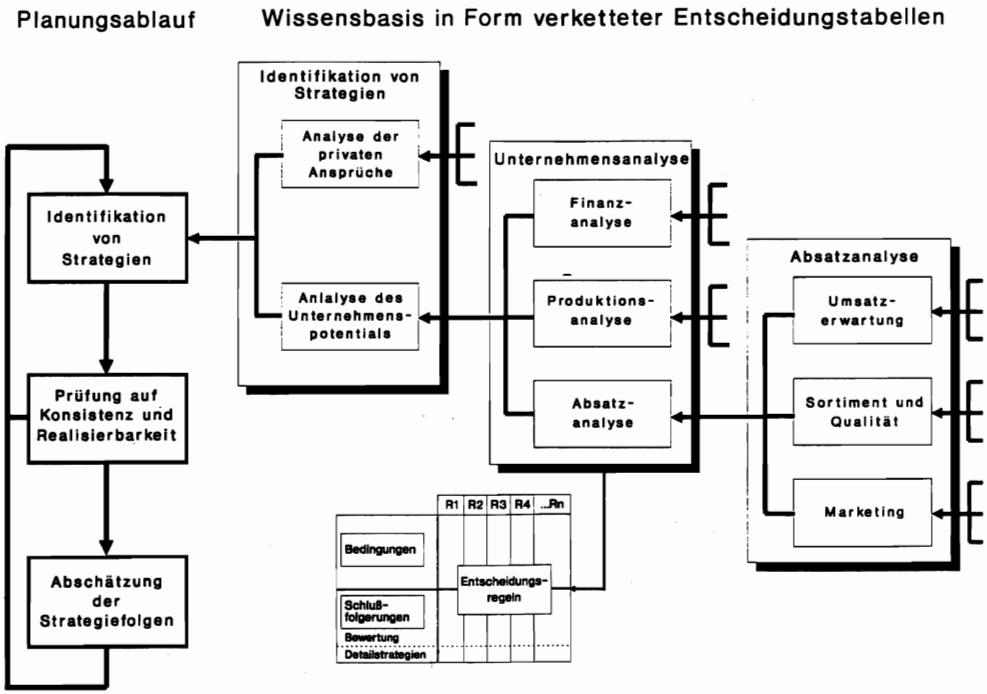
Zweck des nachfolgend dargestellten Planungssystems ist es, Wettbewerbsvorteile aufzudecken und darauf aufbauend eine Strategie zu entwerfen. Der Unternehmer soll hierbei unterstützt werden, indem das Planungssystem den Gang der Analyse strukturiert und die Ergebnisse dokumentiert. Als Zielgruppe wurden indirekt absetzende Zierpflanzenbaubetriebe mit Unterglasproduktion gewählt, da in diesen die Handlungsmöglichkeiten im Vergleich zu anderen Sparten verhältnismäßig groß sind. Das System ist für eine von Zeit zu Zeit zu wiederholende Planung gedacht, anhand derer überprüft wird, ob die Strategie des Unternehmens den veränderten Bedingungen der Umwelt noch entspricht. Aus diesem Grunde enthält es keine Lösungsvorschläge für akute Krisensituationen, deren Auftreten durch eine kontinuierliche strategische Planung ja gerade vermieden werden soll.

Die grundsätzliche Philosophie des Systems besteht darin, das komplexe Gesamtproblem der strategischen Planung in eine Anzahl überschaubarer Teilprobleme aufzugliedern, die über fest definierte Schnittstellen miteinander verbunden sind, ansonsten jedoch im Prinzip isoliert behandelt werden können. Durch eine solche Strukturierung können zwar nicht alle auftretenden Wechselbeziehungen simultan erfaßt werden, sie ist indessen erforderlich, um die Komplexität des Gesamtproblems auf handhabbare Dimensionen zurückzuführen. Dies gilt insbesondere im Hinblick darauf, daß die Wissensbasis des Systems einer kontinuierlichen Pflege bedarf, die aber nur möglich ist, wenn entsprechende Änderungen in abgegrenzten Teilbereichen vorgenommen werden können, ohne daß dies unerwünschte und kaum noch kontrollierbare Seiteneffekte im Gesamtsystem auslöst. Die Reduktion der Komplexität durch Aufspaltung in Teilprobleme entspricht im übrigen weitgehend menschlichem Problemlösungsverhalten, welches nachzuvollziehen letztlich Aufgabe eines Expertensystems ist.

Schaubild 2 veranschaulicht die Grundstruktur des Planungssystems. Dabei wird zunächst von einem Planungsablauf ausgegangen, der im wesentlichen drei Phasen umfaßt: Die erste besteht in der Identifikation von Strategien, die aufgrund der Analyse des Unternehmens und seiner Umwelt für vorteilhaft gehalten werden. Da bei der Ableitung der Strategien nicht alle Wechselbeziehungen vollständig erfaßt werden, sind diese nicht notwendigerweise widerspruchsfrei. Sie müssen deshalb auf Konsistenz und insbesondere finanzielle Realisierbarkeit überprüft werden, was in der nächsten Phase erfolgt. Die letzte Phase beschäftigt sich dann mit der Abschätzung der aus der gewählten Strategie resultierenden Konsequenzen, wobei insbesondere der Risikoabschätzung eine besondere Bedeutung zukommt. Zwischen den einzelnen Phasen sind jeweils Rückkopplungen möglich.

Die Einzeloperationen der zweiten und dritten Phase bestehen überwiegend aus Voranschlägen, Investitionskalkulationen und Simulationsrechnungen, die durch entsprechende Algorithmen abgebildet werden können. In diesen Bereichen kommt einem Expertensystem deshalb in erster Linie die Aufgabe zu, den Planenden in der Auswahl und Anwendung dieser Methoden zu unterstützen. Demgegenüber basiert die Identifikation von Strategien überwiegend auf Erfahrungswissen, welches sich nicht in Form numeri-

Schaubild 2: Grundkonzeption des Planungssystems



scher Algorithmen darstellen läßt. Auf diesen Bereich konzentriert sich das im Rahmen dieses Forschungsprojektes zu entwickelnde System.

Die Ableitung der Strategien erfolgt auf der Basis von wenn-dann-Regeln, für die hier als Darstellungsform die Entscheidungstabelle gewählt wird. Eine solche enthält in der oberen Hälfte eine Folge von Bedingungen und in der unteren Hälfte die daraus resultierenden Schlußfolgerungen. In den jeweiligen Spalten werden die Ausprägungen der einzelnen Bedingungen eingetragen, zwischen denen somit eine implizite und-Verknüpfung besteht. Im unteren Abschnitt der betreffenden Spalte befindet sich der Schlußfolgerungsteil, so daß jede Spalte letztlich eine Entscheidungsregel darstellt (vgl. STRUNZ, 1977). Jede Entscheidungstabelle stellt somit gewissermaßen eine in sich geschlossene Wissensbasis in Form von Regeln dar.

Im vorliegenden System enthält der Schlußfolgerungsteil jeweils die Gesamtbewertung des durch die Tabelle abgebildeten Analysebereichs - z.B. des Unternehmenspotentials - sowie gegebenenfalls damit verbundene detailliertere Strategieempfehlungen (vgl. Schaubild 3). Letztere dienen der differenzierten Beschreibung der Gesamtstrategie, haben jedoch keine unmittelbaren Auswirkungen auf den weiteren Lösungsgang. Hingegen sind über die Bewertungen die einzelnen Entscheidungstabellen in einer hierarchischen Ordnung miteinander verknüpft. Diese Verknüpfung entsteht dadurch, daß die Ausprägungen der Bedingungen einer bestimmten Hierarchieebene sich aus dem Bewertungsteil der Entscheidungstabellen der darunterliegenden Ebene ergeben. Die höheren Hierarchieebenen enthalten aggregiertere Aussagensysteme, umfassen dafür aber größere Bereiche, während die unteren Ebenen jeweils einzelne Teilbereiche differenzierter analysieren.

In Schaubild 3 sind zwei solche Entscheidungstabellen beispielhaft dargestellt[1]. Die oberste Hierarchieebene behandelt dabei den Zusammenhang zwischen Unternehmen und Haushalt, der aufgrund der auch im Gartenbau vorherrschenden Familienbetriebsstrukturen von besonderer Bedeutung ist. Den privaten Einkommensansprüchen wird das Leistungspotential des Unternehmens gegenübergestellt (Schaubild 3, oben). Bei drei möglichen Ausprägungen für beide Bedingungen ergeben sich neun unterschiedliche Kombinationen, denen im unteren Teil der Tabelle jeweils Grobstrategien zugeordnet sind. Diese umfassen sowohl Wachstum als auch Konsolidierung oder unter bestimmten Bedingungen auch den geordneten Rückzug aus dem Geschäft.

Die in der Entscheidungstabelle dargestellten Ausprägungen der Bedingungen Einkommensanspruch und Unternehmenspotential sind das Ergebnis nachfolgender Entscheidungstabellen, welche die einzelnen Bereiche differenzierter erfassen. So wird das Unternehmenspotential in einer weiteren Differenzierung zunächst anhand der finanziellen Lage, der Absatzaussichten sowie der Qualität des Produktionsbereichs beurteilt (Schaubild 3, unten). Eine Einschätzung der Absatzaussichten erfolgt in einer weiteren Entscheidungstabelle anhand der Bereiche Umsatzerwartung, Sortiment und Qualität sowie Marketing (Schaubild 2). Gemäß der grundsätzlichen Zielsetzung einer Aufdeckung

1) Die Tabellen stellen erste Entwürfe dar, deren Inhalt noch einer empirischen Überprüfung bedarf.

Schaubild 3: Beispiele für Entscheidungstabellen

Entscheidungstabelle 1: Identifikation von Strategien

Bedingung / Aktion — Regelnr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Unternehmenspotential (h=hoch, m=mittel, n=niedrig)	h	h	h	m	m	m	n	n	n
Einkommensanspruch (a=steig., g=gleichbl., a=abnehm.)	a	g	a	a	g	a	a	g	a
S1 nachhaltig wachsen	x								
S2 wachsen, Reserven bilden		x							
S3 Null-Wachstum und Reserven bilden oder geordn. Rückzug			x						
S4 wachsen, WBV verstärken				x					
S5 WBV verstärken und leicht wachsen					x				
S6 Null-Wachstum oder geordneter Rückzug						x			
S7 konsolidieren und privat einschränken oder aufgeben							x		
S8 Konsolidieren und WBV aufbauen oder aufgeben								x	
S9 WBV aufbauen oder geordneter Rückzug									x

WBV = Wettbewerbsvorteile

Entscheidungstabelle 2: Unternehmensanalyse

Bedingung / Aktion — Regelnr.	1	2	3	sonst 4
Finanzielle Lage (g=gut, m=mittel, a=schlecht)	g	m	a	
Absatzaussichten (g=gut, d=durchwachsen, a=schlecht)	g	g	d,a	
Produktivität (a= >Durchschnitt, b= <=Durchschnitt)	a	a	b	
Unternehmenspotential hoch	x	x		
Unternehmenspotential niedrig			x	
Unternehmenspotential mittel				x
Zusammen mit Bank Sanierungsplan erarbeiten, Flächenproduktivität erhöhen			x	
Tragbare Belastung verbessern		x		

von Wettbewerbsvorteilen kennzeichnen dabei die meisten Bedingungen die relative Positionierung des Unternehmens im Vergleich zu seinen Konkurrenten.

In dieser Grundkonzeption liefert somit das Resultat jeder Entscheidungstabelle die Ausprägung einer Bedingung auf der nächsthöheren Hierarchiestufe. Gleichzeitig werden mit den Detailvorschlägen die Grobstrategien der obersten Ebene stärker konkretisiert. Dieser hierarchische Aufbau erlaubt es, die einzelnen Teilbereiche wie Finanz-, Produktions- und Absatzanalyse weitgehend unabhängig voneinander zu entwickeln und später auch zu pflegen. Da eine Beziehung zwischen den Entscheidungstabellen nur über definierte Schnittstellen besteht, werden Seiteneffekte als Folge von Änderungen in einzelnen Tabellen weitgehend vermieden.

5 Erfahrungen und Ausblick

Das vorgeschlagene System zur strategischen Planung soll dem Unternehmer helfen, die Ausgangssituation seines Unternehmens zu erfassen und zu deuten. Es kann ihm unternehmerische Entscheidungen nicht abnehmen, sondern lediglich vorbereitend im Sinne einer Durchdringung des Möglichkeitsraumes wirken. Viele Einschätzungen werden dabei naturgemäß subjektiv und in vielen Fällen auch recht vage bleiben. Gerade deshalb erscheint es jedoch wichtig, einen Bezugsrahmen zur Verfügung zu stellen, der zu einer Versachlichung des Denkens in einem Bereich beiträgt, in dem bislang überwiegend intuitiv gehandelt wird. Diesem Zweck dient das dargestellte Forschungsprojekt.
Mit Expertensystemen oder wissensbasierten Systemen wurde in den letzten Jahren eine Software-Technologie entwickelt, mit deren Hilfe sich Problemstellungen der geschilderten Art wesentlich besser bearbeiten lassen als mit herkömmlichen Programmiermethoden. Allerdings gestaltet sich mit den derzeit verfügbaren Hilfsmitteln die Umsetzung eines Sachproblems in ein entsprechendes EDV-Programm keinesfalls so einfach wie die Werbeaussagen diverser Software-Anbieter dies vermuten lassen. Nach unseren bisherigen Erfahrungen liegt dabei eines der Hauptprobleme in der Abgrenzung und übersichtlichen Repräsentation der verschiedenen Wissensbereiche. In komplexen Systemen mit einer Vielzahl von Regeln sind Lösungsgänge oft nur schwer nachvollziehbar, was sowohl die Wissensakquisition in der Entstehungsphase als auch die spätere Pflege der Wissensbasis erheblich erschwert. Dabei ist insbesondere letztere von entscheidender Bedeutung, da vielfach "weiches" Erfahrungswissen abgebildet wird, das kontinuierlich fortgeschrieben werden muß.

Aus diesem Grund wurde der Schwerpunkt des vorgestellten Forschungsprojekts zunächst auf die Strukturierung des Gesamtproblems in übersichtliche Teilbereiche gelegt. Das dargestellte Strukturierungskonzept entspricht einem top-down-Ansatz, der es insbesondere gestattet, die verschiedenen Teilbereiche, dem jeweiligen Wissensstand entsprechend, unterschiedlich differenziert abzubilden. Die Entscheidungstabellen als - keinesfalls neue - Darstellungsform unterstützen diese Modularisierung und sind darüber hinaus auch von den zu befragenden Experten leicht zu verstehen. Nicht zuletzt sind sie als Form der Wissensrepräsentation unabhängig von einer bestimmten programmtechnischen Implementation, was im Hinblick auf die Rate der Neuerungen im Bereich der Software-Werkzeuge ebenfalls nicht ohne Bedeutung ist.

Im weiteren Fortgang des Projektes müssen die einzelnen Wissensbereiche durch Diskussionen mit Experten aus Wissenschaft und Beratung weiter mit Inhalt gefüllt, bzw. dieser einer kritischen Überprüfung unterzogen werden. Dabei wird sich auch zeigen müssen, ob das vorhandene und akquirierbare Erfahrungswissen ausreicht, um ein inhaltvolles System zu gestalten; diese Frage läßt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abschließend beantworten. Doch selbst wenn am Ende erhebliche Wissenslücken verbleiben sollten, so bleibt es doch ein Verdienst des Ansatzes, diese und den damit verbundenen Forschungsbedarf aufgezeigt zu haben. Auch in dieser gewissermaßen forschungsleitenden Funktion besteht u.E. eine nicht zu unterschätzende Aufgabe wissensbasierter Systeme.

Literaturverzeichnis

BERNDT, M.: Ein theoretischer Bezugsrahmen für die Planung der Entwicklung von Gartenbaubetrieben. - Forschungsberichte zur Ökonomie im Gartenbau, H. 51. Hannover und Weihenstephan 1984.

HANSSMANN, F.: Was versteht die GSP unter strategischer Planung? - Strategische Planung, Bd. 1. O.O. 1985, S. 151-157.

HARMON, P. und KING, D.: Expertensysteme in der Praxis. - München, Wien 1987.
KERN, W. und SCHRÖDER, H.-H.: Konzept, Methode und Probleme der Wertanalyse. - WISU 8 (1978), S. 375-381.

PORTER, M.E.: Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten. - Frankfurt am Main 1986.

SCHEFE, P.: Künstliche Intelligenz - Überblick und Grundlagen. - Mannheim, Wien, Zürich 1986.

STAUDT, E.: Planung als Stückwerktechnologie. - Göttingen 1979.

STRUNZ, H.: Entscheidungstabellentechnik - Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten bei der Gestaltung rechnergestützter Informationssysteme. - München, Wien 1977.

WATERMAN, D.A.: A Guide to Expert Systems. - Reading (Mass.) 1985.

COMPUTER INTEGRATED FARMING (CIF)
INTEGRATION COMPUTERUNTERSTÜTZTER SYSTEME IM LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEB

von

M. ZILAHI-SZABó, Gießen

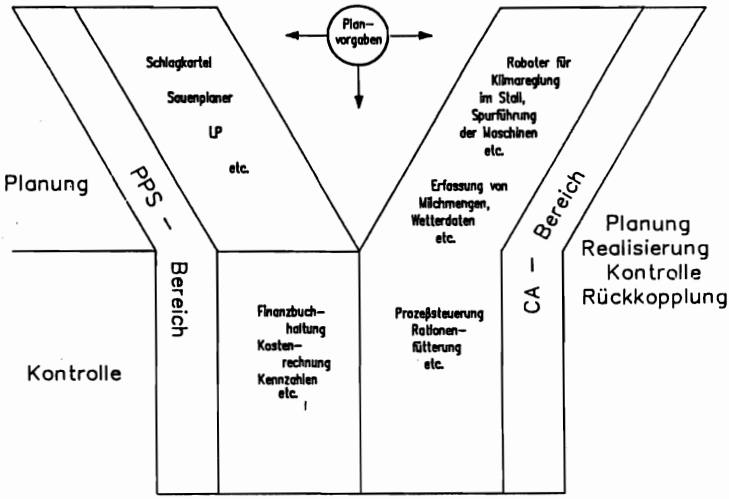
1 Definition eines CIF-Grundkonzeptes

In industriellen Fertigungsbetrieben hat sich in Verbindung mit dem DV-Einsatz der Sammelbegriff CIM (Computer Integrated Manufacturing) eingebürgert. Darunter wird die integrierte Informationsverarbeitung für betriebswirtschaftliche und technische Aufgaben verstanden. Die mehr betriebswirtschaftlich orientierten Aufgaben werden durch das Produktionsplanungs und -steuerungssystem (PPS), die mehr technisch geprägten Aufgaben durch diverse computergestützte Anwendungen, die als CA-Systeme (engl.: computer aided) realisiert sind, abgedeckt. Die Integration der PPS- und CA-Systeme ist eine Zukunftsaufgabe, da die einzelnen Anwendungsprogrammsysteme bislang weitgehend getrennt entwickelt und benutzt worden sind.

Übertragen auf die landwirtschaftliche Produktion bietet sich an, vom Computer Integrated Farming (CIF) zu sprechen. Die Betonung liegt dabei auf dem "I". Zu integrieren sind alle DV-Anwendungsbereiche und damit eine vielschichtige Daten- und Vorgangskette. Hierbei ist es zunächst ohne Bedeutung, ob die Integration selbst auf Mainframes und/oder Mikrocomputern vollzogen wird. Die hieraus resultierende Konzeption wird in Schaubild 1 dargestellt. In Anlehnung an die in industriellen Fertigungsbetrieben übliche Form wird der linke Schenkel des Y für die Planungs- und Steuerungssysteme und der rechte Schenkel des Y für die Produktion direkt beeinflussende Programmsysteme eingerichtet. Dabei bleiben Standardprogrammsysteme, die anwendungsoffen als Software-Hilfen benutzt werden, unberücksichtigt, so die Programme für die Tabellenkalkulation (engl.: spread sheets), Geschäftsgrafik (engl.: business graphics), Textverarbeitung (engl.: word processing) usw.

Computer Integrated Farming folgt in seinem Grundkonzept dem Prinzip der Daten- und Vorgangsintegration, und zwar in weitestgehender Übereinstimmung mit den betrieblichen Strukturen der realen Welt. Die Verwirklichung der Integration bedeutet, daß zwischen den betrieblichen technischen Funktionen im sog. CA-Bereich (Computer Aided) sowie den begleitenden kommerziellen und administrativen Arbeiten im sog. PPS-Bereich (Produktionsplanung und -steuerung) Daten- und Vorgangsverbindungen aufgebaut werden (Schaubild 1). Die für die einzelnen Teilbereiche (Subsysteme) wirkenden Regelkreise (z.B. der Sauenplaner) müssen nun auch untereinander verbunden werden (z.B. der Sauenplaner mit der Rationenfütterung und der Kostenrechnung), weil innerhalb der Ablaufkette technische und betriebswirtschaftliche Teilfunktionen ineinandergreifen.
Erwartete Rationalisierungseffekte treten allerdings erst dann ein, wenn der gesamte

Schaubild 1:



Regelkreis "Unternehmen" geschlossen ist, wenn also alle Subsysteme einem Gesamtsystem untergeordnet werden konnte.

Schaubild 1 belegt, daß mit Hilfe von CIF
- anwendungsunabhängige Datenorganisation
- vorgangsverbundene Bereichseinheiten und
- regelkreisorientierte Arbeitsweise

gekoppelt sein können. Im einzelnen besagen diese Tatbestände die Loslösung von Einzelanwendungen, die Orientierung, die Ausrichtung der Informationsverarbeitung an der ganzheitlichen Problemlösung. Sie machen das Ineinandergreifen betriebswirtschaftlicher und technischer Funktionen in ihrer computergestützten Ausübung. Es ist ein geschlossenes Gebilde, das zeitnah am Arbeitsplatz mit einer gewissen Dezentralisierung der Kompetenzen informationstechnisch gesteuert wird. Einbezogen in dieses Konzept ist auch der administrative Bereich, so daß im Endergebnis ein dreigliedriges Schema nach Schaubild 2 entsteht.

Schaubild 2:

CIF	mehr technische Anwendungen
	mehr betriebswirtschaftliche Anwendungen
	administrative Anwendungen

3 CIF-Komponenten

Das CIF-Modell ist in seinem Aufbau dem sog. CIM-Konzept der Industrie angelehnt.

CIM verfügt prinzipiell über mehr Komponenten als CIF (Schaubild 3). Dabei ist zu berücksichtigen, daß zumindest im technischen Bereich Entwicklungen für die Informationswirtschaft industrieller Fertigungsbetriebe seit längerer Zeit mit sehr hohem Aufwand betrieben werden. Sie sind mitunter klassische Anwendungsgebiete der Datenverarbeitung geworden, während eine ähnliche Entwicklung in der Landwirtschaft erst in den ersten Ansätzen erkennbar wird.

Dem Grundkonzept von CIF (Schaubild 1) sind eine Reihe von branchenspezifischen Anwendungsprogrammen zugeordnet worden, die in ihren gegenwärtigen Ausprägungen isoliert entwickelt und genutzt werden. Es liegt weder eine Daten-, noch eine Vorgangsintegration vor. Der Hauptgrund ist, daß alle diese Programme in der traditionellen, als "klassisch" zu bezeichnenden Weise entstanden sind, in dem sie eine bestimmte Aufgabe (z.B. das Management der Ackernutzung, oder die Prozeßsteuerung in der Futtermittelzuteilung, oder die Regelung des Stallklimas) zu unterstützen haben. Eine nachträgliche Integration solcher bereits anwendungsreifen Programme ist zwar prinzipiell nicht ausschließbar, jedoch nicht realistisch. Schuld daran tragen die völlig verschiedenen Techniken in der Programmentwicklung. Gemeint ist hier weniger die isolierte Handhabung der Aufgabe selbst, sondern vielmehr die benutzten Techniken der Datenspeicherung, -wiedergewinnung, -aktualisierung etc.

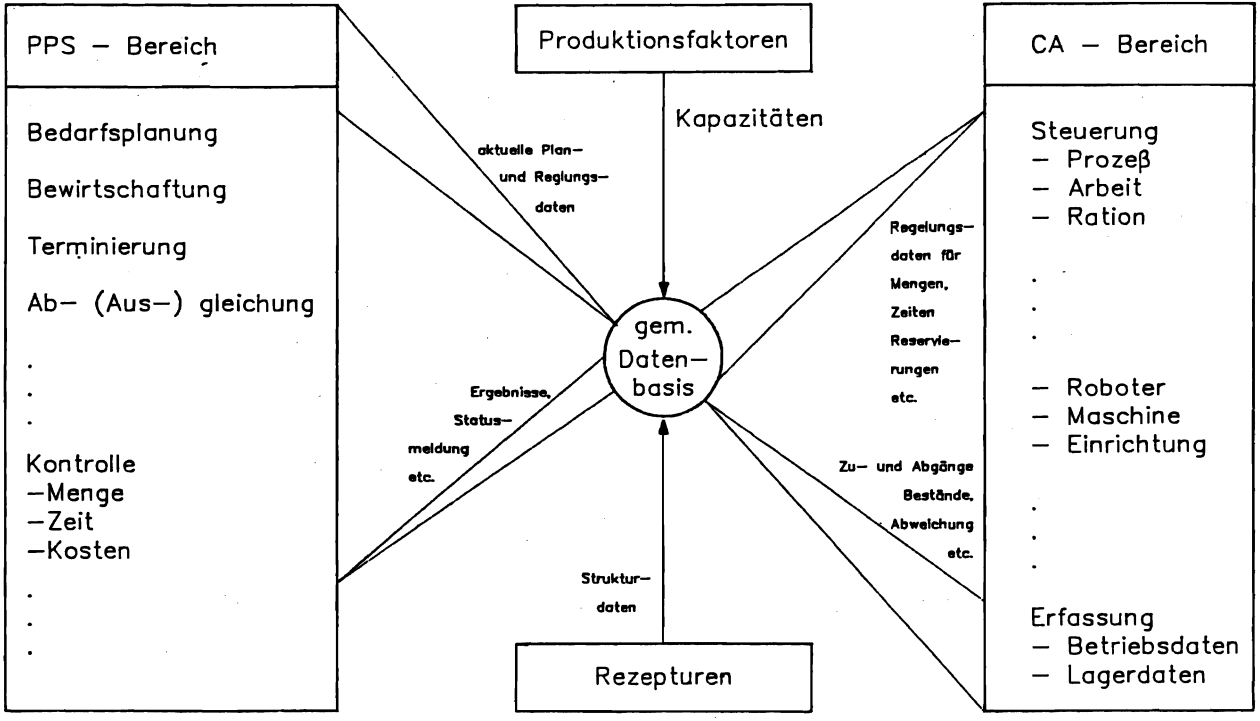
Mit diesen Aussagen ist gleichzeitig eine Wertung der verschiedenen Anwendungsprogrammsysteme aus der Sicht der CIF-Realisierung vorgenommen. Im einzelnen läßt sich folgendes feststellen:

- Programmkonzepte müssen Schnittstellen zur Daten- und Vorgangsintegration inplizit enthalten. Die Schnittstellen sind notwendig, um bei funktionsbezogenen Teilnutzungen von Daten und Programmen den Gesamtzusammenhang (also die Integration!) jederzeit herstellen zu können. Die Herstellung, die Rekonstruktion der Daten- und Programmintegration muß vorwärts- und rückwärts ablaufen; in jeder Auswertung, ebenso an jeder Stelle von Programmabläufen.

- Im Idealfall werden die im CIF-Konzept aufgeführten Anwendungsprogramme aus einem Guß geformt. Diese Aufgabe ist jedoch so umfassend und vielseitig, daß nur größere, eng koordiniert geleitete und zusammenarbeitende Teams in mehrjährigen Arbeiten effektvoll operieren könnten (Möglicherweise müßte hier tatsächlich über die Grenzen hinaus kooperiert werden.).

- Die pragmatische, die umsetzbare Lösung wird eine allmähliche Anpassung der Programme und damit die Annäherung an CIF-Standards zum Inhalt haben müssen. Diese Standards werden Tools (Werkzeuge) sein, ähnlich gewissen Funktionen in Standardanwendungsprogrammen. Sie gewährleisten nicht nur auf unterschiedlichen Techniken (Hardware) einsetzbare Aufgabenlösungen, sondern sie werden jeweils schnellstmöglich an Weiterentwicklungen angepaßt sein. Die Landwirtschaft kann sich - zumindest bei der gegenwärtigen Konkurrenzsituation zwischen den DV-Gesellschaften eine solche Entwicklung weder finanziell, noch potentiell leisten. Es ist jedoch möglich, aus solchen internationalen Standards die "eigenen" zu definieren.

Schaubild 3:


PPS – Bereich
Bedarfsplanung
Bewirtschaftung
Terminierung
Ab– (Aus–) gleichung
Kontrolle
–Menge
–Zeit
–Kosten
Produktionsfaktoren
Kapazitäten
aktuelle Plan– und Reglungs– daten
gem. Daten– basis
Ergebnisse, Status– meldung etc.
Struktur– daten
Rezepturen
Regelungs– daten für Mengen, Zeiten Reservie– rungen etc.
Zu– und Abgänge Bestände, Abweichung etc.
CA – Bereich
Steuerung
– Prozeß
– Arbeit
– Ration
– Roboter
– Maschine
– Einrichtung
Erfassung
– Betriebsdaten
– Lagerdaten

- Dabei scheiden branchenneutrale Anwendungsprogramme prinzipiell aus. Ihre Bedeutung wird nur funktionsbezogen zu sehen sein, insbesondere dann, wenn sie bspw. über freidefinierbare Rahmen für die Codes (z.B. für den Kontenplan) und für die Auswertungen mit integrierten Schnittstellen verfügen und somit in bestehende Programmsysteme nahtlos eingefügt werden können.

- Die Teilung der CIF-Komponenten in zwei Richtungen, PPS und CA ist formeller Natur. Sie folgt den Praktiken des CIM. Der Ausweis von zwei Richtungen bedeutet nicht, daß jedes Anwendungsprogramm der einen oder anderen Richtung zuzuordnen ist. Hier ist vielmehr die erfüllte Funktion ausschlaggebend. Ein charakteristisches Beispiel ist dann gegeben, wenn eine Kostenrechnung (PPS-Bereich) parallel mit dem Entwerfen, Konstruieren (CA-Bereich) abläuft. Erst hier und dadurch wird die Daten-und Vorgangsintegration vollzogen. Daher ist die nachfolgende Unterteilung eine logische Gruppierung, um zu erfüllende Funktionen zu verstehen.

3.1 Die PPS-Komponenten

Die Komponente Produktionsplanung und -steuerung (PPS) ist das Kernstück des computergestützten Fertigungsbetriebes. Wie die englischsprachige Formulierung production planning and scheduling ausdrückt, ist PPS in zwei Bereichen wirksam, im planerischen, vorausschauenden und im steuernden Bereich. Ausgegangen wird von einem Produktionsprogramm, in dem vorhandene Kapazitäten und Bestände integriert berücksichtigt werden. Diesem Produktionsprogramm ist ein gegebener Absatzplan vorangestellt. Steht eine auftragsorientierte Fertigung an, dann greift das PPS bereits in die Auftragssteuerung ein, nimmt Kundenaufträge auf, disponiert Termine, legt Reservierungen fest und ermittelt die ersten Eingangsdaten für das Produktionsprogramm. Aus diesen Informationen - erweitert um die Rezepturen - werden der Primärbedarf, die Reihenfolge des Einsatzes, die Feinterminierung u.a.m. berechnet. Parallel dazu geht der Auftrag und damit die Fertigung in eine Verwaltungsroutine, die sowohl überwachende wie auch regelnde Aufgaben hat. Die Steuerung der Produktion, ebenso die sog. Betriebsdatenerfassung schließen sich an. Damit schließt sich der Informationskreislauf. Primärbedarfsplanung, Material- und Zeitrechnung, Lagerwirtschaft, Kapazitätsabgleichrechnung, Fertigungssteuerung, Betriebsdatenerfassung, sowie Analyserechnungen zeigen die Komplexität von PPS-Systemen. Dies ist zugleich die entscheidende Ursache dafür, daß, obwohl PPS ein klassisches Anwendungsgebiet der Datenverarbeitung ist, trotzdem ein durchgehendes System praktisch nicht existiert. Besonders prägnant ist dies in Betrieben sichtbar, die just-in-time auf Stundenbasis betreiben, wo also die Lagerkapazitäten auf die Zulieferer bzw. Abnehmer abgewälzt sind, wo entstehende Bestände zu Produktionsstops führen. Die angezeigte Einflußnahme auf die Produktionsabläufe deutet an, daß ein umfassendes, integriertes System, beginnend mit der Auftragsannahme, über Planung, Disposition und Einsatz bis zum Vertrieb und zur Verwaltung (Buchführung) reichen kann. Implementiert ist ein solches System jedoch nur in Teilbereichen, so insbesondere hinsichtlich der Materialwirtschaft und des Vertriebs, weniger in einer durchgehenden Logistikkette. Die Komplexität der Aufgaben, die Verflechtung der Teile und die Parallelität der Abläufe sind wichtige Indizien für diese Aussage. Erschwerend kommt hinzu, daß mit sog. Standards nur in ausgewählten Teil-

bereichen gearbeitet werden kann. Die Folge ist, daß für jeden Einzelfall, für jeden Betrieb also, eine eigene Gestaltung erforderlich wird. Das Angebot an Standardsoftware hebt diese Mängel sukzessive auf und es werden verschiedene Konzepte angeboten (KANBAN in Japan u.a.).

Übertragen auf die Belange des landwirtschaftlichen Produktionsbetriebes ist zunächst die generelle Aussage von Bedeutung, wonach eine Art PPS auch für diesen Typ von Fertigungsbetrieben unerläßlich ist. Allerdings gilt hier die als unbefriedigend bezeichnete Lage (Entwicklungs- und Anwendungsstand) ebenso, wie in der Industrie. Eine diesbezügliche Bestandsaufnahme wird nachfolgend entlang den Grundfunktionen gemacht:

- Produktionsprogramme zielgerecht zu steuern (steuern zu können) bedeutet das Vorhandensein eines Plans mit Primärbedarf, Materialbereitstellung, Kapazitätsterminierung, Prioritätsfolgen usw. Ein solcher Plan liegt mit der hier geforderten Korrektheit im Regelfall nicht vor. Immerhin steuern diese Pläne den gesamten Einkauf, den Einsatz vorgehaltener Kapazitäten, der Produktionsfaktoren, verlagern Produktionsumfänge nach Auslastungsgrad von Maschinen etc. Eine gewisse Verbesserung ist künftig von Schlagkarteien, Sauenplanern u.a. zu erwarten. Sie bringen jedoch nur eine Teilentlastung, da sie als "Insel"-Lösungen keine übergreifende Steuerungsaufgaben übernehmen können, die bereichsübergreifend sind. Wenn bspw. Schlag X einen Bedarf an Nährstoff A anmeldet, so kann der Bedarf, bzw. dessen Steuerung, vom Anwendungsprogramm Schlagkartei vorgenommen werden. Dies gilt unabhängig von der Düngerart, da das Programm "auswählen", d.h. aus vorhandenen Kapazitäten an Düngern eine bestimmte Sorte benennen kann. Wenn jedoch erst ein Einkauf getätigt werden muß und dieser Einkauf Budgets zu beachten hat, die ihrerseit wiederum am Finanzplan des Unternehmens hängen, dann ist ein anderer Teilbereich, ein anderes Teilprogramm (Finanzplan/Budgetierung) zuständig, das nicht mit der Schlagkartei verbunden ist. Hier ist außer der Anzeige des Bedarfs nichts mehr möglich.

- Die Fertigungssteuerung wird vergleichsweise zu industriellen Fertigungsbetrieben nur in partiellen Bereichen realisierbar sein. Ein typisches Beispiel kommt aus dem Bereich der Fütterungstechnik. Eine leistungsgerechte Fütterung wird über Vorgabewerte und integrierte Betriebsdatenerfassung gesteuert. Gemessen wird die erbrachte Milchleistung. Sie wird zurückgemeldet zur Entscheidungstabelle, in der erbrachte Leistungen und zu leistende Futtermengen in Beziehung gesetzt sind. Erfolgte Fütterungen werden über die Lagerbuchführung im Einkauf wirksam, Abweichungen werden analysiert, verursachte Kosten gleich berechnet etc. Dadurch schließt sich die Logistikkette.

- Oben ausgeführte Aktivitäten setzen das Vorhandensein aktueller Daten voraus. Sie zu führen, zu verwalten, müßte anwendungsneutral in einer Datenbank erfolgen. Sie müßte die Produktionsprogrammpläne, ebenso alle Details während des Fertigungsprozesses registrieren, vergleichen helfen etc. Änderungen von Fertigungsvorschriften, Arbeitsabläufen und alle in der Logistikkette wirksam werdenden Daten müssen täglich - häufig sogar in kürzeren Zeitabständen - aktualisiert werden. Hieraus entsteht ein Engpaß, der insbesondere von der persönlichen Bereitschaft und dem Kenntnisstand des Betriebs–

leiters abhängen wird. Integrierte Erfassungsvorgänge kommen nur in beschränktem Maße zum Tragen. Hieran werden künftige Teillösungen zu messen sein.

3.2 Die CA-Komponenten

Die gegenwärtig gebräuchlichen CA-Komponenten sind hauptsächlich durch typische Anwendungen industrieller Einzel- und Serienfertigungsbetriebe mit ihren Anwendungen im Konstruieren, Entwerfen etc. belegt. Ähnliche Aufgaben werden sicherlich auch in der Landwirtschaft erkannt. Vorerst treten sie vergleichsweise zu den PPS-Anwendungen in die zweite Reihe. Anders ergeht es Betrieben, die bspw. Geräte, Bauten etc. entwerfen, oder Roboter einsetzen können. Nachfolgender Überblick ist aus Gründen der Vollständigkeit, hier jedoch weitestgehend aus der Prozeßsteuerung zu sehen.

Die Komponente Computer Aided Design (CAD) dient der Unterstützung von Konstrukteuren bei der Konstruktion und der Zeichenerstellung. Unterstützt werden die Berechnungen, die Zeichnungsdokumentation, das Ableiten von Stücklisten aus den Zeichnungen, insbesondere jedoch die Zeichenerstellung, die Darstellung mehrdimensionaler Körper, die Benutzung von Daten früherer Zeichnungen aus einer Datenbasis. Damit ist ersichtlich, daß diese Komponente in keinem direkten Zusammenhang zum CIF stehen kann.

Anders verhält es sich mit der Komponente Computer Aided Planning (CAP) oder Computergestützte Arbeitsplanung. Gemeint ist hier der Arbeitsplan, der den Arbeitsprozeß vom Rohmaterial bis zum Fertigprodukt beschreibt. Arbeitsvorgänge, Rüstzeiten, die Zuordnung von Arbeitsvorgängen auf Betriebsmittel - im Regelfall jedoch bezogen auf die Fertigung - stehen im Vordergrund. Im engeren Sinne werden Tätigkeiten, deren Umfang und Terminierungen kalkuliert, die sich aus CAD ergeben. Werden bei der Fertigung NC-Maschinen eingesetzt, dann wird der Arbeitsplan durch NC-Programme ersetzt bzw. ergänzt. Damit hat diese Komponente eine beschränkte Bedeutung für CIF. Wichtig ist sie für die Ermittlung der Arbeitsfolge, für die Auswahl der Maschinen und deren Hilfsmittel, schließlich für die Bestimmung der Vorgabezeiten.

Die Komponente Computer Aided Manufacturing (CAM) bezeichnet im Regelfall die automatische Steuerung von Werkzeugmaschinen (NC-Maschinen, wobei NC für numerical control steht). In dieser Bedeutung ist sie für CIF ohne Beziehung. Anders verhält es sich, wenn CAM auf die Steuerung von computergestützten Transport-, Lager- und Produktionsmaschinen bezogen wird. Dann gehören Roboter, die Verwaltung von Lagerbehältern (files), die Ein- und Auslagerungen (Simulation), die Optimierung der Lagerbestände, die Steuerung der Transporte nach Zielorten, sowie Mengendaten hinzu. Somit bewegt sich diese Komponente sehr eng im PPS-Bereich und wird im CIF-Konzept auch hier integriert. Besondere Bedeutung hat hier die Prozeßsteuerung, daher könnte auch von CAF (Computer Aided Farming) die Rede sein.

Die letzten beiden Komponenten schließlich, also die computergestützte Informations- und Kommunikationssysteme (Computer Aided Quality Ensur-

a n c e , C A Q) , die sich mit Fragen der Qualitätssicherung und -prüfung beschäftigt, sowie die Instandhaltung, Wartung bzw. die spezielle Form als Sicherungssystem (Call Service) spielen für die landwirtschaftlichen Betriebe eine vernachlässigbare Rolle.

Hieraus folgt, daß im Mittelpunkt des CIF-Konzeptes das PPS-System steht. Zunächst allerdings nicht in einer voll integrierten Form über den Gesamtbetrieb, sondern in Teilbereichen, so in der Außenwirtschaft mittels Schlagkartei, in der Schweinehaltung mittels Sauenplaner, in der Milchviehhaltung mittels Kuhplaner etc. Ziel muß allerdings sein, diese Teilsysteme zusammenzuführen. Einbezogen, wenn auch nur partiell, sollen die Grundsätze der CA-Technologien, also die
- CAD (Computer Aided Design),
- CAE (Computer Aided Engineering),
- CAI (Computer Aided Industry),
- CAM (Computer Aided Manufacturing),
- CAP (Computer Aided Planning),
- CAQ (Computer Aided Assurance),
- CAR (Computer Aided Robotics)

und in direkter Verbindung dazu
- CNC (Computerized Numerical Control) sowie
- DNC (Direct Numerical Control)

soweit sie den landwirtschaftlichen Betrieb tangieren. Ein hoher Integrationsgrad wird insb. zwischen PPS und CAF (stellvertretend für die Prozeßsteuerung) notwendig sein.

Zusammenfassung

Mit Computer Integrated Farming (CIF) wird ein neues Konzept vorgestellt, in dem computerunterstützte Systeme des landwirtschaftlichen Unternehmens den Material und den Wertefluß mit Hilfe von Informationen integrieren. Ziel dieser Integration ist eine bewußte, zielgerichtete Steuerung aller Daten und Vorgänge.
Hinter dem Sammelbegriff CIF verbergen sich somit Anwendungsprogramme, die sowohl den Produktionsprozeß, wie auch die damit eng verbundenen kommerziellen und administrativen Aufgaben unterstützen, planen und steuern helfen. Die Kette setzt bspw. mit der Stallklimaregelung ein, wird über die Erfassung der Produktionsmenge fortgesetzt und führt über die Fakturierung und Finanzbuchhaltung zur Analyse der realisierten Ergebnisse bis hin zu den Planungsrechnungen der Vorgabewerte. Diese Aktionsfolge wird dadurch ermöglicht, daß anstelle von Einzelanwendungen (Insellösungen) und Schnittstellen eine reale Integration von Daten- und Vorgangsketten als Abbild des landwirtschaftlichen Unternehmens nutzbar gemacht wird.

Aufgrund dieser Eigenschaften und Merkmale ist CIF für die Zukunft projeziert und bildet praktisch den Ausgangspunkt aller Bestrebungen dieser Art für und in landwirtschaftlichen Unternehmen.

TECHNISCHE FORTSCHRITTE IN DER LANDWIRTSCHAFT DER INDUSTRIELÄNDER - AKZEPTANZ, ETHISCHE BEWERTUNG

AKZEPTANZ DER ERGEBNISSE TECHNISCHER FORTSCHRITTE DURCH DIE VERBRAUCHER - EMPIRISCHE RELEVANZ

von

R. von ALVENSLEBEN, Kiel und M. STEFFENS, Hannover

Einführung

Die modernen Agrartechnologien sehen sich einer wachsenden und zum Teil schon sehr starken öffentlichen Kritik ausgesetzt. Diese Kritik belastet das Image der Land- und Ernährungswirtschaft und ihrer Produkte. Sie hat darüber hinaus Einfluß auf die Setzung von Forschungsprioritäten. Im folgenden Beitrag werden einige empirische Befunde über die Akzeptanz moderner Agrartechnologien beim Verbraucher vorgestellt und Hypothesen über deren Bestimmungsgründe diskutiert.

Das empirische Material beruht auf mehreren Umfragen, die in den vergangenen zwölf Monaten durchgeführt wurden. Eine ausführliche Präsentation des Datenmaterials und dessen Auswertung sowie eine umfassende theoretische Fundierung und die Diskussion der Probleme der Meßbarkeit von Technikakzeptanz kann im begrenzten Rahmen dieses Referates nicht erfolgen. Hierüber ist zur Zeit ein Forschungsbericht in Arbeit.

Wir orientieren uns in diesem Referat an folgender einfacher Modellvorstellung: Der Grad der Akzeptanz einer Technologie hängt ab
- von der Art der Technik bzw. den Technikfolgen
- von der Persönlichkeitsstruktur der Urteilspersonen
- und davon, wie die Techniken bzw. Technikfolgen von den Urteilspersonen wahrgenommen werden.

Im einzelnen soll folgendermaßen vorgegangen werden: Zunächst wird der unterschiedliche Grad der Akzeptanz einiger ausgewählter Agrartechnologien gezeigt und interpretiert. Im zweiten Teil wird auf einige interpersonelle Unterschiede der Technikakzeptanz eingegangen. Im dritten Teil werden die Wechselwirkungen zwischen Technikwahrnehmung und Technikakzeptanz behandelt.

1 Der Grad der Akzeptanz verschiedener Agrartechnologien

1.1 Empirische Befunde

Die modernen Technologien besitzen einen sehr unterschiedlichen Grad der Akzeptanz in der Öffentlichkeit. Eine im Sommer 1989 durchgeführte Umfrage in Hannover und Kiel brachte für einige ausgewählte Technologien folgendes Ergebnis (s. Übersicht 1):

Überwiegend als nachteilig werden angesehen

- der chemische Pflanzenschutz
- erdelose Kulturen im Gemüseanbau
- Mineraldünger

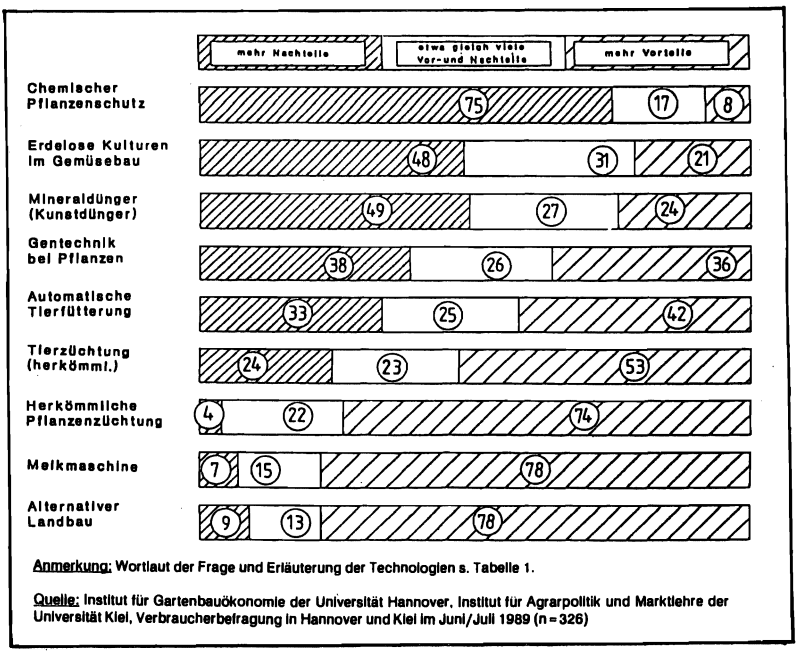
Vor- und Nachteile halten sich die Waage bei der

- Gentechnik bei Pflanzen
- Automatischen Tierfütterung

Überwiegend als vorteilhaft werden angesehen

- die (herkömmliche) Tierzüchtung
- die herkömmliche Pflanzenzüchtung
- die Melkmaschine
- und besonders der alternative Landbau

Übersicht 1: Beurteilung von Agrartechnologien durch den Verbraucher (Angaben in Prozent)



Anmerkung: Wortlaut der Frage und Erläuterung der Technologien s. Tabelle 1.

Quelle: Institut für Gartenbauökonomie der Universität Hannover, Institut für Agrarpolitik und Marktlehre der Universität Kiel, Verbraucherbefragung in Hannover und Kiel im Juni/Juli 1989 (n = 326)

Man kann diese Ergebnisse zusammen mit weiteren Ergebnissen aus anderen Befragungen in ein Schema bringen (vgl. Übersicht 2).

Übersicht 2: Systematik von Agrartechnologien nach ihrer Akzeptanz beim Verbraucher

Art der Technik	Technik an der Pflanze	Technik am Tier
Mechanisierung	Mähdrescher	Melkmaschine
Automatisierung		Automatische Tierfütterung
Züchtung	Herkömmliche Pflanzenzucht	Herkömmliche Tierzucht
Gentechnik	Gentechnik bei Pflanzen	Gentechnik bei Tieren
Chemie	Mineraldünger Pflanzenschutz	Hormone

In diesem Schema ergibt sich von links nach rechts und von oben nach unten eine abnehmende Akzeptanz. Es läßt sich folgendes verallgemeinern:

- Technik an der Pflanze hat eine höhere Akzeptanz als Technik am Tier.
- Mechanisierung wird besser akzeptiert als herkömmliche Züchtung und diese besser als der Einsatz von Agrarchemie.
- Eingeführte Mechanisierungsstufen werden besser akzeptiert als neue Mechanisierungsstufen (Automatisierung).
- Herkömmliche Züchtung wird eher akzeptiert als Gentechnik.

1.2 Versuch einer Interpretation

Zur Interpretation dieser empirischen Befunde sollen folgende Hypothesen zur Diskussion gestellt werden:

1. Die Technikakzeptanz steigt mit dem Grad der Überschaubarkeit der Techniken und Technikfolgen sowie mit der vermuteten Beherrschbarkeit der Technikrisiken.

a. Alte Techniken werden eher akzeptiert als neue Techniken, weil sie aufgrund der Erfahrung überschaubarer und die Folgen eher abzuschätzen sind. Beispiele: Mähdrescher > neue Gemüseerntemaschine; Melkmaschine > Automatische Tierfütterung.

b. Naturnähere Techniken werden eher akzeptiert, weil sie sich in der Natur bewährt haben und deshalb eher überschaubar erscheinen. Beispiel: Freilanderzeugung > Gewächshauserzeugung; Gemüsekultur auf Erde > erdelose Kulturen.

c. Gentechnik und Agrarchemie erscheinen in ihren Folgen besonders wenig überschaubar und beherrschbar.

2. Technologien unterscheiden sich im Grad der persönlichen Betroffenheit, den sie beim Verbraucher auslösen. Je größer die Betroffenheit von den angenommenen negativen Folgen einer Technik, desto geringer ist ihre Akzeptanz beim Verbraucher. Beispiel: Agrarchemie wird im Gegensatz zur Mechanisierung mit Gesundheitsrisiken durch Nahrungsmittel assoziiert, so daß sich die Verbraucher durch sie sehr viel unmittelbarer betroffen fühlen als durch die Mechanisierung.

3. Tierisches Leben hat einen höheren Stellenwert als pflanzliches Leben. Technik am Tier stößt deshalb auf geringere Akzeptanz als Technik an der Pflanze.

4. Die Technikakzeptanz ist weiterhin gering,
- wenn negative Umweltwirkungen erwartet werden (Agrarchemie)
- wenn negative Beschäftigungswirkungen befürchtet werden (weitere Mechanisierung)
- wenn Qualitätseinbußen erwartet werden (erdelose Kulturen)
- wenn kein Nutzen gesehen wird (Ertrags-/Leistungssteigerung bei Agrarüberschüssen)

5. Die Technikakzeptanz ist dagegen höher,
- bei umweltschonenden Verfahren (Gentechnik zur Resistenzzüchtung)
- wenn der Aspekt der Arbeitserleichterung bzw. Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit stärker gesehen wird als die "Arbeitsplatzvernichtung" (alte Mechanisierungstechniken wie Mähdrescher und Melkmaschine)
- wenn die Ertrags- bzw. Leistungssteigerung eher als Mittel zur Verbilligung von Nahrungsmitteln bzw. zur Lösung des Welternährungsproblems gesehen wird (Züchtung ertragreicher Getreidesorten).

2 Interpersonelle Unterschiede in der Technikakzeptanz

Die Umfrageergebnisse zeigen, daß die Meinungen über die Vor- und Nachteile der Agrartechnologien weit gestreut sind. Worauf sind diese interpersonellen Unterschiede in der Technikakzeptanz zurückzuführen? Im folgenden sollen einige Aspekte diskutiert und soweit wie möglich durch empirische Befunde belegt werden. Es sein an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die nachfolgenden Punkte keine vollständige Erklärung der interpersonellen Akzeptanzunterschiede bieten können und noch sehr vorläufigen Charakter haben. Sie sollten als ein Beitrag zur Theoriebildung, die noch in den Anfängen steht, verstanden werden.

2.1 Der Grad der persönlichen Betroffenheit

Eine Technologie wird um so negativer (positiver) bewertet, je stärker der angenommene Grad der persönlichen Betroffenheit durch negative (positive) Folgen der Technik ist.

Beispiele: Eine arbeitssparende Technologie wird
- vom Arbeiter, der seinen Arbeitsplatz verliert, stark negativ
- vom Bauern, dessen Arbeit erleichtert wird, stark positiv
- vom Verbraucher, für den diese Technologie kaum sichtbare Auswirkungen hat, nur schwach positiv oder negativ bewertet.

Durch die Agrartechnologien wird die Gruppe der Verbraucher in ihrer überwiegenden Mehrheit etwa ähnlich betroffen, da die Zahl der im Agrarsektor Beschäftigten inzwischen sehr gering ist. Aus diesem Grund kann der unterschiedliche Grad der Betroffenheit durch arbeitssparende Technologien nur in einem geringen Maße eine Ursache für die interpersonellen Akzeptanzunterschiede sein.

Frauen beurteilen die Agrarchemie tendenziell etwas kritischer als Männer. Eine Ursache könnte sein, daß sie sich im allgemeinen intensiver mit Nahrungsmitteln als die Männer beschäftigen und sich deshalb stärker von den vermuteten negativen Folgen der Agrarchemie betroffen fühlen.

2.2 "Grundvertrauen" in staatliche Autoritäten

Die Beurteilung von Technologien wird weiterhin von einem Faktor bestimmt, den man als "Grundvertrauen" in staatliche Autoritäten und Institutionen bezeichnen kann. Je größer dieses "Grundvertrauen", desto größer ist das Vertrauen in die Expertenaussagen über die Technikfolgen.

Die Ergebnisse unserer Umfrage im Sommer 1989 zeigen eine tendenzielle Bestätigung dieser Hypothese: Die Akzeptanz der Agrartechnologie ist bei Auskunftspersonen mit einem größeren Vertrauen in den Staat und in die staatliche Lebensmittelkontrolle höher als bei Auskunftspersonen mit einem geringen Vertrauen (Übersicht 3, Spalte 3).

Betrachtet man die Entwicklung der beiden letzten Jahrzehnte, so ist zu vermuten, daß das allgemeine Vertrauen in gesellschaftliche Institutionen und Autoritäten abgenommen hat. Umfrageergebnisse scheinen dies zu bestätigen. Von diesem Vertrauens- und Autoritätsschwund sind betroffen: die Parlamente, Gerichte, Polizei, Kirchen, Schulen - aber auch die Wissenschaft und die Lebensmittelkontrolle. Den Aussagen der Wissenschaft und der Lebensmittelkontrolle wird immer weniger geglaubt ("Expertendämmerung"). Dementsprechend wird die Kluft zwischen öffentlicher Meinung und Expertenmeinung größer, worin eine wichtige Ursache für die abnehmende Akzeptanz der modernen Agrartechnologien zu sehen ist.

Übersicht 3: Korrelationen zwischen vier allgemeinen Einstellungsdimensionen (Faktoren) und der Bewertung von Agrartechnologien (Pearsonscher Korrelationskoeffizient)

Wortlaut der Frage: Jede Technik hat ihre Vorteile und Nachteile. Ich nenne Ihnen jetzt einige neuere Techniken in der Landwirtschaft und im Gartenbau. Können Sie mir anhand dieser Skala sagen, bei welcher dieser Techniken die Vorteile oder die Nachteile für die Menschheit überwiegen?

	Technik- und Zukunftsangst	Technikvertrauen	Staatsvertrauen	Wachstum versus Umweltbewußtsein
Chemischer Pflanzenschutz	-.23	.06	.29	.30
Erdelose Kulturen im Gemüsebau 1)	-.09	.18	-.01	.02
Mineraldünger (Kunstdünger)	-.15	.13	.24	.18
Gentechnik bei Pflanzen 2)	-.09	.20	.20	.19
Automatische Tierfütterung	-.14	.24	.24	.18
Tierzüchtung 3)	-.11	.19	.22	.22
Herkömmliche Pflanzenzüchtung 4)	.03	.04	.16	.02
Melkmaschine	-.15	.11	.22	.14
Alternativer Landbau 5)	.19	-.16	-.21	-.28

Weitere Erläuterung der Technologien:

1) das Gemüse wächst nicht mehr in der Erde, sondern auf Steinwolle und wird über eine Nährlösung ernährt
2) die gezielte Veränderung des Erbgutes der Pflanzen, um höhere Erträge oder mehr Widerstand (Resistenz) gegen Schädlinge zu bekommen
3) Verbesserung der Leistungen der Tiere durch Kreuzung und Vermehrung der besten Tiere
4) die Verbesserung der Pflanzen durch Kreuzung und gezielte Vermehrung der Pflanzen mit den besten Eigenschaften
5) der Anbau von Pflanzen ohne chemische Dünge- und Pflanzenschutzmittel

Erläuterung: Die vier Faktoren "Technik- und Zukunftsangst", "Technikvertrauen", "Staatsvertrauen" und "Wachstum versus Umweltbewußtsein", gebildet aus einem Aussagenkatalog mit 18 Statements, repräsentieren grundlegende Werthaltungen der Verbraucher. Die angegebenen Korrelationswerte geben zum einen den Zusammenhang zwischen dem jeweiligen Faktor und der Beurteilung der Agrartechnologien wieder, d.h. je positiver (negativer) die Korrelationen desto positiver (negativer) die Beurteilung der Techniken. Zum anderen verdeutlichen die Korrelationswerte, welche allgemeinen Einstellungsdimensionen bei der Bewertung der einzelnen Technologien von Bedeutung sind.

Quelle: Institut für Gartenbauökonomie der Universität Hannover, Institut für Agrarpolitik und Marktlehre der Universität Kiel, Verbraucherbefragung in Hannover und Kiel im Juni/Juli 1989 (n=326)

2.3 Allgemeines Technikvertrauen

Ein dritter Faktor, der die Akzeptanz landwirtschaftlicher Technologien beeinflußt, ist ein allgemeines Technikvertrauen. Menschen, die sich viel mit Technik beschäftigen, haben oft auch ein größeres Vertrauen in die Lösbarbeit der Menschheitsprobleme durch die moderne Technik und zugleich mehr Zukunftsoptimismus. Dementsprechend beurteilen sie die modernen Agrartechnologien tendenziell positiver als Menschen, die weniger allgemeinens Technikvertrauen besitzen, d.h. zu allgemeiner Technikskepsis und zu Zukunftspessimismus neigen (Übersicht 3, Spalte 1 und 2).

2.4 Vertrautheit mit der Agrartechnik

Weiterhin ist zu erwarten, daß Menschen, die mit den modernen Agrartechnologien mehr vertraut sind, diese stärker als andere Menschen akzeptieren. Eine solche bessere Ver-

trautheit liegt vor allem bei den Anwendern dieser Techniken vor, d.h. bei den Beschäftigten in der Land- und Ernährungswirtschaft. Allerdings haben wir hierüber kein empirisches Material.

Bei langfristiger Betrachtung kann folgende Tendenz bestehen: Mit zunehmender Spezialisierung der Menschen und Komplexität der Technik und bei steigenden Innovationsraten nimmt der Grad der Vertrautheit mit den speziellen Techniken, wie der Agrartechnik, ab. Damit wächst die Unsicherheit. Dieser Verlust an Vertrautheit könnte eine gewisse Rolle bei der abnehmenden Akzeptanz moderner Agrartechnologien durch die Verbraucher gespielt haben.

2.5 Umweltbewußtsein

Moderne Technik wird häufig im Konflikt mit der Natur gesehen. Das gilt auch für viele Agrartechnologien, insbesondere für die Agrarchemie und die modernen Tierhaltungsverfahren. Dementsprechend stehen Menschen mit einem stärkeren Umweltbewußtsein den meisten modernen Agrartechnologien tendenziell kritischer gegenüber (Übersicht 3, Spalte 4). Mit dem stärkeren Umweltbewußtsein ist oft eine ethische Grundhaltung gekoppelt, die sich mit dem Stichwort "Ehrfurcht vor dem Leben" beschreiben läßt, wobei tierisches Leben höher als pflanzliches Leben bewertet wird. Das führt dazu, daß umweltbewußtere Menschen Techniken am Tier häufiger ablehnen - auch wenn sie nicht unbedingt negative Umweltwirkungen haben. Da das Umweltbewußtsein in den letzten Jahren stark gestiegen ist, hat die Akzeptanz der Agrartechnologien, die als umweltfeindlich oder als nicht artgerecht angesehen werden, entsprechend abgenommen.

2.6 Sicherheitsbedürfnis - Risikoakzeptanz

Jede Technik birgt ein Risiko, daß bei ihrer Anwendung Menschen zu Schaden kommen. Die Akzeptanz einer Technik hängt davon ab, wie diese Risiken bewertet werden. Hierbei unterscheiden sich die Menschen in ihrem Sicherheitsbedürfnis und ihrer Risikoakzeptanz. Auch hierüber haben wir noch kein empirisches Material. Jedoch lassen sich aus der allgemeinen Risikoakzeptanzforschung folgende Aussagen ableiten:

Risiken, die man freiwillig trägt, werden als sehr viel weniger bedrohlich empfunden als zugemutete Risiken. Bei freiwillig übernommenen Risiken (z.B. Motorradfahren oder Rauchen) spielt die Illusion der Kontrollierbarkeit hinein, während man sich den zugemuteten Risiken ausgeliefert fühlt. Agrartechnologien, die - wenn auch mit geringer Wahrscheinlichkeit - zu Gesundheitsschäden durch Rückstände in Nahrungsmitteln führen können, gehören in die Gruppe der zugemuteten Risiken. Dementsprechend reagieren viele Verbraucher äußerst sensibel und neigen u.U. dazu, eine Nahrungsmitteltechnologie mit einem "Fast-Null-Risiko" zu fordern - obwohl sie u.U. im Bereich der freiwillig übernommenen Risiken sehr viel mehr Risikobereitschaft besitzen.

Es liegt auf der Hand, daß Verbraucher mit einem höheren Sicherheitsbedürfnis und

geringerer Risikoakzeptanz die modernen Agrartechnologien kritisch beurteilen. Zugleich ist davon auszugehen, daß das Risikobewußtsein der Verbraucher in den letzten Jahren erheblich gewachsen ist - ein weiterer Faktor, der zur abnehmenden Akzeptanz der modernen Agrartechnologien beigetragen hat. Die Gründe für das gewachsene Sicherheitsbedürfnis sind sehr vielfältig und können an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden.

3 Die Wechselwirkung zwischen Wahrnehmung und Akzeptanz

Zwischen der Akzeptanz einer Technologie und ihrer Wahrnehmung gibt es eine Wechselwirkung. Die Wahrnehmung von Meinungsgegenständen ist subjektiv und auf Grund der allgemeinen Reizüberflutung und begrenzter Informationsverarbeitungskapazität des Menschen notwendigerweise auch selektiv. Dieser nimmt bevorzugt solche Informationen wahr, die seinen Bedürfnissen entsprechen. Irrelevante Informationen werden vernachlässigt und unangenehme gemieden (Wahrnehmungsabwehr). Eine Erklärung liefert die Theorie der kognitiven Konsistenz. Der Verbraucher sucht eine kognitive Dissonanz zu vermeiden, indem er bevorzugt solche Informationen wahrnimmt, die kognitive Konsistenz bei der Beurteilung von Meinungsgegenständen erzeugen. Hierbei kommt es zu folgender Wechselwirkung zwischen Wahrnehmung und Akzeptanz von Technologien: Liegt ein positives (negatives) Vorurteil über eine Technologie vor, so führt dies zu einer positiv (negativ) verzerrten Wahrnehmung der Technikfolgen und damit zu einer Stabilisierung des positiven (negativen) Vorurteils. Dieses Phänomen wird in der Marketing-Literatur als Halo(=Heiligenschein)-Effekt diskutiert.

Die uns vorliegenden Umfrageergebnisse deuten darauf hin, daß bei der Beurteilung von Agrartechnologien sowohl positive als auch negative Halo-Effekte eine Rolle spielen. Auskunftspersonen, die bereits ein negatives (positives) Gesamturteil über eine Technologie besitzen, neigen im allgemeinen zu einer negativeren (positiveren) Wahrnehmung von einzelnen Folgen dieser Technologie.

4 Zusammenfassung

Die modernen Agrartechnologien werden vom Verbraucher zunehmend kritisch beurteilt. Überwiegend als nachteilig werden angesehen: der chemische Pflanzenschutz, Mineraldünger und erdelose Kulturen im Gemüsebau. Vor- und Nachteile halten sich die Waage bei der Gentechnik bei Pflanzen und der automatischen Tierfütterung. Überwiegend als vorteilhaft werden angesehen: die (herkömmliche) Tierzüchtung, die herkömmliche Pflanzenzüchtung, die Melkmaschine und besonders der alternative Landbau. Tendenziell besitzen Techniken an der Pflanze eine bessere Akzeptanz als Techniken am Tier. Es wird versucht, Hypothesen über die Akzeptanzunterschiede zwischen den Technologien abzuleiten sowie die wichtigsten Ursachen für interpersonelle Unterschiede in der Technikakzeptanz darzustellen. Zwischen der Akzeptanz von Techniken und ihrer Wahrnehmung gibt es eine Wechselwirkung (Halo-Effekte). Das empirische Material für die Untersuchung beruht auf verschiedenen Verbraucherumfragen in den vergangenen zwölf Monaten.

TECHNISCHER FORTSCHRITT IM WIDERSTREIT ZWISCHEN ÖKONOMISCHEN, ÖKOLOGISCHEN UND ETHISCHEN ZIELEN - AUS DER SICHT VON MIKROÖKONOMEN

von

A. HEIßENHUBER und H. PAHL, München-Weihenstephan

1 Ökonomische Aspekte des technischen Fortschritts

Die Nutzung des technischen Fortschritts kann eine Produktionssteigerung bei gleichbleibendem Aufwand, eine Kostensenkung bei konstantem Ertrag oder eine Kapazitätsausweitung bewirken (vgl. REISCH und ZEDDIES, 1983, S. 26). Hinsichtlich der Konsequenzen des technischen Fortschritts spielen die agrarpolitischen Rahmenbedingungen eine wesentliche Rolle. Auf weitgehend unbeeinflußten Märkten (z.B. dem Eier- und Schweinemarkt) werden die positiven Auswirkungen der Nutzung des technischen Fortschritts an die Verbraucher in Form sinkender Preise und steigender Produktionsmengen weitergegeben (vgl. von URFF, 1982). Demgegenüber waren die Märkte für Milch und Rindfleisch lange Zeit dadurch gekennzeichnet, daß zu Preisen, die weit über dem Weltmarktniveau festgelegt wurden, unbegrenzte Mengen abgesetzt werden konnten. In diesem Falle verblieben die Vorteile der Nutzung des technischen Fortschritts beim Landwirt. Die Steuerzahler wurden mit den Kosten der Überschußbeseitigung belastet, und der Verbraucher hatte die über dem Weltmarktniveau liegenden Preise zu bezahlen. In der Zwischenzeit wurden beim Rindfleisch die Interventionsmechanismen mehr und mehr ausgehöhlt, so daß sich steigende Produktionsmengen mittlerweile auch auf den Preis auswirken.

Als dritte typische Situation gelten Märkte mit weitgehend festgelegten Preisen und Mengen, wie sie z.B. für Zucker und seit 1984 auch für Milch anzutreffen sind. Der technische Fortschritt kann hier nicht zu einer Angebotserhöhung führen, folglich verbleibt dem Landwirt nur der Vorteil einer Kostensenkung bzw. die Möglichkeit einer Ausweitung des Angebotes anderer Produkte über die Nutzung freigewordener Kapazitäten. Für den Verbraucher hat bei Produkten mit Angebotskontingentierung die Nutzung des technischen Fortschritts unmittelbar keine positive Wirkung.

Aus dem Zusammenwirken von technischem Fortschritt, Entwicklung der Nachfrage und staatlicher Einflußnahme resultiert die Produktpreisentwicklung. Dabei ist für den Eierpreis von 1959/60 bis 1986/87 sogar nominal ein geringfügiger Rückgang zu beobachten. Der Schweinepreis liegt 1986/87 nominal etwa 20 % über dem Niveau von 1959/60. Eine deutlichere Preissteigerung war bei Milch und Rindfleisch zu verzeichnen, wobei aber der Rindfleischpreis seit 1982/83 stark rückläufig ist.

Zur Verdeutlichung der Wirkung des technischen Fortschritts soll im folgenden die Situation von vier ausgewählten Modellbetrieben für Anfang der 60er Jahre ("1960") und Ende der 80er Jahre ("1990") gegenübergestellt werden (s. Übersicht 1).

Übersicht 1: Umfang ausgewählter Produktionsverfahren zur Erwirtschaftung eines den jeweiligen Lebenshaltungskosten entsprechenden Gewinns

Tierart	Milchkühe		Mastbullen		Mastschweine		Legehennen	
Jahr	"1960"	"1990"	"1960"	"1990"	"1960"	"1990"	"1960"	"1990"
Tierzahl (St.)[1]	16	31	30	180	100	1 750	1 000	20 000
Arbeitszeitbedarf (Akh/J.)	2 100	2 200	1 500	1 800	1 500	1 400	2 000	2 900
Flächenbedarf (ha)[2]	15	30	15	45	10	65	8	70
Kapitalbedarf (DM) nominal	40 000	220 000	30 000	530 000	15 000	475 000	20 000	600 000
(Gebäudeneubau) real[3]	40 000	86 000	30 000	208 000	15 000	186 000	20 000	236 000
Gewinnrate (%)	30	27	20	8	28	8	22	5

Berechnungsgrundlagen: Milchviehhaltung: Milchleistung 3 400 bzw. 4 750 kg/Jahr; Erzeugerpreis 0,35 bzw. 0,70 DM je kg. Bullenmast: Maissilagemast: Mastabschnitt 125 - 550 kg LG (900 g/Tag) bzw. 125 - 600 kg LG (1 100 g/Tag); Erzeugerpreise 2,20 bzw. 4,30 DM/kg LG. Schweinemast: Getreidemast; Mastabschnitt 20 - 110 kg LG (600 g/Tag; FVW 1 : 4,0) bzw. 20 - 105 kg (630 g/Tag; FVW 1 : 3,2); Erzeugerpreise 2,35 bzw. 2,60 DM/kg LG. Legehennenhaltung: 15- bzw. 12monatige Umtriebszeit; Legeleistung 200 bzw. 270 Eier/Legehenne u. Jahr; Futterverbrauch 230 bzw. 160 g/Ei; Erzeugerpreis 0,17 bzw. 0,12 DM/Ei.
1) Gehaltene bzw. verkaufte Tiere pro Jahr. - 2) Bei Milchkühen für Grundfutterproduktion ausschließlich Grünland, ansonsten ausschließlich Ackerland. - 3) Unter Berücksichtigung des Preisindex der Lebenshaltungskosten.

Quelle: Abelein, 1986; Blohm, 1964, Blohm u. Jungehülsing, 1964; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten; Hirsch, 1962; Jungehülsing, 1963; KTBL, 1987 u. 1988; KTL, 1966; Kühn, 1962; Müller, 1964; Ruhrstickstoff, 1963 u. 1988; Schmitten, 1989; Statistisches Bundesamt; ZMP und eigene Berechnungen.

Diesen beiden betrieblichen Situationen liegt zugrunde, daß "1960" und "1990" ein den Lebenshaltungskosten (7 300 DM/J. bzw. 36 400 DM/J.) entsprechendes Einkommen erwirtschaftet wird (vgl. STAT. BUNDESAMT).

Aus den Angaben in Übersicht 1 lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Zur Erwirtschaftung eines etwa fünfmal so hohen Einkommens ("1990" gegenüber "1960") ist unter den definierten Bedingungen die Tierzahl um das zweifache (bei Milchkühen) bzw. zwanzigfache (bei Legehennen) zu erhöhen. Die entsprechenden Werte bei Mastbullen und Mastschweinen liegen dazwischen. Die erforderliche Arbeitszeit hat sich in den vier Modellbetrieben trotz der Bestandsausweitung, mit Ausnahme der Legehennen, kaum erhöht. Demgegenüber läßt sich teilweise ein im Vergleich zur Gewinnentwicklung überproportionaler Anstieg bezüglich des Kapitalbedarfes für Gebäudeinvestitionen (Neubau) feststellen. So ist in der Milchkuhhaltung "1990" im Vergleich zu "1960" nominal nur etwa der fünffache Betrag, in der Bullenmast dagegen ein knapp zwanzigfacher und in der Schweinemast sowie der Legehennenhaltung ein dreißigfacher Betrag für Neubauinvestitionen erforderlich. Aus den geschilderten Zusammenhängen resultiert, daß der Anteil des Gewinns am Verkaufserlös während der letzten 30 Jahre tendenziell kleiner geworden ist, wobei der Rückgang bei der Milchkuhhaltung am geringsten ausfiel.

Im weiteren soll die Frage untersucht werden, welche Aufstockungsrate für Gebäudeinvestitionen und Tierzahl "1960" bzw. "1990" zur Erwirtschaftung eines dem Anstieg der Lebenshaltungskosten entsprechenden Gewinnzuwachses erforderlich ist (vgl. Übersicht 2). Wie die Berechnungen am Beispiel der Schweinemast ergeben, war bzw. ist für einen Gewinnanstieg um 500 DM/J. (1960) bzw. 1 000 DM/J. (1990), entsprechend ca. 400 DM zu Preisen von 1960, ein zusätzliches Gebäudekapital von 1 000 DM bzw. 9 000 DM (entsprechend ca. 3 500 DM zu Preisen von 1960) bzw. eine zusätzliche Produktion von 7 bzw. 33 Mastschweinen notwendig.

Übersicht 2: Methodische Vorgehensweise zur näherungsweisen Ermittlung des Kapitalbedarfs für eine Bestandsaufstockung bei gegebenen Preis-Kosten-Änderungen

Beziehungen:

$$K = \frac{L_t \cdot S - G_t \cdot V}{g_{t+1}} \cdot \frac{K_{T(t+1)}}{y_{T(t+1)}}$$

$$\text{mit} \quad V = q - \frac{q - p}{g_t}; \quad g_{t+1} = \frac{G_t + G_t \cdot V}{y_{t+1}}; \quad y_{t+1} = y_t + y_t \cdot p$$

Definitionen:

V:	Änderungsrate des Gewinns (G) zwischen Jahr t und t+1
q:	Änderungsrate des Aufwandes (x) zwischen Jahr t und t+1
p:	Änderungsrate des Ertrages (y) zwischen Jahr t und t+1
S:	Änderungsrate der Ausgaben für Lebenshaltung (L) zwischen Jahr t und t+1
g_t:	Gewinnrate im Jahr t
g_{t+1}:	Gewinnrate im Jahr t+1 (vor der Bestandsaufstockung)
y_{t+1}:	Ertrag im Jahr t+1
$y_{T(t+1)}$:	Ertrag je Tier bzw. je Tier und Jahr im Jahr t+1
$K_{T(t+1)}$:	Gebäudekapital je Tier im Jahr t+1 (= Gebäudekapital je Platz: Umtriebe pro Jahr)
K:	Bedarf an Gebäudekapital zur Bestandsaufstockung

In den bisherigen Überlegungen wurden ausschließlich ökonomische Aspekte des technischen Fortschritts aus einzelbetrieblicher Sicht untersucht. Im folgenden soll am Beispiel eines Rindermastbetriebes im süddeutschen Raum erörtert werden, welche Nebeneffekte mit der konsequenten Nutzung des technischen Fortschritts verbunden sein können.

2 Ökologische Aspekte der Nutzung des technischen Fortschritts

Die zur Deckung steigender Lebenshaltungskosten notwendige Bestandsaufstockung (vgl. Übersicht 1) erfordert entsprechend höhere Futtermengen, die z.B. in einem Rindermastbetrieb aus Kostengründen häufig durch Ausweitung der betrieblichen Grundfutterproduktion, überwiegend in Form von Silomais, bereitgestellt werden. Damit einher geht meist ein Rückgang der Grünlandfläche, was wiederum mit einer Einschränkung der Artenvielfalt verbunden ist. Darüber hinaus kann durch das Zusammenwirken von hohen Maisanteilen, Ausbringung überhöhter Güllemengen und Verwendung stark bodenbelastender Arbeitsgeräte vornehmlich auf schwereren Böden eine Schädigung der Bodenstruktur beobachtet werden. Als weitere Nebeneffekte sind auf exponierten Standorten vermehrte Schäden durch Bodenerosion anzutreffen. Während sich Bodenabtrag und Bodenstrukturschäden, wenn auch erst mittel- und langfristig, auf den Gewinn des Betriebes auswirken, haben die darüber hinaus auftretenden Belastungen von Grund- und Oberflächenwasser durch Nährstoffe und Pflanzenschutzmittel, der Atmosphäre durch NOx sowie der Wege, Gräben und Straßen durch erodierte Bodensubstanz bislang keinen Einfluß auf das Einkommen. Die Besonderheit einiger dieser außerbetrieblichen, die Ökosysteme belastenden Immissionen besteht häufig darin, daß sie bis zu einem bestimmten Grade abgebaut bzw. abgepuffert werden können. Sobald die laufenden Immissionsbelastungen die Abbaugrenze jedoch überschreiten, führt dies zu einer Akkumulierung der Immissionsbelastung und ab einem bestimmten Niveau auch zu Schäden, bei hohem Akkumulationsgrad sogar zu irreversiblen Schäden, z.B. dem Aussterben einer Art (vgl. SPRÖSSER, 1988, S. 81 ff). Durch den Zeitunterschied zwischen Beginn der Immissionsbelastung und Eintritt der Schäden läßt sich der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung oftmals nur mehr schwer nachvollziehen.

Die Nutzung des technischen Fortschritts hat, wie am Beispiel der Rindermast erläutert wurde, zu einer dreifachen Externalisierung von Effekten geführt (vgl. SIMONIS, 1985, S. 216):

- Verlagerung von Kosten auf Dritte bzw. die Gesellschaft (z.B. durch Wasserbelastung),

- Verlagerung von Kosten auf zukünftige Generationen (z.B. durch Bodenabtrag) und

- Verlagerung von Kosten auf die Natur (z.B. durch Artenschwund).

Diese negativen externen Effekte bleiben in betriebswirtschaftlichen Betrachtungen meist unberücksichtigt. Aus dieser Tatsache heraus ergibt sich die Frage, wie ein Optimum zu definieren ist, das auch die Belange des Umwelt- und Naturschutzes berücksichtigt. Dabei lassen sich eine volkswirtschaftliche und eine (aus der Sicht des Umwelt- und Naturschutzes) ökologische Betrachtungsweise unterscheiden. Nach dem wohlfahrtstheo-

retischen Ansatz ist die optimale Umweltqualität dort gegeben, wo die Grenzkosten einer Verbesserung der Umweltqualität dem gesellschaftlichen Grenznutzen entsprechen (vgl. WICKE, 1989, S. 361). Aus der ökologischen Sicht würde man die Umweltqualität als optimal bezeichnen, wenn der Erhalt eines landschaftsspezifischen Artenreichtums, eine möglichst hohe Selbstregulationsfähigkeit ökologischer Systeme und ein möglichst geringer Stoffaustrag gegeben sind (vgl. PFADENHAUER, 1988, S. 51 ff).

Beide Ansätze mögen die gleiche Umweltqualität zum Ergebnis haben. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht jedoch darin, daß sich Kostenänderungen beim wohlfahrtstheoretischen Ansatz auf die Lage des Optimums auswirken, während beim ökologischen Ansatz das Niveau der Umweltqualität vorgegeben ist. Generell dürfte es außerordentlich schwer sein, für die Umweltqualität insgesamt Grenznutzen und Grenzkosten zu berechnen. In der Praxis wird man sich daher auf einzelne Bereiche, z.B. die Wasserqualität, beschränken und versuchen, in Abhängigkeit davon die Kosten zur Erreichung bestimmter Niveaus an Umweltqualität zu quantifizieren, um darauf basierend Abgaben bzw. Ausgleichszahlungen festzulegen. Als Anhaltspunkt für die "anzustrebende" Umweltqualität dient häufig das mit dem "Stand der Technik" erreichbare Niveau. Dieses muß im Laufe der Zeit entsprechend der technischen Möglichkeiten fortgeschrieben werden, sofern die jeweilige Umweltqualität noch nicht befriedigt.

Eingangs wurde der technische Fortschritt als Verbesserung der Relation von Ertrag zu Aufwand definiert. Eine differenzierende Definition des technischen Fortschritts wird von SPRÖSSER (1988, S. 206 ff) vorgeschlagen, und zwar die Unterscheidung in "umwelttechnischen Fortschritt" und "produktivitätserhöhenden technischen Fortschritt". Aus der Kombination der beiden Arten des technischen Fortschritts ergeben sich, z.B. im Falle der Landwirtschaft, folgende drei Situationen:

- Erhöhung des umwelttechnischen Fortschritts bei Reduzierung des produktivitätserhöhenden technischen Fortschritts (z.B. Verbesserung der Wasserqualität durch Verringerung der Düngermenge und daraus resultierendem Ertragsrückgang),

- gleichzeitige Erhöhung des umwelttechnischen Fortschritts und des produktivitätserhöhenden technischen Fortschritts (z.B. Ertragssteigerung mit neuen, krankheitsresistenten Getreidesorten) und

- Reduzierung des umwelttechnischen Fortschritts bei Steigerung des produktivitätserhöhenden technischen Fortschritts (z.B. Ertragssteigerung mit einer neuen, krankheitsanfälligeren Getreidesorte).

Die drei Bereiche könnten aus gesellschaftspolitischer Sicht bei Überschußproduktion auch als konfliktfrei, konfliktarm bzw. konfliktträchtig bezeichnet werden (vgl. von URFF, 1982). In welche Richtung sich der technische Fortschritt entwickelt, hängt einerseits von den gegebenen Innovationsmöglichkeiten und andererseits von den "Preisverhältnissen" ab. Die optimale Kombination der beiden Richtungen des technischen Fortschritts ist theoretisch dann gegeben, wenn das Grenzprodukt der einen "Fortschrittsart" dem Grenzprodukt der anderen "Fortschrittsart" entspricht. Durch Preise und Internalisierung der externen Effekte wird die Richtung entsprechend beeinflußt. Je

höher der Nutzen des umwelttechnischen Fortschritts bewertet wird, desto mehr wird sich der technische Fortschritt bei entsprechenden staatlichen Einflußnahmen in diese Richtung bewegen.

3 Ethische Aspekte des technischen Fortschritts

Für die Bewertung des technischen Fortschritts ist die ethische Grundhaltung von wesentlicher Bedeutung. Im folgenden soll auf die anthropozentrische und die physiozentrische Auffassung näher eingegangen werden (vgl. ALTNER, 1985; HAMPICKE, 1987; JONAS, 1984 und 1988; MEYER-ABICH, 1985; REITER, 1988; SCHWEITZER, 1981; TEUTSCH, 1987; WEINSCHENCK, 1986, 1987, 1988 und 1989; WEINSCHENCK und LAUN, 1983; WEINSCHENCK und WERNER, 1987). Aus anthropozentrischer Sicht ist der Mensch "Herrscher" über die Natur. Diese dient in erster Linie der Befriedigung seiner Bedürfnisse. Hier wird die Frage gestellt, inwieweit "etwas" dem Menschen nützlich ist. Demgegenüber bleibt aus physiozentrischer Sicht der Mensch der Natur untergeordnet. Die außermenschliche Natur hat einen eigenen Rechtsanspruch. Der Versuch einer Abgrenzung zwischen beiden Ansichten führt zu Problemen dergestalt, daß eine anthropozentrische Sicht mit langfristigen Perspektiven der physiozentrischen Betrachtungsweise näher steht als eine anthropozentrische Sicht mit eher kurzfristig motiviertem Verhalten. Zur Veranschaulichung sollen im folgenden Beispiele für die zwei Handlungsstrategien gegenübergestellt werden (siehe Übersicht 3). Bei den tendenziell einer anthropozentrischen Grundhaltung entsprechenden Beispielen steht die Abwägung von Kosten und Nutzen im Vordergrund. Den mehr einer physiozentrischen Grundhaltung entsprechenden Beispielen liegen betriebsextern vorgegebene Ziele zugrunde.

Übersicht 3: Vergleich unterschiedlicher Handlungsstrategien

Schutzgüter	tendenziell anthropozentrisch	tendenziell physiozentrisch
BODEN	Erosionsschutzmaßnahmen kommen nur zur Anwendung, wenn deren Kosten niedriger sind als die durch Bodenerosion verursachten Kosten (Ertragsverluste).	Bewirtschaftung hat so zu erfolgen, daß der Bodenabtrag einen festgelegten Toleranzwert nicht übersteigt.
WASSER	Die optimale Düngungsintensität ist gegeben, wenn Grenzkosten gleich Grenzertrag.	Durch Düngen darf das Grundwasser nicht über einen bestimmten Grenzwert hinaus belastet werden.
ARTENVIELFALT	Fruchtfolgegestaltung erfolgt so, daß ein maximaler Gewinn erzielt wird.	Fruchtfolgegestaltung hat so zu erfolgen, daß die landschaftsspezifischen Arten und ihre Gemeinschaften erhalten werden.
NUTZTIERE	Belegdichte in einem Stall ist dann optimal, wenn der Gewinn ein Maximum erreicht.	Der Stall muß ein weitgehend artgerechtes Verhalten des Tieres ermöglichen.

Bei der Entscheidung für eine der beiden Handlungsstrategien darf sich der Mensch angesichts der heute sehr weitreichenden, teilweise irreversiblen Konsequenzen des tech-

nischen Fortschritts der Verantwortung gegenüber Umwelt und Nachwelt, d.h. gegenüber der Schöpfung in ihrer Gesamtheit, nicht entziehen (vgl. GRÜNDEL, 1980; JONAS, 1984 u. 1988; REITER, 1988). Diese Verpflichtung ist denn auch mehr als Aufgabe der Gesellschaft als einer Verantwortungsgemeinschaft von Individuen zu sehen. Sie kann dieser Verantwortung nur gerecht werden, wenn sie Rahmenbedingungen schafft, bei denen ein individuell bzw. einzelbetrieblich "vernünftiges" Verhalten nicht den gesellschaftspolitischen Zielen zuwiderläuft. Die Aufgabe der Ökonomen besteht zum einen darin, die wirtschaftlichen Konsequenzen unterschiedlicher Anforderungsniveaus (z.B. hinsichtlich der Umweltqualität oder des Tierschutzes) zu kalkulieren, um damit für die Gesetzgebung Entscheidungshilfen zu liefern. Zum anderen sind für den Einzelbetrieb im Rahmen der vorgegebenen Restriktionen optimale Betriebsorganisationen zu errechnen.

Literaturverzeichnis

ABELEIN, R.: Praktische Hühnerhaltung. - München 1986.

ALTNER, G.: Umwelt - Mitwelt - Nachwelt. Umweltethik als Voraussetzung individuellen und gesellschaftlichen Handelns. - In: JÄNICKE, M., SIMONIS, U.E. und WEIGMANN, G. (Hrsg.): Wissen für die Umwelt. Berlin, New York 1985.

BLOHM, G.: Angewandte Landwirtschaftliche Betriebslehre. 4. Auflage. - Stuttgart 1964.

BLOHM, G. und JUNGEHÜLSING, H.: Futterbau und Rindviehhaltung. Organisation, Kosten, Rentabilität. - Hamburg, Berlin 1964.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Verschiedene Jahrgänge. - Münster-Hiltrup.

GRÜNDEL, J.: Sittliches Handeln als Antwort auf Gottes Anruf. - In: Akademische Bonifatius-Vereinigung (Hrsg.): Lebendiges Zeugnis 35 (1980) H. 2.

HAMPICKE, U.: Ethik, Natur und Neoklassische Ökonomie. - In: BIEVERT, B. und HELD, M. (Hrsg.): Ökonomische Theorie und Ethik. Frankfurt am Main, New York 1987.

HIRSCH, K.: Preise und Kosten landwirtschaftlicher Gebäude. - München-Wolfratshausen 1962.

JONAS, H.: Das Prinzip der Verantwortung. 1. Auflage. - Frankfurt am Main 1984.

JONAS, H.: Technik, Ethik und Biogenetische Kunst. - In: Gesellschaft Gesundheit und Forschung e.V. (Hrsg.): Ethik und Gentechnologie. Frankfurt am Main 1988.

JUNGEHÜLSING, H.: Grundsätze der Betriebsorganisation in grünlandstarken Betrieben. - Hamburg, Berlin 1963.

KÜHN, W.: Die Rentabilität der Legehennenhaltung. - Hamburg, Berlin 1962.

Kuratorium für Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): Datensammlung für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. 10. Auflage. - Münster-Hiltrup 1987.

Kuratorium für Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL): KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft. 14. Auflage. - Münster-Hiltrup 1988.

Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft e.V. (KTL): Taschenbuch für Arbeitswirtschaft. - Münster-Hiltrup 1966.

MEYER-ABICH, K.M.: Im Sozialen Frieden zum Frieden mit der Natur. - In: JÄNICKE, M., SIMONIS, U.E. und WEIGMANN, G. (Hrsg.): Wissen für die Umwelt. - Berlin, New York 1985.

MÜLLER, H.: Geflügelwirtschaft. 3. Auflage. - Radebeul 1964.

PFADENHAUER, J.: Naturschutzstrategien und Naturschutzansprüche an die Landwirtschaft. - In: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.): Berichte der ANL 12. Laufen/Salzach 1988.

REITER, H.: Ethische Aspekte der Genforschung und Gentechnologie. - In: Gesellschaft Gesundheit und Forschung e.V. (Hrsg.): Ethik und Gentechnologie. Frankfurt am Main 1988.

REISCH, E. und ZEDDIES, J.: Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre. Band 2. - Stuttgart 1983.

Ruhr-Stickstoff AG (Hrsg.): Faustzahlen für die Landwirtschaft. 5. Auflage. - Münster-Hiltrup 1963.

Ruhr-Stickstoff AG (Hrsg.): Faustzahlen für die Landwirtschaft. 11. Auflage. - Münster-Hiltrup 1988.

SCHMITTEN, F. et al.: Handbuch Schweineproduktion. 3. Auflage. - Frankfurt am Main 1989.

SCHWEITZER, A.: Kultur und Ethik. Sonderausgabe. Kap. XXI. - München 1981.

SIMONIS, U.E.: Ökologische Orientierung der Ökonomie. - In: JÄNICKE, M., SIMONIS, U.E. und WEIGMANN, G. (Hrsg.): Wissen für die Umwelt. Berlin, New York 1985.

SPRÖSSER, S.: Wirtschaftswachstum und Umweltschutz: Eine theoretische und empirische Analyse der Zielbeziehungen. - München 1988.

Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland. Versch. Jahrg. - Stuttgart, Mainz.

TEUTSCH, G.M.: Mensch und Tier: Lexikon der Tierschutzethik. - Göttingen 1987.

URFF, W. von: Der technische Fortschritt in der Landwirtschaft aus einzel- und gesamtwirtschaftlicher Sicht. - Bayer. Landw. Jahrb. 59 (1982), SH. 2, S.26-46.

WEINSCHENCK, G.: Ethische, analytische und wirtschaftspolitische Fragen zum Thema Landwirtschaft und Landschaft. - Berichte über Landwirtschaft 64 (1986), H. 3, S. 398-407.

WEINSCHENCK, G.: Agrarpolitik im Konflikt mit ökonomischer und ökologischer Vernunft. - In: Markus-Verlagsgesellschaft (Hrsg.): Beiträge zur Konfliktforschung 17 (1987) H. 1.

WEINSCHENCK, G.: Ökonomik des sorgsamen Umgangs mit Tieren. - Unveröffentlichtes Manuskript. Hohenheim 1988.

WEINSCHENCK, G.: Den Schöpfungsauftrag neu hören oder das Grundverhältnis des abendländischen Menschen zum Sein neu denken? - Referat anläßlich der 21. Umwelttagung. Hohenheim 1989.

WEINSCHENCK, G. und LAUN, H.: Ethik und Ökonomik des Tierschutzes in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. - Agrarwirtschaft 32 (1983), H. 3, S. 69-76.

WEINSCHENCK, G. und WERNER, R.: Prinzipien einer ökologisch orientierten Agrarpolitik. - In: URFF, W. von und ZAPF, R. (Hrsg.): Landwirtschaft und Umwelt - Fragen und Antworten aus der Sicht der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Münster-Hiltrup 1987.

WICKE, L.: Umweltökonomie: Eine praxisorientierte Einführung. 2. Auflage. - München 1989.

Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle der Deutschen Landwirtschaft: ZMP-Bilanz Eier und Geflügel. Verschiedene Jahrgänge. Bonn.

Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle der Deutschen Landwirtschaft: ZMP-Bilanz Getreide-Futtermittel. Verschiedene Jahrgänge. Bonn.

Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle der Deutschen Landwirtschaft: ZMP-Bilanz Milch. Verschiedene Jahrgänge. Bonn.

Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle der Deutschen Landwirtschaft: ZMP-Bilanz Vieh und Fleisch. Verschiedene Jahrgänge. Bonn.

HAUPTSTRÖMUNGEN ZUR ETHISCHEN BEWERTUNG TECHNISCHER FORTSCHRITTE IN DER LANDWIRTSCHAFT

von

J. ZICHE, Freising-Weihenstephan

Vor fünfzehn Jahren veröffentlichte der australische Philosophieprofessor John Passmore einen Aufsatz, dessen inzwischen ins Deutsche übertragener Titel lautet: Den Unrat beseitigen. Überlegungen zur ökologischen Mode (PASSMORE, 1980, S. 207-246). Der Titel hört sich so an, als habe ein zorniger John Passmore die Worte eigens geprägt, um eine Mode seiner Zeit zu geißeln, er hat sie aber entlehnt und zwar bei John Locke und will sich wie es Locke mit seinen berühmten aufklärerischen Schriften über die menschliche Erkenntnis Ende des 17. Jahrhunderts versucht hatte, "als Hilfsarbeiter (zu) betätigen, dessen Aufgabe es ist, etwas sauber zu machen und von dem Unrat zu befreien, der auf dem Weg zum Wissen liegt" (PASSMORE 1980, S. 207). Wer PASSMOREs Aufsatz studiert, wird finden, daß er ein tüchtiger Hilfsarbeiter gewesen ist, nur hat sich der gleiche Unrat seitdem erneut angesammelt, und heute stehe ich kleiner Agrarprofessor wieder vor einer ähnlichen Aufgabe wie damals der bedeutende John Passmore und einst der große John Locke: Hauptströmungen zur ethischen Bewertung technischer Fortschritte in der Landwirtschaft zu entdecken in einer Wirrnis wuchernder Gedankenläufe, erscheint aussichtslos, solange nicht der Unrat abgeräumt ist.

Was schon PASSMORE störte, aber inzwischen üppig weiterwucherte, ist - wie Passmore bemerkt (ebd. S. 207) - der "mystische 'Unrat', die Ansicht, Mystizismus könne uns retten, wo die Technik versagt. Wissenschaft und Technik, Demokratie und freies Unternehmertum wurden stets angefeindet, Mystizismus, Primitivismus und autoritäres Verhalten hatten stets ihre Anhänger", und PASSMORE fährt fort, sie hätten ihre Anhänger heute dort, wo der ökologisch begründete Protest "als eine neue machtvolle Waffe in dem alten Kampf zwischen Rationalismus und Mystizismus" eingesetzt würde. Mit dieser Waffe kämpft PASSMOREs Meinung nach FRASER-DARLING, wenn er "uns (...) zu überzeugen versucht, daß der Westen seine ökologischen Probleme nur lösen könne, indem er sich der 'Ganzheitsphilosophie' bediene" und östliche Weisheiten über eine Heilige Natur annehme (vgl. FRASER-DARLING, 1980, S. 9-19).

Hier nun beginnt sich die Wirrnis der Gedankenläufe doch schon in zwei Strömungen zu teilen: eine dem Mystizismus und eine dem Rationalismus zustrebende. Die dem Rationalismus zustrebende Richtung gehorcht einer Ethik, die sich in der bekannten jüdisch-christlichen Tradition am Menschen und seinem Wohlergehen orientiert und darum anthropozentrisch und utilitarisch heißt. Verteidiger dieser Richtung argumentieren, "daß das anthropozentrische Fundament der herkömmlichen westlichen ethischen Systeme für eine wirksame und konsequente Übernahme von Umweltverantwortung durchaus ausreiche, darüber hinaus jedoch den Vorzug biete, mit dem vorherrschenden naturwissenschaftlichen Weltbild besser verträglich zu sein" (BIRNBACHER, 1980, S. 6). Darum neigen Naturwissenschaftler und an derem Denken orientierte Menschen am stärksten anthropozentrischen ethischen Entwürfen zu wie jeder z.B. bei den Autoren der Reihe

"Ethik der Wissenschaften" (LENK u.a.) oder "Dimensionen der modernen Biologie" (NAGL 1987, MOHR, 1987) oder in Publikationen der großen wissenschaftlichen Gesellschaften (vgl. z.B. Max-Planck-Gesellschaft, 1984) nachlesen kann. Anthropozentrisch ist auch - nach wie vor - die Ethik des menschlichen Verhaltens gegenüber der Natur, die von den christlichen Kirchen vertreten wird (vgl. Kirchenamt ..., 1985).

Die dem Mystizismus zustrebende Richtung fordert, "daß wir zur Bewältigung der aktuellen und für die Zukunft zu erwartenden Umweltprobleme (...) lernen sollten, die außermenschliche Natur stärker als Selbstzweck statt als bloße Ressource für die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse wahrzunehmen und zu behandeln" (BIRNBACHER, 1980, S. 5). Folglich heißen entsprechende ethische Entwürfe "nicht-anthropozentrisch", gelegentlich auch "physiozentrisch" oder "biozentrisch", weil der Mensch darin nur noch als bloßes Stück Natur, nicht mehr als eigenständiges Gegenüber zur Natur vorkommt. Bekannte Vertreter dieser Richtung sind Klaus M. MEYER-ABICH (z.B. 1986), Robert SPAEMANN (z.B. 1980) oder der anfangs erwähnte FRASER-DARLING. Autoren dieser Richtung plädieren vielfach für ein "Eigenrecht der Natur auf menschliche Hege und Pflege" (BIRNBACHER, 1980, S. 6), operieren öfter mit einem "konturlosen Lebensbegriff" (KLUGE, 1988, S. 51) und verlangen eine "deutliche Kurskorrektur" in Wissenschaft und Technik: diese seien, so MEYER-ABICH, "durch die Gefährdung der Lebensbedingungen der heutigen Welt dazu herausgefordert, der ausdrücklichen Bewertung des Erkannten - als gesund oder ungesund im komplementären Naturzusammenhang des menschlichen Lebens - neben der Erkenntnis anderer Seinsweisen als einem neuen Erkenntnisideal Raum zu geben" (MEYER-ABICH, 1989, S. 126). Von solcher Kurskorrektur wäre der technische Fortschritt stark betroffen, denn nur noch als "gesund im komplementären Naturzusammenhang des menschlichen Lebens" erkannter technischer Fortschritt wäre mit dieser Ethik vereinbar. Je weiter wir der mystischen Strömung folgen, desto weniger Erscheinungsformen des technischen Fortschritts gelten noch als "gesund", und umso mehr Eingriffe in den Naturzusammenhang erscheinen ethisch verwerflich. Schließlich fallen ganze wissenschaftliche Disziplinen unter ethische Verdikte wie z.B. die Nuklearphysik, die Genforschung, die Chemie und mit ihnen die Agrarwissenschaft, zu deren Wesen es ja gehört, in großem Umfang Erkenntnisse der biologischen und chemischen Disziplinen praktisch anwendbar zu machen.

Je weiter wir der rationalistischen Strömung folgen, desto seltener werden ethische Skrupel gegen technischen Fortschritt geäußert. Die Extrema beider Strömungen, also überhaupt keine menschlichen Eingriffe in die Natur bzw. alle machbaren menschlichen Eingriffe sind ethisch zulässig, werden heute nur von Außenseitern vertreten. So viele vermittelnde Positionen zwischen den beiden divergierenden Strömungen sind seit dem Ausbruch der "ökologischen Mode" bezogen worden, daß sich daraus im Laufe der Jahre eine dritte ethische Hauptströmung gebildet hat. ROHRMOSER (1980) trifft den Kern ihres Wesens, wenn er sie so charakterisiert: der Mensch hat keine absolute Überlegenheit über die Natur, er muß seine Einheit mit der Natur anerkennen, ohne daß er sich deswegen aus seiner Verantwortung für die Natur entläßt. "Verantwortlich umgehen mit der Natur kann aber nur der Mensch, der sich zu beherrschen weiß. Wer unter der Abhängigkeit und Diktatur seiner eigenen Lebensbedürfnisse steht, ist nicht fähig zu einem pfleglichen, verantwortbaren und ethisch begründeten Umgang mit der Natur" (ROHRMOSER,

1981, S. 203). Verantwortung ist der Schlüsselbegriff der dritten ethischen Hauptströmung.

Was diese Verantwortung uns zu tun gebietet und was sie uns verbietet, darüber gehen die Meinungen auseinander. Was sich mit ihr auf keinen Fall verträgt, ist die häufig zu beobachtende Schizophrenie unseres Bewußtseins. ROHRMOSER bringt als Beispiel für diesen Zustand: "Auf einem ihrer Kongresse haben sie (die neuen alternativen Bewegungen, Verf.) die Rettung des letztmöglichen Grashalms gefordert und gleichzeitig die Tötung ungeborenen Lebens freigegeben" (ROHRMOSER, 1981, S. 203). Die Unvereinbarkeit der von vielen Protestgruppen unserer Gesellschaft gutgeheißenen Praxis der Abtreibung mit Forderungen der gleichen Gruppen nach dem Verbot von Tierversuchen prangert NAGL (1987, S. 142) an und MOHR (1987, S. 158) wundert sich über Juristen und Theologen, die "mit Scharfsinn und Eifer über Sterbehilfe, extrakorporale Befruchtung und über die imaginären Probleme einer Gentechnologie am Menschen (diskutieren), ohne sich von der Tatsache beirren zu lassen, daß in unserem Land pro Jahr mehr als 200 000 legale Abtreibungen vorgenommen werden. Die meisten dieser Abtreibungen ("soziale Indikation") bedeuten die absichtliche Tötung eines genetisch gesunden Menschen in seiner vorgeburtlichen Zeit". Ein groteskes, aber leider gar nicht abwegiges Beispiel führt der katholische Theologe ROCK (1980, S. 92) an: "Ein Jugendlicher montiert den Auspuff seines Motorrads ab, fährt durch eine Wohnsiedlung und genießt dabei den so erzeugten höllischen Lärm der Maschine. Danach rast er auf demselben Vehikel zu einer Umweltschutzinitiative, die gegen eine Flughafenerweiterung protestiert und demonstriert, weil sie die damit verbundene zusätzliche Lärmbelästigung für unzumutbar hält". Alle diese schizophrenen Demonstranten handeln verantwortungslos und können darum gar nicht glaubwürdig sein. Das wissen auch die Kirchen: "Das gewachsene Umweltbewußtsein ist freilich nicht frei von Widersprüchen: Vielen Menschen ist nur unzureichend bewußt, wie sehr ihre progressive ökologiepolitische Meinung und ihr persönlicher Lebensstil auseinander klaffen (...). Verantwortung wahrnehmen für die Schöpfung bedeutet also Disziplin und Einschränkung. Es führt zu schöpferischen Aktivitäten, beispielsweise zu sozialem und politischem Engagement, das sich freilich von sektiererischen und skurrilen Auswüchsen freihalten sollte" (Kirchenamt..., 1985, S. 44).

Wie Verantwortung verstanden wird, gerät zur Wasserscheide zwischen zwei entgegengesetzten Strömungen zur ethischen Bewertung des technischen Fortschritts: eine läuft in Richtung "totaler Immobilismus" (WILD, 1985, zitiert bei MOHR, 1987, S. 155), eine in Richtung "(Forschungs-)Freiheit". Als ein Kronzeuge der "immobilen" Strömung gilt der Philosoph Hans JONAS, nicht ganz zu Recht wie jeder finden wird, der sein Buch "Das Prinzip Verantwortung" (1979) tatsächlich von vorn bis hinten durchstudiert hat. JONAS begründet, warum wir heute nur dann verantwortlich handeln, wenn wir jede Handlung unterlassen, an deren Unschädlichkeit wir begründete Zweifel hegen. Solche Zweifel beschleichen viele Menschen angesichts der modernen Hochtechniken von Biologie, Pharmazie und Kernphysik, ganz besonders aber angesichts dessen, was sie von modernen Agrartechniken hören. Hans JONAS empfiehlt deshalb, den technischen Fortschritt zu verlangsamen und auf die Anwendung gewisser Techniken überhaupt zu verzichten. Darin sind ihm auch andere Denker gefolgt, vor allem aber Mitglieder und Sympathisanten der alternativen Szene. Dort sind JONAS' Ideen vergröbert und in Anweisungen für praktisches Handeln, "Wissenschaftssturm", "Widerstand im Alltag", "Verzicht, Boy-

kott, kritischer Konsum" (EURICH, 1988, S. 189 ff) umgesetzt worden, nicht selten im Namen einer "neuen Wissenschaftlichkeit".

Dagegen verstehen Vertreter des geltenden Wissenschaftsverständnisses ihre Verantwortung folgendermaßen (vgl. z.B. SAß, 1985; MOHR, 1987; NAGL, 1987): Natürlich dürfen wir in der Wissenschaft nicht alles tun, was wir innerhalb der Grenzen unserer Leistungsfähigkeit tun könnten. "Die vom Grundgesetz garantierte Freiheit der Wissenschaft wird durch den ebenfalls in der Verfassung festgeschriebenen sittlichen Minimalkonsens, der die Menschenwürde garantiert, eingeschränkt" (MOHR, 1987, S. 154). Die Verantwortung für Mensch und Umwelt ist somit selbstverständlicher Bestandteil des wissenschaftlichen Ethos. Sich solchermaßen verantwortlich fühlende Wissenschaftler müssen symmetrisch argumentieren, also nicht nur immer und immer wieder prüfen, welche (Rest-)Risiken wir eventuell eingehen, wenn wir neue Techniken anwenden, sondern mit derselben Sorgfalt prüfen, welche Versäumnisse wir auf uns nehmen, wenn wir z.B. auf Gentechnik in der Landwirtschaft verzichten. WILD (1985, zitiert bei MOHR, 1987, S. 155) spitzt das Argument zu: "Wenn wir immer und unter allen Umständen der Unheilsprophezeiung den Vorrang vor der Heilsprophezeiung einräumen, wie das Hans JONAS fordert, dann führt das zu einem totalen Immobilismus, denn wir durchschauen die Folgewirkungen unserer Handlungen niemals in allen ihren Konsequenzen" - und technischer Fortschritt wäre künftig ausgeschlossen. Ohne technischen Fortschritt, der ihre Ernährung und Energieversorgung aufrechterhält, kann aber die Menschheit nicht einmal in ihrem heutigen Umfang erhalten werden. Wir sind dazu verdammt, mit der Technik vorwärts zu schreiten, was selbstverständlich überhaupt nicht bedeutet, mit solchen technischen Ansätzen weiterzuarbeiten, die erkennbar gegen die Natur gerichtet sind.

"Neue Techniken erfordern neue und umfangreichere Verantwortungen", stellt SAß (1985, S. 59) fest und folgert daraus " eine Intensivierung der öffentlichen Diskussion über die Mittel und Möglichkeiten der Technik und über die kulturellen und sittlichen Normen, gemäß deren wir den Technikgebrauch steuern und beherrschen wollen". Darin pflichten ihm alle Wissenschaftler bei, die sich öffentlich in die Ethikdebatten eingeschaltet haben, und viele politische und gesellschaftliche Organisationen. Die Kirchen haben meiner Ansicht nach dazu die ausgewogenste Aussage formuliert, wenn sie fordern: "Bildungsbemühungen des Staates, der Kirchen und der gesellschaftlichen Gruppen müssen Zusammenhänge deutlich machen, Lebensmöglichkeiten und Fertigkeiten vermitteln und Beratungsarbeit leisten. (...) Zugleich muß auch ein 'negativer Bildungsprozeß' zum Stillstand gebracht werden, der mit problematischen Leitbildern der Anspruchsmentalität und Selbstdurchsetzung das Verhalten des Individuums in hohem Maße prägt. (...) Die Bildungsbemühungen müssen eine fundierte und offene Information der Bevölkerung einschließen und auf eine problembewußte Umweltverantwortung abzielen, sollten also nicht Teil einer fragwürdigen politischen Indoktrination sein" (Kirchenamt ..., 1985, S. 44).

Mit derartigen Bildungsbemühungen steht es, was den technischen Fortschritt in der Landwirtschaft anlangt, nicht nur meiner eigenen Erfahrung nach sehr schlecht. "Die modernen Agrartechnologien sehen sich einer wachsenden und zum Teil schon sehr starken öffentlichen Kritik ausgesetzt. Diese Kritik belastet das Image der Land- und

Ernährungswirtschaft und ihrer Produkte. Sie hat darüber hinaus Einfluß auf die Setzung von Forschungsprioritäten", stellt von ALVENSLEBEN (1989) fest. LÜCKEMEYER und PETERS sowie de HAEN und ZIMMER (beide 1989) bestätigen, daß Teile der Bevölkerung dazu neigen, Fortschritt im Agrarbereich sogar vollkommen abzulehnen. Ob es hier überhaupt eine Lösung geben kann, bezweifle ich, denn diese Kritik beruht oft auf mangelndem Wissen. Das Wissen des einzelnen Menschen wird aber immer mehr zum Stückwerk, je rasanter das Wissen der Menschheit wächst. "Dadurch kommt es, daß nicht nur die 'Laien' Wissenschaft nicht mehr verstehen, sondern daß sich auch Wissenschaftler untereinander nicht mehr verständlich machen können" (NAGL, 1987, S. 135). "Die unvorstellbare Zunahme an Wissen - und damit an Macht - macht die Verantwortung zum zentralen Moment einer neuen, dem wissenschaftlich-technischen Zeitalter entsprechenden Ethik", folgert daraus nicht nur der Biologe NAGL (1987, S. 137). Ob eine solche Ethik wirklich das Prädikat "neu" verdient, wird auch in kirchlichen Kreisen diskutiert. Beide Kirchen sprechen in ihren offiziellen Stellungnahmen zu unserer Verantwortung für die Schöpfung nirgends von einer neuen Ethik, ja könnten das auch niemals, ohne ihren theologischen Grundsätzen untreu zu werden. Die Kirchen zeigen allerdings, "daß der christliche Glaube eine vertiefte Sicht der Umwelt als Schöpfung erschließt und unserem Denken und Handeln einen neuen umfassenderen Sinnhorizont eröffnet" (Kirchenamt ..., 1985, S. 31).

Einer anthropozentrischen Strömung, die unsere Verantwortung betont, neigen - soweit ich sehen kann - die meisten Wissenschaftler zu, die sich in der letzten Zeit zur Ethik geäußert haben. Neu ist daran eigentlich nichts, denn dieselben ethischen Regeln, die für jedes menschliche Verhalten in einer säkularen, pluralistischen Gesellschaft gelten, reichen auch für die sittliche Bewertung gentechnischer und fortpflanzungstechnischer Maßnahmen aus, meint MOHR (1987, S. 168) und John PASSMORE (1980, S. 228 ff) weist die These zurück, "daß der Westen jetzt nicht nur einen neuen Naturbegriff, sondern ein neues Arsenal von ethischen Grundsätzen brauche, die ihm als Leitfaden in seinem Verhältnis zur Natur dienen könnten, (...) was er eher braucht, ist keine neue Ethik, sondern ein konsequentes Festhalten an einer Ethik, die ihm durchaus vertraut ist", neue Verhaltensweisen seien viel wichtiger als neue ethische Grundsätze.

Eine neue Hauptströmung zur ethischen Bewertung technischer Fortschritte, die die ganze Wirrnis an Gedankenläufen aufnimmt, von der ich am Anfang sprach, wird sich demnach wohl nicht bilden. Die Diskussion über ethische Normen wird somit vielschichtig bleiben, vor allem wird sie intensiver werden, "nicht weil wir die Technik zu weit getrieben haben, sondern weil wir die Verantwortung nicht weit genug getrieben haben", wie SAß (1985, S. 60) sagt. Ich halte die deutsche Agrarwissenschaft in geistiger Hinsicht für schlecht gerüstet, um sich in dieser Diskussion zu behaupten.

LITERATURVERZEICHNIS

ALVENSLEBEN, R. von: Akzeptanz der Ergebnisse technischer Fortschritte durch die Verbraucher - empirische Relevanz. Vortrag auf der 30. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Braunschweig-Völkenrode 1989.

BIRNBACHER, D. (Hrsg.): Ökologie und Ethik. - Stuttgart 1980.

EURICH, C.: Die Megamaschine. Vom Sturm der Technik auf das Leben und Möglichkeiten des Widerstandes. - Darmstadt 1988.

FRASER-DARLING, F.: Die Verantwortung des Menschen für seine Umwelt. - In: BIRNBACHERR, D. (Hrsg.): Ökologie und Ethik. Stuttgart 1980, S. 9-19.

de HAEN, H. und ZIMMER, Y.: Umweltverträglichkeit technischer Fortschritte in der Landwirtschaft - Institutionelle Voraussetzungen, Wirtschaftlichkeit, Verbreitung -. Vortrag auf der 30. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Braunschweig-Völkenrode 1989.

JONAS, H.: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. - Frankfurt am Main 1979.

Kirchenamt der Evangelischen Kirche in Deutschland und Sekretariat der Deutschen Bischofskonferenz (Hrsg.): Verantwortung wahrnehmen für die Schöpfung. Gemeinsame Erklärung des Rates der Evangelischen Kirche in Deutschland und der Deutschen Bischofskonferenz. - Gütersloh 1985.

KLUGE, T.: Haltlose Ethik. - In: Ästhetik und Kommunikation, Heft 69. Gentechnologie. Die Macht der Wissenschaft über die Phantasie des Alltags. Berlin 1988, S. 47-53.

LENK, H., STAUDINGER, H.J. und STRÖKER, Elisabeth (Hrsg.): Ethik der Wissenschaften. Bisher Band 1-8. - München, Paderborn, Wien, Zürich 1984 - 1989.

LÜCKEMEYER, M. und PETERS, W.: Bewertung technischer Fortschritte im Agrarbereich und Möglichkeiten der politischen und administrativen Steuerung. Vortrag auf der 30. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Braunschweig-Völkenrode 1989.

Max-Planck-Gesellschaft (Hrsg.): Verantwortung und Ethik in der Wissenschaft. - Symposium der Max-Planck-Gesellschaft auf Schloß Ringsee/Tegernsee vom Mai 1984. Berichte und Mitteilungen, Heft 3. München 1984.

MEYER-ABICH, K.M.: Dreißig Thesen zur Praktischen Naturphilosophie. - In: LÜBBE, H. und STRÖKER, E. (Hrsg.): Ökologische Probleme im kulturellen Wandel. Ethik der Wissenschaften, Band 5. München, Paderborn, Wien, Zürich 1986, S. 100-108.

MEYER-ABICH, K.M.: Die Herausforderung der Wissenschaft durch die Gefährdung der Lebensbedingungen der wissenschaftlich technischen Welt. - In: FRANKE, L. (Hrsg.): Wir haben nur eine Erde. Darmstadt 1989, S. 117-127.

MOHR, H.: Natur und Moral. Ethik in der Biologie. - In: NAGL, W. und WUKETIT, F.M. (Hrsg.): Dimensionen der modernen Biologie. Band 4. Darmstadt 1987.

NAGL, W.: Gentechnologie und Grenzen der Biologie. - In: NAGL, W. und WUKETIT, F.M. (Hrsg.): Dimensionen der modernen Biologie. Band 1. Darmstadt 1987.

PASSMORE, J.: Den Unrat beseitigen. Überlegungen zur ökologischen Mode. - In: BIRNBACHER, D. (Hrsg.): Ökologie und Ethik. Stuttgart 1980, S. 207-246.

ROHRMOSER, G.: Zäsur, Wandel des Bewußtseins. - Stuttgart 1980.

ROHRMOSER, G.: Macht euch die Erde untertan !? Die Frage nach der Schöpfungstheologie. - Land aktuell 33 (1981), Heft 8/9, S. 199 - 203.

SAß, H.-M.: Vom Ethos der gentechnischen Manipulation. - In: LENK, H. (Hrsg.), Humane Experimente? Genbiologie und Psychologie. Ethik der Wissenschaften, Band 3. München, Paderborn, Wien, Zürich 1985, S. 46-60.

SPAEMANN, R.: Technische Eingriffe in die Natur als Problem der politischen Ethik. - In: BIRNBACHER, D. (Hrsg.): Ökologie und Ethik. Stuttgart 1980, S. 180-206.

WILD, W.: Die Auswirkungen des grün-alternativen Wissenschaftsverständnisses auf die Forschung. - Vortrag auf dem 5. Bildungspolitischen Forum des Bundes Freiheit der Wissenschaft 1985, zitiert bei MOHR (1987).

TECHNISCHE FORTSCHRITTE IN DER LANDWIRTSCHAFT DER ENTWICKLUNGSLÄNDER - (FALLSTUDIEN)

PRODUKTIVITÄTSERHÖHUNG UND MECHANISIERUNG DER URUGUAYISCHEN MILCHWIRTSCHAFT

von

H. GAESE, Köln

1 Einleitung

Die Anwendung des technischen Fortschritts verläuft in einem großen Land wie Brasilien ganz anders als in einem kleinen Land wie Uruguay, nicht nur wegen unterschiedlicher Kombination der Produktionsfaktoren. Ein Agrarland wie Uruguay mit 3.01 Mill. Einwohnern, von denen 85 % in Städten wohnen (davon wiederum der größte Teil in Montevideo), einer relativ ausgeglichenen Sozialstruktur und hohem Bildungsstand, kann den technischen Fortschritt schneller lenken als große Länder.

Andererseits hat Uruguay in den letzten zwanzig Jahren große wirtschaftliche und politische Erschütterungen erlebt, die den Entwicklungsprozeß erheblich störten. Gerade aber zur Überwindung der z.T. exogenen wirtschaftlichen Schwierigkeiten wiederum wird der technische Fortschritt benötigt. Die Entwicklung der Milchwirtschaft ist hierfür ein gutes Beispiel, weil sie einerseits nicht zu den traditionell wichtigen Zweigen des Agrarsektors gehört, aber z.B. über die Weide- und Futterwirtschaft engstens verknüpft ist mit dem traditionellen Rindfleisch- und Wollsektor.

2 Bedeutung und Entwicklung der Milchproduktion

2.1 Agrarpolitik, Produktion und Nachfrage

Die Agrarpolitik Uruguay ist von der Notwendigkeit gekennzeichnet, das Land von der einseitigen Exportstruktur (Rindfleisch, Wolle) zu befreien und die Devisenbeschaffung, besonders angesichts der hohen Auslandsverschuldung, abzusichern. Seit den siebziger- und achtziger Jahren spielt die Milchwirtschaft im Rahmen der Diversifizierungspolitik eine wachsende Rolle auch für den Export. Dabei läßt sich ein erhebliches Wachstum der Gesamtproduktivität der Milchproduktion verzeichnen, das durch einen Technologieschub in der Futter- und Weidewirtschaft in Uruguay zustande kommt. Die Marktorientierung der Betriebe steigt, heute beliefern fast 80 % aller Milchbetriebe die Molkereien, deren Erfassungsstruktur in den letzten zehn Jahren wesentlich ausgebaut wurde. Dies gilt nicht nur für die auch heute noch mit ca. 80 % der erfaßten Milch dominierende Großgenossenschaft CONAPROLE. Diese ist vom Staat stark beeinflußt und hatte bis 1982 sogar das Versorgungsmonopol von Montevideo. Die Aufhebung des Monopols gab anderen privaten Molkereien die Möglichkeit, neue Erfassungsgebiete aufzubauen, Voraussetzung für die marktorientierte räumliche Ausdehnung der Milchproduktion (CINVE, o.J.).

Der Anteil der Trinkmilch an der Gesamtproduktion (ca. 850 Mill. ltr. im Durchschnitt der letzten fünf Jahre) ist bis auf 30 % gesunken. Bereits seit den fünfziger Jahren zeigt der Trinkmilchbedarf keine wesentlichen Veränderungen mehr. Der Milchkonsum liegt bei kaum mehr wachsender Bevölkerung mit 230 l/Kopf an sechster Stelle in der Welt. Der Pro-Kopf-Verbrauch zeigt weder große regionale noch einkommensklassenbezogene Unterschiede. Größere Unterschiede sind nur bei verschiedenen Milchprodukten zu verzeichnen und zwar um so größer, je höherwertig die Produkte sind. Entsprechend höher liegen auch die Einkommenselastizitäten der Nachfrage nach höherwertigen Produkten, was auf potentielle Nachfrage nach Milchprodukten auch auf dem Binnenmarkt schließen läßt (CINVE, o.J.; CINVE, 1985; CINVE, 1986; MAP-DIEA-IICA, 1984).

2.2 Marktstruktur und Preisgestaltung

Die erwähnte Großgenossenschaft CONAPROLE ist auch heute noch Hauptversorger der Großregion Montevideo, in der die Hälfte der uruguayischen Bevölkerung lebt (Departamento Montevideo 44,5 %), mit pasteurisierter Milch. Der Trinkmilchverkauf der übrigen Molkereien wird durch ein Gesetz stark eingeschränkt, weshalb sich die kleineren Molkereien auf die Produktion von Milchprodukten spezialisieren.

Die Wachstumsraten der Molkereien und liegen seit 15 Jahren hoch. Allein von 1970 bis 1985 steigt die Tagesverarbeitungskapazität in Uruguay von 1,2 Mill. auf 2,6 Mill. Die dafür getätigten Investitionen sind räumlich dezentralisiert und bewirken die Entstehung eines Verarbeitungsnetzes im gesamten Milchproduktionsgebiet. Die Erfassungs- und Versorgungsgebiete von Milch sind dabei abgesprochen (CINVE).

Der Trinkmilchpreis ist staatlich administriert (Niedrigpreispolitik), während der Werkmilchpreis und die Preise für Milchprodukte Marktpreise sind. Die Festlegung der Trinkmilchpreise (Erzeuger- und Konsumentenpreise) erfolgt auf der Basis von Produktionskostenberechnungen im Erzeugungs- und Verarbeitungsbereich unter Beachtung der Lebenshaltungskosten. Trotz der Niedrigpreispolitik liegt der Trinkmilch-Erzeugerpreis erheblich über dem Werkmilchpreis, im Durchschnitt der letzten zehn Jahre waren dies 30 %. Da die Trinkmilch quotiert (leche cuota) ist, ist es für den Milchbetrieb von größter Bedeutung, eine möglichst hohe Quote zu bekommen, dies um so mehr, als sich die Realpreise für Trink- und Werkmilch (leche industria) seit Jahren kaum verändert haben. Die Bestimmung der Trinkmilchquote für den landwirtschaftlichen Betrieb erfolgt nicht etwa qualitätsorientiert, sondern über die Produktion im futterarmen Winter. Damit sollen die Milchproduzenten beeinflußt werden, das Hauptproblem der Winterfutterversorgung zu lösen.

2.3 Exporte von Milchprodukten

Es wurde bereits erwähnt, daß die staatlichen Maßnahmen auf dem Milchsektor hauptsächlich dem Ziel der Exportförderung dienen. Die Exportentwicklung von Milchprodukten ist allein eine Frage der Wettbewerbsfähigkeit zu den niedrigen Weltmarktpreisen. Trotzdem stieg der Export ständig an, nämlich von 1968 mit 0.884 Mill. US $ auf 1985

41,1 US $ (fob). Dabei verteilten sich die einzelnen Produkte folgendermaßen: Butter (incl. Butteröl 35 %; Milchpulver 7 %; Käse 20 %; Kasein 30 %. Die regionale Ausrichtung der Exporte konzentriert sich mit 72 % der Exporte mehr und mehr auf die Länder der ALADI (lateinamerikanische Freihandelszone), nämlich an vorderster Stelle Brasilien 16,2 %; Argentinien 28 %, Mexiko mit 16,9 %. Außerhalb der ALADI ist nur der Iran mit 16,7 % ein nennenswerter Handelspartner. Dabei ist die uruguayische Regierung bemüht, im Rahmen der ALADI, aber auch mit anderen Ländern langfristige Handelsverträge abzuschließen, um sich gegen Unterbietungen von seiten der USA und EG zu schützen.

3 Verbesserung der Produktionstechnik und Produktivität

3.1 Weidewirtschaft, Futterbau und Herdenparameter

Die Weidewirtschaft noch Anfang der sechziger Jahre durch ständigen Überbesatz an Tieren und Überweidung der Weideflächen gekennzeichnet. Besonders kritisch war (und ist noch heute) die niederschlagsarme Winterzeit (Futtermangel, hohe Energieverluste, Abkalbung und beginnender Laktation). Deshalb wurde eine Änderung des Weidemanagements notwendig, die in Uruguay in beispielhafter Weise seit den sechziger Jahren durch verstärkte Forschungstätigkeit vorbereitet und durch einen hervorragend funktionierenden Beratungsdienst in die Praxis umgesetzt wurde.

Ziel der staatlichen Forschungspolitik war es, vor weiterer Erosion der Weiden zu schützen und die Produktivität der Flächen zu erhöhen. Dazu wurde innerhalb von 11 Jahren (1966 bis 1977) 70 % der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche analysiert und kartiert und die Ertragsleistung des natürlichen Pflanzenbestandes und neuer Futterpflanzengemische auf den verschiedenen Böden ermittelt. Dabei orientierte man sich auch an Neuseeland, das vergleichbare Standortbedingungen und Produktionsstruktur aufweist, indem man von dorther ein sog. "Technologiepaket" importierte, d.h. Futterpflanzen wurden importiert und auf ihre Eignung überprüft und selektiert. Damit verbunden waren neue Formen des Weidemanagements und intensive Züchtungsarbeit.

Noch bis Ende 1970 betrug der Anteil der unverbesserten, natürlichen Weiden (campo natural) an der Gesamtfutterfläche 84 % (heute 50 %). Die Forschungsarbeit ab etwa 1975 führte zu dem Ziel, der Landwirtschaft ein Technologiepaket anzubieten, das zur Erhöhung der damals durchschnittlichen Hektarleistung von etwa 700 l Milch/Jahr auf ca. 3 000 l Milch/Jahr befähigte. In diesen Technologiepaket steckt das Wissen und die Anleitung, die Durchschnittserträge der natürlichen Weiden (campo natural) von ca. 2 000 kg Trockenmasse durch Einsaat (pradera convencional) auf 12 000 kg Trockenmasse/ha und Jahr eines qualitativ hochwertigen Futters zu erhöhen.

Anfang der achtziger Jahre haben ca. 20 % der besten Betriebe das Technologiepaket ausgeschöpft, indem hauptsächlich Kunstweiden angelegt wurden. Der Durchschnitt liegt aber immer noch bei 2 000 l Milch/ha. Daß das Technologieangebot in Uruguay dann nicht kontinuierlich den Erfordernissen nachgekommen ist, hängt mit der wirtschaftli-

chen Misere zusammen, die zeitweise einen völligen Stillstand der Forschung zur Folge hatte.

Für eine weitere Verbesserung der Milchproduktion werden inzwischen neue Technologiepakete entwickelt, die auf eine Leistung von 5 000 l/ha/Jahr abzielen. Dafür muß neben dem Grundproblem der Durchschnitts-Flächenproduktivität das der jahreszeitlichen Schwankung des Futteranfalls gelöst werden (im Durchschnitt beträgt der Futteranfall im Frühjahr 45 %, im Sommer 15 %, im Herbst 22 % und im Winter 18 % der Gesamtfuttermenge). Dafür werden neben den Möglichkeiten des Zusatzfutterbaus (Sommer, Winterkulturen) und der Futtervorratswirtschaft insbesondere diejenigen einer Verbesserung der Kunstweiden und deren Management untersucht. Die oft geringe Rentabilität bei dieser Form des Futterausgleichs hängt mit der Tatsache zusammen, daß die Lebensdauer mit ca. drei Jahren noch viel zu gering ist, sie müßte eigentlich ca. sieben Jahre betragen. Die Gründe für den schnellen Abbau der Ertragsleistung liegen wahrscheinlich in schlechtem Management (v.a. zu starke Winterbeweidung, zu hohe Besatzdichte, falsche Mineraldüngung) und fehlende Kenntnissen über Boden/Pflanzenbeziehungen.

Wie man den Ausführungen entnehmen kann, liegt die Produktivitätsproblematik überwiegend in der Weidewirtschaft und dem Futterbau, weniger aber in tierzüchterischen Problemen. Die in Uruguay dominierenden schwarzbunten Rinder sind mit nordamerikanischen Milchtypen eingekreuzt und deshalb empfindlicher gegenüber den Winterbedingungen geworden. Insgesamt wird das genetische Potential auf ca. 6 000 kg Milch eingeschätzt, wobei allerdings im Landesdurchschnitt nur knapp 2 000 l pro Kuh und Laktation erreicht werden. Ziel der nationalen Forschungspolitik ist es, auch wenn keine nationalen Zuchtziele existieren, die Durchschnittsleistung in den nächsten Jahren auf 4 000 l zu verdoppeln, was angesichts des hohen genetischen Potentials also eine Frage der Futterwirtschaft sein wird.

3.2 Betriebswirtschaftliche Probleme der Milchproduktion

Wie bereits aus produktionstechnischer Sicht gefolgert, ist für die Lösung der futter- und weidewirtschaftlichen Problemen unter den uruguayischen Bedingungen die Kunstweide die interessanteste, u.a. weil die Produktivität des Systems höher liegt als bei einjährigen Futterbau oder zusätzlichem Kraftfuttereinsatz. Zudem werden Erosion und Bodenerschöpfung durch einjährigen Futterbau eher gefördert.

Wie aus mehreren Untersuchungen hervorgeht (vgl. GAESE et al., 1987, S. 55 ff.) können jedoch trotz staatlicher Förderung nur die flächengrößeren, kapitalmäßig besser ausgestatteten Betriebe diese Technologie anwenden (vgl. dazu auch Übersicht 1). Die Anlage und das Management von Kunstweiden stellen hohe Ansprüche an alle Produktionsfaktoren. Gemessen am Maschinenbedarf für Bodenbearbeitung und Ansaat von Kunstweiden ist die Ausstattung der Milchbetriebe mit Maschinen gering, mit Ausnahme derer, die insbesondere in der westlichen Region vom Ackerbau her zur Milchproduktion kommen. Die geringe Ausstattung kleinerer landwirtschaftlicher Betriebe mit Maschinen

Übersicht 1: Kostenstruktur von Beispielbetriebsgruppen der Milchwirtschaft

Kostenbestandteil der Gesamtkosten	Großbetrieb mittlere Flächenproduktivität, 242 ha 1090 ltr./ha	Mittelbetrieb hohe Flächenproduktivität 71 ha 2284 ltr./ha	Mittelbetrieb mittlere Flächenproduktivität, 78 ha 1217 ltr./ha	Kleinbetrieb Flächenproduktivität 33 ha 1894 ltr./ha
	%	%	%	%
Betriebsmittel Dünger, Saatgut Treibstoff	19,8	17,1	16,0	16,4
Mischfutter	17,0	21,6	17,3	27,5
Abschreibungen	27,5	32,9	35,7	26,5
Fremdarbeitskräfte	14,0	9,5	10,0	5,5
Milchtransport	12,1	11,1	11,8	13,1
Übrige	9,6	7,8	9,2	11,0
Produktionskosten/Liter US$	0,110	0,130	0,113	0,109
Ø Produzentenpreis/Liter US$	0,133	0,145	0,138	0,138
Produktion (ltr.)	258 000	164 000	90 000	59 000
Betriebseinkommen US$	5930,--	2460,--	2250,--	1710,--
Vergleichseinkommen Landwirtschaftl. Vorarbeiter/Jahr: US$ 1180,--				
Quelle: (2) Berechnung auf der Grundlage von Daten der DIEA, MGAP - 1979, Preise 1983.				

läßt sich mit der geringen Wirtschaftlichkeit der Eigenmechanisierung gegenüber Lohnmaschineneinsatz erklären. Das Angebot an Lohnmaschinendiensten im Bodenbearbeitungsbereich ist allerdings sehr begrenzt.

Andererseits steht der hohe Kapitalbedarf für Maschineninvestitionen und höherer Bedarf an Umlaufkapital der Technologieübernahme entgegen (vgl. Übersicht 1), zudem bringt die Anlage von Kunstweiden Folgeinvestitionen mit sich. Soll die Investition wirtschaftlich sein, muß der Milchkuhbestand mit der steigenden Tragfähigkeit der

Kunstweiden ausgedehnt werden, gleichzeitig steigt aber auch das Futterüberangebot im Frühjahr, das arbeitswirtschaftlich ohne Mechanisierung der Futterernte und Futterkonservierung nicht mehr bewältigt werden kann. Die Folgeinvestitionen sind also für die Landwirte unabsehbar hoch. Die kleineren Betriebe besitzen zudem auch nicht die langfristige Kaptialdienstfähigkeit und den Kreditzugang, um Investitionen mit Fremdkapital vorzunehmen. Diese hier nur angedeuteten Probleme werden den Verdrängungswettbewerb zwischen den Betrieben mit besserer und schlechterer Flächenausstattung bei der Übernahme des technischen Fortschritts verstärken.

4 Probleme einer Expansion des Milchsektors

Eine Expansion des Milchsektors setzt die Lösung der o.g. produktionstechnischen und betriebswirtschaftlichen Problematik voraus, da der technische Fortschritt sonst schwerlich von den Betrieben aufgenommen wird. Auf der Preisseite ist keine Verbesserung zu erwarten, die auf die Rentabilität der Produktion einwirken könnte, im Gegenteil: die Betriebe müssen aufgrund der Weltmarktlage bei Milchprodukten mit langfristig eher sinkenden Preisen rechnen. Der reale Preis der Quotenmilch sank von 1976 (Preisindex 100) auf ca. 71 (1988) ab, gleichzeitig sank der Anteil der Quotenmilch am Gesamtmilchaufkommen auf ca. 35 % bei insgesamt wachsender Milchproduktion und begrenzter Inlandsnachfrage. Diese Effekte führen zusammen zu einer kontinuierlichen Verschlechterung der durchschnittlichen Erzeugerpreise für Milch bei gleichzeitiger Verstärkung der Schwankungen des Durchschnittspreises (freier Werkmilchpreis). Dabei sind Klein- und Mittelbetrieb sicherlich zumindest kurzfristig schon allein wegen des geschilderten Quotenanpassungssystems (nach Maßgabe der Produktion in den Wintermonaten) benachteiligt. Der Anteil der Quotenmilch ist in den unteren Betriebsgrößenklassen überproportional zurückgegangen.

Die negative Entwicklung der Erzeugerpreise für Milch trifft auf steigende Betriebsmittelpreise, v.a. seit der Liberalisierung des Wechselkurses des ur. Pesos 1982 (vgl. Übersicht 2). Diese Preisscherenwirkung führt zu einer immer geringeren Kapital- und Umsatzrentabilität (vgl. GAESE et al., 1987, S. 60), d.h. zu Einkommensverlusten, der die Betriebe mit Kostensenkung und/oder Produktionsausdehnung begegnen müssen. Im Hinblick auf die Exportabsichten und notwendigkeiten Uruguay ist diese Entwicklung positiv zu bewerten, weil sie die Wettbewerbsfähigkeit erhöht. Andererseits besteht aber zumindestens bei den Betrieben, die seit dem EG-Rindfleisch-Importstopp von der Fleischproduktion auf Milchproduktion umgestellt haben, die Gefahr, daß sie bei noch niedrigeren Faktor/Produktrelationen wieder auf Fleischproduktion umstellen. Das gleiche kann bei einer Produkt/Produktrelation geschehen, die unter dem Verhältnis 1:4 liegt (1 kg Fleisch : 4 l Milch).

Der Export von Milch und Milchprodukten macht inzwischen fast 40 % der Gesamtverkäufe von Milch und Milchprodukten aus bei noch steigender Tendenz. Eine wichtige Aufgabe staatlicher Agrarpolitik muß nunmehr darin bestehen, die Exporterfolge der letzten 20 Jahre trotz schwieriger Bedingungen auf den Weltmärkten abzusichern. Dafür bestehen folgende Möglichkeiten.

Übersicht 2: Faktor-Produkt-Verhältnis in der Milchproduktion[1)]

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Kraftfutterration (1 kg)	1,0	1,47	1,05	1,29	1,07	1,43	1,03
Superphosphat (1 t)	828	1 105	929	916	1 358	1 250	992
Diesel (1 l)	1,56	2,65	2,64	2,57	2,78	4,14	4,10
Traktor (75 PS)	125 600	119 799	96 700	111 800	205 200	173 600	114 800
Arbeitskraft	791	716	944	1 040	772	754	587
US$	7,8	6,5	5,6	5,9	10,2	10,6	9,6
US$ / l	0,128	0,154	0,177	0,169	0,098	0,094	0,104

1) Äquivalent für 1 Liter Werkmilch zu jeweiligen Preisen im März.
Quelle: (2).

a) Der Export muß sich produktbezogen durch die Verlagerung auf höherwertige Waren absichern, da die Hauptkonkurrenz auf den Weltmärkten bei Milchpulver und Butter herrscht. Je höherwertig die Verarbeitungsprodukte sind, um so differenzierter sind die Märkte und die Potentiale entsprechend größer (z.B. Käsesorten, Joghurt etc.). Hier liegen sogar noch Binnenmarktpotentiale, wie die Elastizitäten zeigen. Leider macht der Käse am Exportwert der Milchprodukte bisher nur ca. 20 % aus, die traditionellen (Problem-)Produkte dominieren noch (z.B. Butter und Butteröl 35 %, Kasein 30 %):

b) Uruguay muß sich weiterhin regional durch Handelsverträge absichern und selbst die Verträge qualitativ und quantitativ einhalten. Dabei konzentrieren sich die Exporte mehr und mehr auf Lateinamerika (Revista de la Asociacion de Ingenieros Agronomas des Uruguay, 1986). Mit Brasilien und Argentinien wurden 1986 auch bereits Handelsverträge zur Absicherung der Exporte abgeschlossen.

c) Die uruguayische Agrarpolitik muß sich weiterhin auf die Produktivitätserhöhung zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit konzentrieren. Auch wenn Uruguay vielen anderen Ländern gegenüber sicher klare komparative Kostenvorteile in der Milchproduktion besitzt, erfordert die Realität auf dem Weltmarkt (protektionistische Barrieren aller Art) weitere Produktivitätssteigerungen im Produktions- und Verarbeitungsbereich. Dabei sind jedoch nicht nur die Industrieländer-Überschüsse von Bedeutung, sondern auch der Protektionismus der Nachbarländer.

Literaturverzeichnis

CINVE (Centro de Investigaciones Económicas): Aspecto ecológicos y económicos de la producción mundial de leche; un marco de referencia de las exportaciones uruguayas de derivados lácteos. - Serie Estudios No. 23. Montevideo o. J.

CINVE: Industria lechera en el Uruguay. - Serie estudios No. 24. Montevideo 1985.

CINVE: Material informativo sobre el complejo lechero uruguayo. - Montevideo 1986.

GAESE, H., JESSWEIN, H. und SPRINGER-HEINZE, A.: Entwicklung von Technologien für kleinere und mittlere Landwirtschaftsbetriebe. - Schriftenreihe des Instituts für Tropentechnologie (FH Köln). Köln 1987.(2)

MAP-DIEA-IICA: La Explotación Lechera en el Uruguay. - Serie por Rubros, Nov. 1984.

Primer Seminario de Agroindustria Lechera en el Uruguay. - Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay; Vol. 4, Montevideo 1986.

TECHNISCHE FORTSCHRITTE IN DER VETERINÄRÖKONOMIE DER TROPEN

von

W. DOPPLER, Hohenheim

1 Einleitung

Zur Verbesserung der sozioökonomischen Situation von tierhaltenden Familien und deren Beitrag zur volkswirtschaftlichen Entwicklung in den Tropen wurden in der Vergangenheit technische Fortschritte zur Erhaltung und Nutzung des Tieres eingeführt, die sich deutlich nach der Veterinärmedizin, der Tierproduktion und nach Organisation und Management unterscheiden lassen. Die Beurteilung technischer Fortschritte basiert meist auf einer Bewertung der Effekte auf verschiedenen Stufen der Produktion, selten aber auf ihrem Beitrag zur sozioökonomischen und volkswirtschaftlichen Zielerreichung. Dies soll nachfolgend diskutiert werden.

2 Technische Fortschritte und ihre Bewertung

2.1 Veterinärmedizinisch - technische Fortschritte

Veterinärmedizinisch-technische Fortschritte wurden mit dem Ziel entwickelt, das Einzeltier gesund zu erhalten oder mit Behandlung den Gesundheitszustand wieder herzustellen, bei der Reproduktion durch künstliche Besamung Krankheitsübertragungen zu verhindern sowie die tierischen Produkte für den Konsum ohne Krankheitsrisiko für den Menschen bereitzustellen. Präventive Maßnahmen haben durch die vorbeugende Verhinderung von Gesundheitsverlust die Funktion einer "Risikoversicherung". Im allgemeinen zeigt sich, daß mit zunehmendem Produktions- und Investitionsrisiko und abnehmender Gewinnspanne pro Tier der präventiven Veterinärmedizin den Vorzug gegeben wird, wenn dies technisch möglich ist. Die kurative Strategie greift ein, wenn der Risikofall eingetreten ist und versucht, den Schaden zu minimieren.

Zur Bewertung veterinärmedizinisch-technischer Fortschritte bietet sich eine Unterscheidung nach ihrem direkten Zweck bei der Anwendung an:

a) Die Ausrottung epidemisch verbreiteter Krankheiten (bzw. deren Erreger oder Überträger) muß überbetrieblich (nach natürlichen Verbreitungsgebieten) erfolgen, stellt Ansprüche an die organisatorische Durchführung und erfordert Investitionskosten und Aufwendungen für die Erhaltung krankheitsfreien Zonen. Die Entscheidung über die Einführung technischer Fortschritte zur Ausrottung liegt in der Regel bei regionalen oder nationalen Institutionen und nicht beim Tierhalter. Beispiele hierfür sind Tuberkulose, Brucellose, Leukose, Maul- und Klauenseuche und Rinderpest.

b) Die Kontrolle einer Krankheit (bzw. deren Ursachen wie beispielsweise Erreger oder Überträger) erfolgt in der Regel in den einzelnen tierhaltenden Betrieben und liegt im Entscheidungsbereich des Tierhalters, wobei der Veterinärdienst durch Beratung Einfluß auf die Einführung technischer Fortschritte nehmen kann. Dabei spielen Krankheiten, die nur ein Einzeltier betreffen, wie z.B. Mastitis, Ostküstenfieber, Endoparasiten, eine besondere Rolle. Sie sind häufig dadurch gekennzeichnet, daß ihre Ursachen im Verhalten des Einzeltieres und des Tierhalters liegen.

Die Bewertung technischer Fortschritte bei der A u s r o t t u n g hat hervorstechende Bedeutung aus volkswirtschaftlicher Sicht. Eine solche Strategie ist prüfenswert, wenn die nationale Ressource Tierpopulation gefährdet ist. Für Einzelbetriebe, die von dieser Krankheit nicht betroffen und gefährdet sind, ist dies unbedeutend. Daraus ergibt sich die Konsequenz, daß die Finanzierung der Einführung technischer Fortschritte eine Aufgabe der Gesellschaft ist. Eine Reihe von Krankheiten führen nicht zur Mortalität, sondern lediglich zu verschiedenen Formen des ökonomischen Leistungsabfalles. Die Bewertung technischer Fortschritte bei der Kontrolle solcher Krankheiten ergibt sich primär aus der Verbesserung der Zielerreichung im Einzelbetrieb. Die Kosten der Kontrolle sind folglich auch vom Einzelbetrieb zu bezahlen.

Entsprechend den Ursachen für Krankheit und Leistungsabfall lassen sich ökonomisch zwei Wirkungsrichtungen veterinärmedizinisch-technischer Fortschritte unterscheiden:

1) Verhinderung von Mortalität bzw. von Ressourcenverlust

a) Wirkungen auf einzelbetrieblicher Ebene:

- ein Produktionsausfall wird verhindert (oder reduziert und zeitlich verkürzt) und damit bleibt die Kontinuität der Eigenversorgung und des Verkaufs gesichert;

- bei weiblichen Tieren bleibt die Reproduktionsleistung gesichert und damit die zukünftige Entwicklung der Herde;

- durch die kontinuierliche Weiternutzung der Tiere werden die im Betrieb vorhandenen übrigen Ressourcen besser ausgelastet und genutzt;

- der Vermögenswert der Tiere bleibt erhalten und somit auch die Möglichkeit, in Notsituationen durch Verkauf Barmittel zu beschaffen;

- Kosten der Wiederbeschaffung durch Zukauf oder Aufzucht entstehen nicht, dafür entstehen Aufwendungen zur Verhinderung der Mortalität.

b) Wirkungen auf dem Markt und in der Volkswirtschaft:

- Eine zunehmende Nachfrage nach Tieren für den Ersatz ausgefallener Tiere und eine damit verbundene Preissteigerung auf dem Markt wird verhindert. Damit werden Konsumentenpreise in der Regel auf dem bisherigen Niveau gehalten werden können.

- Die nationale Ressource Tierpopulation wird nicht reduziert oder zerstört und steht damit zur Produktion und zur Nutzung von anderen Ressourcen wie Fläche, Wasser, Arbeit weiterhin zur Verfügung.

- Das Marktangebot an Tieren und tierischen Produkten wird nicht reduziert und Devisen für den Import werden nicht zusätzlich benötigt bzw. ihre Erwirtschaftung aus dem Export geht nicht zurück.

2) Verhinderung oder Minimierung von ökonomischem Leistungsabfall

a) Wirkungen auf einzelbetrieblicher Ebene:

- Das Produktionsvolumen zur Versorgung der Familie und für den Verkauf geht nicht oder wesentlich geringer zurück als ohne Einsatz der technischen Fortschritte.

- Die Produktionsintensität und damit die Auslastung der Ressourcen (z.B. Tier, Stallplatz, Arbeit), bleibt erhalten oder geht wesentlich weniger zurück.

- Die Zeitspanne des Geldumlaufes und damit die Wiederverfügbarkeit von Barmitteln wird (durch Verhinderung oder Reduzierung wenig produktiver Krankheitsphasen) nicht oder nur wenig verlängert.

- Die Qualität der tierischen Produkte bleibt erhalten oder wird nur wenig reduziert und damit bleibt die Verkaufsfähigkeit und der Marktanteil zu nicht reduzierten Preisen erhalten oder sinkt nur wenig ab.

b) Wirkungen auf dem Markt, für den Konsumenten und in der Volkswirtschaft:

- Ein Rückgang des Marktangebotes und damit verbundene Preissteigerungen für den Käufer werden verhindert. Die Aufrechterhaltung des Marktangebotes erspart zusätzlichen Devisenbedarf für Import oder verhindert Devisenverlust durch Exportreduzierung.

- Der Konsument wird nicht einem erhöhten Gesundheitsrisiko durch schlechte Qualität der tierischen Produkte ausgesetzt. Die Erhaltung der Qualität bei Entsprechung der Gesundheitsbestimmung von Einfuhrländern verhindert ein Einfuhrverbot bei Export. Damit wird eine inländische Marktbeeinflussung durch verhinderten Export vermieden.

- Die volkswirtschaftliche Verwertung der nationalen Ressource Tierpopulation sowie der eingesetzten Produktionsfaktoren fällt nicht oder nur wenig ab.

- Die Entwicklung von Resistenzen bei Erregern oder Überträgern von Krankheiten wird durch neue Medikamente und Techniken kompensiert und damit langfristig ein ökonomischer Leistungsabfall verhindert.

2.2 Der Zusammenhang zwischen Tiergesundheit, Tierproduktion und Ökonomie

Es kann davon ausgegangen werden, daß der größte wirtschaftliche Verlust der Tierproduktion in den Tropen, der üblicherweise den Krankheiten zugeschrieben wird, ursächlich im Bereich der Tierproduktion liegt. Ungeeignete Haltungsformen, vor allem aber eine ungenügende Fütterung führen zu einer Konstitution der Tiere, die aus mangelnder Widerstandskraft verstärkt von Krankheiten befallen werden. Aufzuchtkrankheiten haben zunächst meist parasitologische oder bakteriologische Ursachen. In Wirklichkeit sind es häufig Sekundärkrankheiten, deren eigentliche Ursachen in mangelnder Hygiene und mangelndem Ernährungszustand liegen. Gleiches gilt für die weitverbreiteten Reproduktionsstörungen der Tiere, bei denen bakterielle Infektionen lediglich das letzte Glied einer langen Ursachenkette darstellen. Veterinärmedizinisch-technische Fortschritte unter solchen Bedingungen helfen nur kurzfristig diese Probleme zu lösen. Langfristige Lösungen erfordern die Einbeziehung der Tierproduktion und ihrer technischen Fortschritte im Rahmen der gesamten Produktionskette. "Sustainable development" mit Hilfe der angewandten Veterinärmedizin erfordert daher eine Verkoppelung mit der Tierproduktion und der Ökonomie. Erst diese beiden Bereiche bringen das in der Tiergesundheit zunächst geschaffene Potential zur Umsetzung in reale Verbesserungen im sozioökonomischen und volkswirtschaftlichen Bereich.

Die Bewertung technischer Fortschritte bei solchen Verkoppelungen zwingt zu einer Systembetrachtung, in der die Wirkungskette vollständig bis zu den Zielen der tierhaltenden Familien und der Gesellschaft verfolgt wird. Damit ergibt sich zwangsläufig eine Komplexität, die durch die zusammenfassende Betrachtung aller relevanter technischer Fortschritte in dem Komplex Veterinärmedizin/Tierproduktion/Ökonomie (Übersicht 1) deutlich wird. Die Arten der technischen Fortschritte umfassen alle für die Herden, Betriebe, den privaten Tierarzt, Labors, Stationen, den Veterinärdienst und den allgemeinen Beratungsdienst relevante Bereiche. Sie beschränken sich nicht nur auf die Technik, sondern erstrecken sich auch über Organisation, Management und die grundsätzlichen Strategien.

Die sozioökonomische Bewertung eines einzelnen veterinärmedizinisch-technischen Fortschrittes im Rahmen einer Systembetrachtung ist unter praktischen Bedingungen selten möglich, da ceteris paribus Verhältnisse in der Praxis selten sind. Eine Partialindikation der technischen Effizienz ist wie bisher weiterhin hilfreich, jedoch nur als Zwischeninformation über die mögliche Wirkung nutzbar. Der Prozentsatz, um den Krankheitserreger gesenkt werden oder die tägliche Gewichtszunahme eines Rindes sind solche Beispiele. Sie können nicht als Entscheidungskriterium für die Auswahl des technischen Fortschrittes verwendet werden, das die Zielerreichung für Menschen und die Gesellschaft sicherstellen muß. Eine Bewertung im Rahmen einer Systembetrachtung, bei der die Auswirkung der technischen Fortschritte auf die Ziele der Mikro- und Makroebene zu bestimmen sind, führt jedoch zu folgenden Problemen und Einschränkungen der Aussage:

Übersicht 1: Formen technischer Fortschritte in Veterinärmedizin, Tierproduktion und Management/Ökonomie

Art der technischen Fortschritte	Bereich, Fachgebiet	Beispiele	Entscheidungen über die Einführung
1. mechanisch-technisch	Labor Transport Behandlung Haltung Futter	Impfstoffproduktion Kühlsystem für Samen Dippe (Tauchbad) Konservierung	Labor Felddienst Felddienst Tierhalter Tierhalter
2. biologisch/chemisch-technisch	Privatsektor Labor	Medikamente Vakzine	Felddienst/Tierhalter Labor
3. züchterisch-technisch	Zuchtstation Markt Zuchtstation	trypanotolerante Rinder Samenproduktion und -lagerung	Tierhalter Zuchtstation
4. fütterungstechnisch	Versuchsstation Beratung, Versuchsbetrieb	Rohfaseraufschluß Milchersatz	Tierhalter Tierhalter
5. haltungstechnisch	Versuchsbetrieb Versuchsbetrieb Versuchsbetrieb	Weiderotation Zero-Grazing Klimatisierung	Tierhalter Tierhalter Tierhalter
6. organisatorisch-technisch			
a) in Betrieben	Versuchsbetrieb Beratungsdienst Beratungsdienst	Absatzstrategien Kalbestrategien Vermarktung Kraftfutterbeschaffung	Tierhalter Tierhalter/Händler/Molkerei Tierhalter
b) Labor und Felddienst	Informationssammlung und Beratung	Kommunikationssystem	Tierhalter/Berater/Labor
7. Fortschritte in der Strategie	Veterinärmedizin, Tierproduktion und Ökonomie Veterinärmedizin, Tierproduktion und Ökonomie	Präventive Veterinärmedizin und Tierproduktion Epidemiologische Strategie	Regierung/Veterinärdienst Regierung/Veterinärdienst

a) Eine Simultanbewertung ist komplex und setzt methodische Kenntnisse in der Veterinärmedizin, der Tierproduktion und der Betriebslehre voraus. Diese sind in einer Einzelperson selten vereinigt, eine interdisziplinäre Zusammenarbeit ist sehr selten zu finden. Darüber hinaus sind zwischen den Disziplinen noch methodische Fragen offen, die vor allem normative Betrachtungen und die Dynamik bei langfristigen Entwicklungen betreffen.

b) Der Einsatz mehrerer technischer Fortschritte aus verschiedenen Bereichen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten (typisch für Entwicklungsprojekte) erlaubt häufig nicht, einzelne technische Fortschritte zu isolieren, die negativ wirken, die aber in ihrer Wirkung durch die Wirkung anderer technischer Fortschritte kompensiert werden. Hier kann die bisherige partielle Betrachtung zumindest Hinweise geben.

Trotz dieser Einschränkungen ist eine Simultanbewertung notwendig, auch wenn sie unvollständig bleiben sollte, da ihr Aussagewert wesentlich näher an den Zielen der tierhaltenden Familien und der Gesamtgesellschaft liegt als der bei partieller Bewertung auf der Basis technischer Effizienzen.

3 Anwendungsbeispiel: Trypanosomiasis

Die Trypanosomiasis bei Rindern (Rinderschlafkrankheit) wird durch Trypanosomen verursacht, die durch die Tsetsefliege übertragen werden. Die Trypanosomiasis kann zu Leistungsabfall und Mortalität führen. Die Wirkungen sind rassenspezifisch und werden vom Fütterungszustand und der Befallsintentistät beeinflußt. Entsprechend setzen technische Fortschritte in der Tierproduktion, in der Bekämpfung der Erreger (Trypanosomen) und der Überträger (Tsetsefliegen) an. Übersicht 2 zeigt dazu einzelne Strategien und Bereiche technischer Fortschritte. Die häufig verfolgten technischen Ziele zeigen eine große Streubreite. Einsatzebenen sind das Einzeltier, die Herde, der Betrieb, sowie regionale und nationale Ebene. Die Ansprüche an Kapital, Management und Devisen deuten auf eine komplexe Bewertungsstruktur technischer Fortschritte.

3.1 Fütterungs-technische und züchterisch-technische Fortschritte:

In einem Beispiel in Togo (DOPPLER, 2) führt das Kriterium "metabolisierbare Energie/ha/Jahr zu einer Überlegenheit von Weiden mit Stylosanthes gracilis und Cynodon dactylon gegenüber Naturweiden mit Cynodon dactylon und den Weiden mit Panicum maximum und Centrosema pubescens. Der Mineraldüngereinsatz ist sinnvoller als ungedüngte Varianten. Unter Berücksichtigung des Kriteriums "Produktionskosten/metabolisierbare Energieeinheit" wird aber die ungedüngte Variante vorteilhaft.

Zur ökonomischen Beurteilung unter Verwendung des Kriteriums "Wirkung der technischen Fortschritte auf den Deckungsbeitrag" schließlich ergibt sich eine Vorteilhaftigkeit für Kreuzungstiere auf ungedüngter Weide mit Verbesserung durch Stylosanthes gracilis und Cynodon dactylon. Einige technische Fortschritte, die aus der Sicht der Futtererzeugung sinnvoll waren, sind jetzt unwirtschaftlich. Der Vergleich von trypanotoleranten und trypanosensitiven Rassen sowie Kreuzungen ergibt, daß für alle Rassen Weidesysteme entwickelt werden, die eine wirtschaftliche Tierhaltung erlauben. Dies ist aber nur mit bestimmten Kombinationen technischer Fortschritte in der Weidewirtschaft für einzelne Rassen möglich. Gleichzeitig ergibt sich eine Überlegenheit in der Wirtschaftlichkeit für die Kombination Kreuzungstiere auf ungedüngten Weiden mit Stylosanthes cracilis und Cynodon dactylon. Dies zeigt, daß technische Fortschritte, bewertet auf

Übersicht 2: Technische Fortschritte bei der Bekämpfung der Trypanosomiasis und ihre allgemeinen Merkmal

Strategie	Bereiche Technischer Fortschritte	technische Ziele	Einsatzebene der technischen Fortschritte	Kapital-anspruch	Management-anspruch	Anspruch an Devisen
Trypanotolerante Tiere	Neue Rassen Verbesserte Weiden Koppelwirtschaft Weidemanagement Herdenmanagement	Verhinderung von Leistungsabfall und Mortalität durch Anpassung des Tierproduktionssystems	Betrieb	Investition bei Betriebsumstellung sehr hoch, danach niedrig	Tierhalter: sehr hoch	hängt von Bezugsregion der Tiere ab meist: niedrig bis sehr niedrig
Chemotherapie und Chemoprophylaxe mit Trypanoziden	Berenil Samorin Prothidium Homidium Quinapyramin	Bekämpfung des Erregers mit Medikamenten (vorbeugend und behandelnd)	Herde oder Einzeltier	keine Investition aber laufende Kosten	Tierhalter: niedrig	hoch
Tsetse-Fliegenfallen	Tsetse-Fliegenfallen, mit Insektiziden bestückte Fallen; unterschiedliche räumliche Dichte	Ausrottung oder Reduzierung der Überträger der Trypanosomiasis	an Wasserläufen, in Kleinregionen, landesweit duch Tierhalter, Veterinärdienst	niedrige Investition, niedrige laufende Ausgaben zur Unterhaltung	Tierhalter: mittel Veterinärdienst: niedrig	sehr niedrig
Tsetsebekämpfung mit Insektiziden	flächendeckendes oder selektives Spritzen von Insektiziden: a) Rückenspritze b) Sprühgeräte an Schlepper c) Hubschrauber	Reduzierung (a) b)) und Ausrottung (c)) des Überträgers der Trypanosomiasis	an Wasserläufen, in kleinen und großen Regionen durch Bauern, Veterinärdienst	a) b) Investitionskosten und laufende Kosten hoch für Betrieb c) Kosten der Ausrottung und der laufenden Freihaltung sehr hoch für den Staat	Tierhalter: mittel Veterinärdienst: hoch (Spezialeinheit für Hubschrauber)	hoch
Einsatz steriler Tsetsefliegen	Produktion und Verbreitung in einer Region von sterilen männlichen Tsetsefliegen	Reduzierung der Dichte der Tsetsefliegen	an Wasserläufen und auf regionaler Ebene durch Veterinärdienst	Produktionskosten kontinuierlich sehr hoch, (hohe Kapazität der Produktionsanlagen)	sehr hoch	sehr hoch
Landnutzungssystem- und Wildtierkontrolle	Reduzierung oder Beseitigung von Busch und Wald	Verminderung der Übertragungsmöglichkeiten	durch Bauern, Beratungsdienst und Regierung	Kapitalanspruch sehr niedrig, aber hohe Nutzungskosten	Regierung: sehr hoch (Kontrolle)	sehr niedrig

unterschiedlichen Stufen in ihrer Wirkungskette, zu unterschiedlichen Präferenzen und Schlußfolgerungen führen.

3.2 Technische Fortschritte beim Einsatz von Trypanoziden und bei der Bekämpfung der Tsetsefliege:

Die langfristige und weitreichende Verwendung von Trypanoziden hat in der Vergangenheit zur Herausbildung resistenter Linien bei den Trypanosomen geführt. Dies erschwert und verteuert technische Fortschritte, bedeutet aber gleichzeitig, daß ohne langfristig kontinuierliche Entwicklung neuer Wirkstoffe die Strategie der Chemoprophylaxe und -therapie nicht konkurrenzfähig wäre. Die Strategien zur Bekämpfung oder Ausrottung der Tsetsefliege sind sehr vielfältig und hängen von der Tsetsedichte, der Begrenzung ihrer Ausdehnung und die mögliche Zufuhr von außerhalb der tsetseverseuchten Zonen ab. Im ausgewählten Beispiel aus Burkina Faso (BRANDL, 1) bei Tsetsefliegen in Galeriewäldern wurde ein mittlerer Tsetesedruck unterstellt und eine Unterscheidung nach der Regionsgröße, in der die Tsetsefliegenbekämpfung erfolgt, vorgenommen. Es wurden die Strategien Einsatz von Fliegenfallen, Hubschraubereinsatz zur großflächigen Bekämpfung der Tsetsefliegen mit Insektiziden und der Einsatz von sterilen Tsetsefliegen-Männchen (Sterile-Männchen-Technik, SMT) angewandt.

Die Ergebnisse des Einsatzes ganzer Bündel technischer Fortschritte auf betrieblicher Ebene sind in Übersicht 3 zusammengefaßt. Bei gleicher Wirkung auf die Leistung der Tiere unterscheiden sich die Alternativen durch ihre Kosten. Abweichend von der Praxis wird hier unterstellt, daß der Tierhalter auch bei den Strategien der Tsetsefliegen-Kontrolle die dabei entstehenden Kosten decken muß. Der einzelbetriebliche Vergleich der Einkommenswirkung zeigt, daß alle Strategien mit ihren jeweiligen Bündeln an technischen Fortschritten gegenüber der Situation ohne Kontrolle wirtschaftlich sinnvoll sind. Die Ausdehnung der Region wirkt sich nur relativ gering aus und zeigt keine Unterschiede bei einer herdenspezifischen Behandlung (Trypanozideinsatz). In semi-nomadischen Betrieben liegt der maximale Einkommensunterschied zwischen der Strategie der Trypanosomenbekämpfung und denen der Tsetsebekämpfung bei 8,5%. Der Einkommensanstieg ist für den Mischbetrieb (Ackerbau mit Viehhaltung) höher als für den semi-nomadischen Betrieb. So steigt beispielsweise das Einkommen im semi-nomadischen Betrieb ohne Tsetsekontrolle bei Fallentechnik mit Kostendeckung durch den Tierhalter um 36% (von 6.084 DM auf 8.335 DM/ Jahr) und beim Mischbetrieb um 47% (von 1.483 DM auf 2.316 DM/Jahr). Dies zeigt die Notwendigkeit einer betriebstypenspezifischen Bewertung der technischen Fortschritte.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen aber auch, daß Einzelbetriebe durchaus in der Lage sind, die Kosten der Tsetsekontrolle selbst zu tragen, wie sie dies in der Praxis beim Einsatz von Trypanoziden und bei der Einführung trypanotoleranter Rinder tun. Die weitverbreiteten veterinärmedizinischen Entwicklungsprojekte zur Tsetsebekämpfung ohne Kostenbeteiligung der Tierhalter vermindert die Wettbewerbsfähigkeit der Strategien trypanotoleranter Rinder und der Trypanozideanwendung durch Subventionierung und Entwicklungshilfe. Der Wettbewerb der technischen Fortschritte, der sich aus den

Übersicht 3: Einkommenseffekte technischer Fortschritte bei Trypanosomenbekämpfung und Tsetsekontrolle in Durchschnittsbetrieben in Burkina Faso (Mittelwerte aus 10-Jahresbetrachtung in DM/Jahr zu Preisen 1984)

Kennwerte und Meßgrößen	ohne Kontrolle	Mit Bekämpfung bzw. Kontrolle Größe der Regionen 350 000 ha	2 000 000 ha
1. Semi-nomadische Betriebe			
Zahl der Rind	136	136	136
Weidefläche in ha	1 360	1 360	1 360
Kalberate	0,52	0,57	0,57
Mortalitätsrate			
bis 1 Jahr	0,27	0,19	0,19
über 1 Jahr	0,04	0,03	0,03
a) Einkommen ohne Kontrollkosten in DM/Jahr	6 084	9 142	9 142
Kosten für Trypanozide			
niedrig	0	386	386
mittel	0	1 103	1 103
b) Einkommen bei Chemoprophylaxe	-	8 756	8 756
	-	8 039	8 039
Kosten für Fallen	-	806	352
c) Einkommen bei Fallentechnik	-	8 336	8 790
Kosten für Insektizideinsatz mit Hubschrauber	-	806	338
d) Einkommen bei Insektizideinsatz	-	8 336	8 804
Kosten für SMT	-	1 152	401
e) Einkommen bei SMT1)	-	7 990	8 741
2. Mischbetriebe			
Zahl der Rinder	45	45	45
Weidefläche in ha2)	450	450	450
a) Einkommen ohne Kontrollkosten	1 483	2 583	2 583
Kosten für Trypanozide			
niedrig	-	128	128
mittel	-	365	365
b) Einkommen bei Chemoprophylaxe	-	2 455	2 455
	-	2 218	2 218
Kosten für Fallen	-	267	116
c) Einkommen bei Fallentechnik	-	2 316	2 467
Kosten für Insektizideinsatz	-	267	112
d) Einkommen bei "	-	2 316	2 471
Kosten für SMT	-	381	133
e) Einkommen bei SMT	-	2 202	2 450

1) SMT = Sterile Männchen Technik - 2) Übrige Kennwerte wie bei semiariden Betrieben
Quelle: ermittelt aus Daten von BRANDL (1) und MÄRZ (4)

Ergebnissen ergibt, findet daher in den meisten Fällen der Praxis nicht statt. Erste Ausnahmen sind lediglich bei der Fallentechnik zu finden.

Literaturverzeichnis

BRANDL, F.E.: Economics of Trypanosomiasis Control in Cattle. - In: DOPPLER, W. (Hrsg.): Farming Systems and Resource Economics in the Tropics, Vol. 1. Kiel 1988.

DOPPLER, W.: The economics of pasture improvement and beef production in semi-humid West Africa. - GTZ-Schriftenreihe, Nr. 105. Eschborn 1980.

ILCA: Le Betail trypanotolerant d'Afrique Occidentale et Central. Tome 1 et 2. - ILCA Monograph, No 2. O. O. 1979.

MÄRZ, U.: Agrar- und Einkommensstruktur landwirtschaftlicher Betriebe in der Landnutzungszone von Sideradougou. - C.R.T.A.(Institut 490), Universität Hohenheim. Manuskript, Hohenheim 1985.

MURRAY, M., TRAIL, J.C.M. und ROOTEHUIS, J.G.G.: Trypanotolerant livestock: potential and future exploitation. - Outlook on Agriculture 13 (1984) (1), S. 43-51.

NAGEL, P.: Ökosystemsiche Wirkungen von Insektizidapplikationen in den afrikanischen Tropen (Beispiel Tsetsebekämpfung). - Institut für Biogeographie. Universität des Saarlandes. Manuskript, Saarbrücken 1985.

PUTT, S.N.H., SHAW, A.P.M., WOODS, A.J., TYLER, L und JAMES, A.D.: Veterinary epidemiology and economics in Africa. - ILCA Manual, No 3. Reading 1987.

WELDE, B.T. und CHUMO, C.A.: Persistance of Berinil in Cattle. - Tropical Animal Health and Production, Vol. 15, 1983, S. 149-150.

AUSWIRKUNGEN TECHNOLOGISCHER VERÄNDERUNGEN AUF DEN AGRARSEKTOR DER TÜRKEI[1)]

von

S. BAUER, Bonn und H. KASNAKOGLU, Ankara

1 Einleitung

Die Türkei stellt ein typisches Schwellenland dar, das im letzten Jahrzehnt ein kräftiges gesamtwirtschaftliches Wachstum zu verzeichnen hatte (etwa 5-7 % p.a.). Der Agrarsektor spielt in diesem Entwicklungsprozeß nach wie vor eine zentrale Rolle: In der Landwirtschaft ist der überwiegende Teil der Erwerbstätigen (etwa 55-60 %) beschäftigt. Das agrarsektorale Bruttoinlandsprodukt ist im letzten Jahrzehnt um etwa 3 % p.a. angestiegen und beträgt gegenwärtig etwa 18 % des gesamten BIP. Ebenfalls etwa 18 % der Gesamtexporte entfallen auf agrarische Rohstoffe; unter Berücksichtigung verarbeiteter Agrarprodukte und Lebensmittel ergibt sich jedoch ein Exportanteil von etwa 60 % (KASNAKOGLU, AKDER und GURKAN, 1987; ZEREN und ISIK, 1989).

Diese wenigen Kennziffern mögen die Stellung des Agrarsektors in der türkischen Wirtschaft zunächst einmal grob charakterisieren. Im folgenden werden wir einige Tendenzen der agrarsektoralen Entwicklung in der Türkei näher analysieren und dabei insbesondere den Einfluß technologischer Veränderungen auf das wirtschaftliche Geschehen herausarbeiten. Dies geschieht einmal in deskriptiv-analytischer Form und zum anderen auf der Grundlage eines quantitativen Agrarsektormodells. Wir konzentrieren uns dabei auf die Analyse bisheriger Entwicklungen und Strukturveränderungen und versuchen daraus Erkenntnisse über künftige Entwicklungstendenzen und Politikprobleme (Technologiebeeinflussung) abzuleiten.

2 Deskriptive Betrachtung: Agrarproduktion, Faktoreinsatz und technologische Veränderungen

Eine erste aggregierte Kennzeichnung des Agrarsektors erhält man durch die Analyse der Produktions-, Faktoreinsatz- und Einkommensentwicklung sowie der daraus resultierenden Produktivitäten, die als Grobindikatoren für die Wirkung technischer Fortschritte angesehen werden können. Eine solche Darstellung stößt bereits auf erhebliche Probleme, da für die Türkei keine geschlossene und differenzierte landwirtschaftliche Gesamtrechnung vorliegt. Wir bauen deshalb unsere Betrachtung auf partiellen Informationen aus unterschiedlichen Statistiken auf (Übersicht 1).

1) Gekürzte Fassung des Originalbeitrags. Die ausführliche Fassung kann von den Verfassern bezogen werden.

Übersicht 1: Produktion und Faktoreinsatz in der türkischen Landwirtschaft

	Agrar-prod. (Mill.t.GE)	Landwirt-schaftl. Fläche (Mill.ha)	Arbeits-kräfte Mill.	Dünge-mittel 1.000 t	Traktoren 1.000 Stck.	Misch-futter 1.000 t
1950	21.7	14.5	8.9			
1955	27.2	19.8	9.4			
1960	32.1	25.5	9.7			
1963	37.0	26.0	9.7	427	50,8	-
1968	44.8	27.0	9.6	2.117	85,4	-
1973	46.1	28.2	9.6	3.720	156.1	-
1978	64.9	28.1	9.5	7.474	370.2	-
1983	72.6	26.6	9.4	8.402	513.5	2.301
1987	83.1	27.9	9.4	7.691	637.4	3.576
Veränderung 1963-1987 (in % p.a.)	3.4 %	0,3 %	-0.1 %	12.8 %	11.1 %	-

Quelle: Zeren, Isik 1989; Günes 1989; Kasnakoglu, Akder, Gurkan 1987;

2.1 Produktion

Abgesehen von den witterungsbedingten Schwankungen ist die Agrarproduktion relativ stetig angestiegen. Trotz der langfristig abnehmenden Bedeutung des Agrarsektors hat dieser durchgängig und signifikant zum gesamtwirtschatlichen Wachstum beigetragen (Übersicht 2).

Übersicht 2: Wachstum und Beitrag der Landwirtschaft zum gesamtwirtschaftlichen Wachstum

	5 Jahres-Wachstum (%)		Beitrag der Landwirtschaft zum	
	Ldw.	übrige Wirtsch.	BIP-Wachstum	Pro-Kopf-Wachstum
1955	27.4	49.9	29 %	10 %
1960	19.2	27.7	30 %	50 %
1965	13.2	43.6	15 %	28 %
1970	15.2	47.4	13 %	37 %
1975	15.7	49.7	10 %	6 %
1980	17.7	17.4	22 %	80 %

Quelle: Kasnakoglu, Akder, Gurkan 1987

Wenn man von den jährlichen Ertragsschwankungen absieht, so zeigt sich für den Agrarsektor insgesamt in den letzten 25 Jahren eine relativ kontinuierliche wirtschaftliche Entwicklung. Hingegen war die übrige Wirtschaft in stärkerem Maße von politischen und wirtschaftlichen Turbulenzen beeinflußt.

Etwa zwei Drittel der wertmäßigen Produktion und des BIP der Landwirtschaft stammen aus dem pflanzlichen Bereich. Wir wollen deshalb weiter fragen, welche Komponenten zum Wachstum der pflanzlichen Produktion beigetragen haben.

Die Ergebnisse von Übersicht 3 zeigen deutlich, daß die Quellen des agrarsektoralen Wachstums sich seit den 50er Jahren deutlich verlagert haben. Während die Produktionssteigerung von 1950-1960 fast ausschließlich durch eine Ausdehnung der landwirtschaft-

und in den 70er und 80er Jahren fast ausschließlich durch Ertragssteigerungen getragen. Die Ertragssteigerungen in der pflanzlichen Produktion und die weniger ausgeprägten Leistungssteigerungen in der Tierproduktion sind das Ergebnis der Anwendung biologisch technischer Fortschritte und des zunehmenden Einsatzes von ertragssteigernden Betriebsmitteln.

Übersicht 3: Beitrag von Flächenveränderungen und Ertragssteigerungen zum Wachstum der pflanzlichen Produktion (in %)

	1950-60	1960-70	1970-80
Flächenausdehnung	94.5	13.1	12.4
Ertragssteigerung	5.6	69.8	94.5
Anbaustruktur	1.8	20.9	6.0
Ertrags-Anbaustruktur Mischeffekt	-1.9	-3.8	-12.9
	100%	100%	100%
Jährl. Produktionswachstum (in %)	4.5	4.2	3,7

Quelle: Kasnakoglu, Akder, Gurkan 1987

Das durchschnittliche Ertragsniveau liegt nach wie vor erheblich unter dem europäischen Niveau (z.B. Weizen 20 dt/ha). Allerdings bestehen große regionale Unterschiede (natürliche Bedingungen) sowie Ertragsdifferenzen zwischen dem Trockenlandbau (Schwarzbrache) und dem Beregnungslandbau.

Da in den 80er Jahren die Pro-Kopf-Nachfrage, insbesondere nach pflanzlichen Produkten, als weitgehend gesättigt angesehen werden kann, wird die Produktionsentwicklung zunehmend vom Bevölkerungswachstum (etwa 2,5 % p.a.) sowie von den Möglichkeiten und der Konkurrenzfähigkeit beim Export bestimmt.

2.2 Landwirtschaftliche Fläche und Bodennutzung

Die gesamte landwirtschaftliche Fläche ist bis zu Beginn der 70er Jahre ausgedehnt worden und stagniert seitdem. In den 60er Jahren wurde in größerem Umfang Beregnung eingeführt und seither laufend ausgeweitet (Übersicht 4).

Übersicht 4: Beregnete landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Türkei

	absolut in 1.000 ha	in % der Ackerfläche
1963	117	0.4
1968	1.783	7.4
1973	1.950	7.7
1978	2.050	8.3
1983	2.120	9.2
1987	2.300	9.5

Quelle: Zeren, Isik 1989

Die sektordurchschnittlichen Ertragssteigerungen sind damit zu einem gewissen Teil auch auf die Ausdehnung der Beregnung zurückzuführen. Dies wird deutlich, wenn man sich die erheblichen Ertragsunterschiede zwischen dem Trocken- und Beregnungslandbau vor Augen führt, z.B. (Ertragskoeffizienten des Modellsystems TASM):

	nicht beregnet	beregnet
Weizen	15.5	34
Mais	25	54
Sonnenblumen	11.4	17
Melonen	10.4	18.3
Grapefruit	38.2	49.8

Bis Mitte der 70er Jahre waren etwa 1/3 der Fläche Brache (überwiegend Rotationsbrache), die aber Ende der 70er/Anfang der 80er Jahre eingeschränkt wurde, wodurch die bestellte Fläche sowohl absolut als auch relativ angestiegen ist. Der überwiegende Teil der Fläche wird von relativ kleinen bzw. mittleren Betrieben bewirtschaftet. Die flächenmäßige Betriebsgrößenstruktur entspricht damit in etwa der in kleinstrukturierten Regionen in der EG. Der überwiegende Teil des Bodens ist gepachtet (vom Staat, von Kommunen, oder von anderen öffentlichen Institutionen) bzw. wird auf der Basis von sharecropping bewirtschaftet. Nur ein Drittel der Fläche ist im Eigentum landwirtschaftlicher Familien.

2.3 Arbeitskräfteeinsatz

Übersicht 1 zeigt, daß der Arbeitskräfteeinsatz in der türkischen Landwirtschaft im Zeitablauf absolut annährend konstant war. Erst in den letzten Jahren machen sich einige Tendenzen einer leichten Reduzierung bemerkbar. Aufgrund der kleinstrukturierten Landwirtschaft und des ausgeprägten saisonellen Arbeitsanfalls kann davon ausgegangen werden, daß eine relativ hohe versteckte Arbeitslosigkeit in der Landwirtschaft vorliegt. Die Schätzungen des staatlichen Planungsamtes von etwa 10 % dürften eher eine Untergrenze angeben.

2.4 Betriebsmitteleinsatz

Die größte Bedeutung beim Betriebsmitteleinsatz kommt dem Handelsdünger zu, wenngleich auch der Zukauf von Saatgut und Pestiziden im letzten Jahrzehnt an Bedeutung gewonnen hat. Der drastische Anstieg des Einsatzes zugekaufter Düngemittel in den 60er Jahren verdeutlicht nochmals die bereits erwähnte Intensivierungsphase. Diese Intensivierung wurde durch staatliche Maßnahmen, insbesondere durch die erhebliche Subventionierung von Handelsgüter (phasenweise bis zu 80 %) begünstigt. Wegen der erheblichen finanziellen Belastungen des Staatshaushalts sind die Düngemittelsubventionen in den letzten Jahren reduziert und teilweise abgebaut worden. Als Folge davon ist beim Verbrauch eine Stagnation (bei Stickstoff) bzw. ein Abfall (bei Phosphor) zu beobachten. In der aktuellen agrarpolitischen Diskussion spielt ein weiterer bzw. vollständiger Abbau der Düngemittelsubventionen eine große Rolle.

Mischfuttermittel werden in der Tierproduktion (Übersicht 1) im wesentlichen erst seit Mitte der 70er Jahre in größerem Umfang eingesetzt. Trotz der starken Steigerungen ist die Bedeutung industriell hergestellter Mischfuttermittel noch gering. Die verarbeiteten Futterkomponenten stammten fast ausschließlich aus der inländischen Produktion, so daß die Bindung zwischen Boden- und Tierproduktion bestehen bleibt (innerlandwirtschaftlicher Verbund).

2.5 Mechanisierung

Die Mechanisierung hat zu Beginn der 60er Jahre eingesetzt und sich bis heute relativ kontinuierlich verbreitet. In Übersicht 1 ist dieser Prozeß durch die Anzahl der Schlepper charakterisiert. Wegen der kleinbetrieblichen Struktur werden größere Maschinen vorwiegend überbetrieblich eingesetzt. Der Mechanisierungsprozeß hat allerdings noch nicht die gesamte türkische Landwirtschaft erfaßt. Nach detaillierten Untersuchungen für das Modellsystem TASM wurde zu Beginn der 80er Jahre noch etwa ein Drittel der Fläche mit tierischer Zugkraft bearbeitet. Sowohl über die Ausweitung der Mechanisierung als auch durch den Übergang zu höheren Technologiestufen sowie durch agrarstrukturelle Anpassungen kann daher ein beträchtliches Potential von Arbeitskräften aus der Landwirtschaft freigesetzt werden.

2.6 Produktivitätsveränderungen

Die Messung von (Global-) Produktivitäten, als einen ersten Indikator für die Realisierung technischer Fortschritte, stößt auf eine Reihe von empirischen Problemen (unvollständige landwirtschaftliche Gesamtrechnung, lückenhafte Faktoreinsatzstatistik). Wir wollen daher zunächst einmal die partiellen Faktorproduktivitätsentwicklung näher verfolgen (Übersicht 5).

Übersicht 5: Veränderungen partieller und globaler Faktorproduktivitäten in % p.a.

Zeitraum	Boden	Arbeit	Kapital (Traktoren)	Betriebsmittel (Dünger)	Globale Faktorproduktivität.
1963-68	3.2	4.1	-7.0	-	2.2
1968-73	-0.3	0.6	-12.2	-11.3	-1.7
1973-78	7.2	7.3	-11.7	-7.8	4.1
1978-83	3.4	2.5	-2.2	-0.1	1.7
1983-87	2.6	3.6	-0.8	5.4	3.3
1963 - 1987	3.2	3.6	-6.7	-3.4	1.92

Der Anstieg der Bodenproduktivität liegt etwas höher als in den meisten EG-Ländern. Die Arbeitsproduktivitätsveränderung ist allerdings signifikant niedriger. Die mit dem Mechanisierungsprozeß in Gang gesetzte Substitution von Arbeit durch Kapital hat offensichtlich noch nicht zu einer entspre-

chenden Reduzierung des Arbeitskräfteeinsatzes in der Landwirtschaft geführt. Aufgrund der geringen Arbeitskräftenachfrage des industriellen Sektors, der kleinstrukturierten Landwirtschaft und der allgemeinen Arbeitsmarktlage ist die versteckte Arbeitslosigkeit in der Landwirtschaft angestiegen. Darauf deuten auch die Analysen mit Hilfe des Sektormodells TASM hin.

Um einen ersten Einblick in die Entwicklung der totalen Faktorproduktivität zu vermitteln, haben wir die partiellen Produktivitätsveränderungen mit Kostenanteilen aus dem Agrarsektormodell TASM gewichtet (Übersicht 5). Die Ergebnisse zeigen, daß - abgesehen vom Einbruch in der Periode 1968 bis 1973 - beachtliche Steigerungen der Globalproduktivität erzielt werden konnten. Die langfristigen Veränderungen sind in etwa mit denen in den meisten EG-Ländern vergleichbar. Dies bedeutet, daß die Niveauunterschiede in etwa bestehen bleiben, wenn sich die bisherigen Tendenzen weiter fortsetzen.

Unter den gegebenen wirtschaftlichen Bedingungen sind kaum stärkere Produktivitätssteigerungen und Wachstumsimpulse vom Agrarsektor erwartbar. Die verschiedentlich vorgebrachten Forderungen nach gezielten Maßnahmen zur Produktivitätsankurbelung im Agrarbereich (z.B. GÜNES, 1989) müssen von begrenztem Erfolg bleiben, wenn sie nicht durch eine forcierte Industrialisierung und eine erhöhte industrielle Arbeitsnachfrage im ländlichen Raum begleitet werden.

3 Modellanalytische Betrachtung: Einfluß technologischer Veränderungen auf das wirtschaftliche Geschehen

Spätestens seit Walras wissen wir, daß Änderungen exogener Größen und Parameter wie z.B. technische Fortschritte, eine Reihe von Folgewirkungen nach sich ziehen, d.h. sich prinzipiell auf das gesamte ökonomische System auswirken. Obwohl diese Erkenntnis heute beinahe trivial erscheint, finden wir sowohl in der theoretischen wie auch empirischen Analyse häufig eine stark eingeengte partielle Betrachtungsweise.

Wir wollen im folgenden mit Hilfe des geschlossenen Agrarsektormodells TASM (BAUER und KASNAKOGLU, 1989) die ökonomischen Wirkungen von technologischen Veränderungen am Beispiel der Türkei analysieren. Im Hinblick auf die hier relevante Fragestellung werden ausgehend von der Basisversion für 1986 einige technologische Parameter verändert, um den Einfluß auf das agrarsektorale Geschehen herauszuarbeiten. Wir werden drei Komplexe, die die agrarsektorale Entwicklung der Türkei maßgeblich prägen, näher betrachten:

- Ertragssteigerungen in der pflanzlichen und tierischen Produktion (biologisch-technische Fortschritte, Förderung von Innovationen und verbessertes Management, Breitenwirkung von entsprechenden Projekten),

- Übergang zu höherer Mechanisierung (mechanisch-technische Fortschritte, Substitution von Arbeit durch Kapital),

- Ausweitung der Bewässerung (GAP-Projekt in stilisierter Form).

Da die Auswirkungen dieser technologischen Veränderung in starkem Maße von den ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen abhängen, haben wir verschiedene Technologie-Politik-Szenarien formuliert. Die Einzelergebnisse sind in einem gesonderten Bericht zusammengestellt (BAUER, 1989).

3.1 Auswirkungen von Ertragssteigerungen

Zur Simulation der Wirkungen biologisch-technischer Fortschritte haben wir eine 20%ige Ertragssteigerung unterstellt und angenommen, daß diese durch einen 50 % höheren Düngeraufwand, einen 30 % höheren Saatgut- und Pflanzenschutzaufwand sowie durch einen 30 % höheren Futtermittelaufwand erreicht werden kann.

In Version 1 wurde unterstellt, daß diese Veränderungen gleichmäßig bei allen pflanzlichen und tierischen Verfahren wirken. Gleichzeitig wurde angenommen, daß der Außenhandel politisch bzw. vom Absatz her determiniert ist und konstant bleibt. Im Inland wirkt der Preismechanismus.

Unter diesen Bedingungen steigt erwartungsgemäß die Produktion und auch der inländische Verbrauch bei allen Produkten, allerdings in unterschiedlichem Ausmaß (z.B. Weizen 13 %, Gerste 19 %, Kartoffeln 1,6 %, Tomaten 0,5 %, Ziegen und Schafe 2 %, Milch und Rindfleisch 4,5 %). Da die inländische Nachfrage weitgehend gesättigt ist, sind diese Veränderungen mit einem z.T. drastischen Agrarpreisverfall verbunden (Weizen -45 %, Gerste -40 %, Rindfleisch -12 %, Milch -10 %, Geflügel und Eier -18 %). Die Folge davon ist ein Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche und ein Anstieg der Brachfläche an marginalen Standorten. Dies kommt auch im Verfall der Bodenrente zum Ausdruck (nichtbewässertes Land von 45 auf 0, bewässerte Flächen von 200 auf 66 US $ pro ha). Auch die effektive landwirtschaftliche Beschäftigung und die Auslastung vorhandener Maschinen und Gebäudebestände geht zurück, was einen Abfall der sektorinternen Arbeits- und Kapitalverwertung zur Folge hat (z.B. Lohnsatz -9 bis -15 %).

Insgesamt ist unter den gegebenen politischen und ökonomischen Bedingungen ein z.T. erheblicher Abfall der landwirtschaftlichen Einkommen, ein Rückgang der Beschäftigung und ein Rückgang der Landwirtschaft aus marginalen Standorten erwartbar. Vorteile ergeben sich für die nichtlandwirtschaftliche Bevölkerung und den industriellen Sektor (erhöhte Nachfrage, erhöhte Faktorverfügbarkeit, Expansion der Verarbeitungssektors).

Ein z.T. stark modifiziertes Bild ergibt sich, wenn man von einer elastischen Exportnachfrage ausgeht (Version 2). Die inländischen Gleichgewichtspreise bleiben ebenso wie die inländische Nachfrage gegenüber der Ausgangssituation unverändert. Der "biologisch technische Fortschritt" bewirkt in diesem Fall eine stärkere Produktionsexpansion,

gleichzeitig aber eine Differenzierung im Bereich der Tierproduktion (erheblich gestiegene Futterkosten). Während der Arbeitseinsatz und die Arbeitsentlohnung weitgehend konstant bleiben, steigen die Schattenpreise für Boden um etwa 20 %. Ertragssteigerungen würden unter diesen Bedingungen zu einer wesentlichen Verbesserung der landwirtschaftlichen Einkommenslage und der Exporterlöse des Agrarsektors beitragen. Abgesehen von einigen Verzerrungen und der nach wie vor bestehenden Überbewertung der türkischen Lira liegt das Agrarpreisniveau der Türkei in der Nähe des Weltmarktes, so daß ein erhöhter Export ohne wesentliche Finanzbelastungen prinzipiell möglich wäre. Ein Problem besteht allerdings in der Ausweitung der Handelsbeziehungen (Eroberung von Marktanteilen) und dem dazu erforderlichen internationalen Marketing.

In einer Version 3 wurden lediglich die Erträge und entsprechenden Inputs der pflanzlichen Produktion bei ebenfalls gegebenen Agrarpreisen erhöht. Hier erfolgt erwartungsgemäß ein stärkerer Produktionsanstieg bei den meisten pflanzlichen Produkten. Gegenüber der Ausgangslage ergeben sich aufgrund der Fortschritte in der Futterproduktion (geringere Schattenpreise für Wirtschaftsfutter) allerdings auch gewisse Impulse für die Tierproduktion, insbesondere für die wirtschaftsfutterintensive Schaf- und Rinderproduktion. Die Bodenrenten steigen zwar gegenüber der Ausgangssituation, allerdings weniger als bei Version 2 (geringerer Anstieg der Wirtschaftsfutternachfrage).

Bei Version 4 wurde umgekehrt ein 20%iger Leistungsanstieg in der Tierproduktion bei konstanten Bodenerträgen angenommen (Agrarpreise konstant). In diesem Fall steigt die tierische Produktion ähnlich wie in Version 2, die übrigen Variablen ändern sich gegenüber der Ausgangslage im allgemeinen nur wenig (relativ geringes Gewicht der tierischen Produktion).

3.2 Mechanisierung

Das Grundmodell enthält für die pflanzliche Produktion bereits 2 Technologiestufen (tierische Zugkraft, traktorbasierte Mechanisierung). Um die Frage zu analysieren, ob durch veränderte ökonomische Bedingungen der Übergang zu höherer Technologie forciert werden kann, haben wir einmal die Löhne in jedem Punkt der Arbeitsangebotsfunktion verdoppelt. Dahinter steht die Vorstellung einer wesentlich verbesserten gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, die zu einem Abbau der Arbeitslosigkeit und einem allgemeinen Lohnanstieg, insbesondere auch in ländlichen Gebieten führt. Desweiteren werden arbeitssparende Fortschritte in der Tierproduktion unterstellt (Halbierung der Arbeitskoeffizienten).

Die Ergebnisse zeigen (Version 5, marktbestimmte Agrarpreise), daß in der Tat eine erhebliche Substitution zwischen Arbeit und Kapital stattfindet. Beinahe die gesamte Bodenproduktion erfolgt in mechanisierter Form. Der Arbeitseinsatz reduziert sich um etwa 15 %. Allerdings steigen die gesamten Arbeitserledigungs- und Produktionskosten. Bei den meisten Produkten werden diese Kostensteigerungen auf die Agrarpreise überwälzt. Insbesondere in der Tierproduktion ergeben sich starke Preissteigerungen, da hier keine Substitutionsmöglichkeiten im Modell vorgesehen sind. Zum anderen entfällt die sektorinterne Leistung der Tieranspannung (Schattenpreise von Null). Die Folge ist ein

Rückgang der Nachfrage nach tierischen Produkten. Die Bodenrenten sinken um etwa 10 %. Dies führt dazu, daß sich für gut mechanisierbare Produkte mit hohem Flächenbedarf, wie z.B. Getreide, die Wettbewerbsfähigkeit verbessert und die Marktpreise für diese Produkte leicht nachlassen. Insgesamt führt ein steigendes allgemeines Lohnniveau über die beschriebenen Anpassungsmechanismen auch zu einem steigenden Einkommen für die in der Landwirtschaft verbleibenden Arbeitskräfte. Allerdings erhöht sich die intersektorale Einkommensdisparität.

Werden gleichzeitig arbeitssparende Fortschritte in der Tierproduktion realisiert (Version 6), dann bleiben die Produktionskosten und Preise der Tierproduktion annähernd konstant (wenig veränderte Nachfrage). Die Fortschritte in der Tierproduktion vermindern die Arbeitsnachfrage, so daß die sektorinternen Löhne weniger ansteigen als bei Version 5. Die agrarsektorale Beschäftigung geht allerdings um 20-35 % zurück. Da die Bodenrente weitgehend auf dem Niveau der Ausgangslösung bleiben, ergibt sich auch hier eine Einkommenserhöhung für die effektiv in der Landwirtschaft beschäftigten Arbeitskräfte.

3.3 Ausdehnung der Bewässerung

Wir haben im ersten Teil bereits auf die Bedeutung der Bewässerung für die türkische Landwirtschaft und die großen Investitionen im Rahmen des GAP-Projekts hingewiesen. Wir nehmen im folgenden an, daß aufgrund des Projektes die bewässerte Fläche um 3 Mill. ha ansteigt, wobei z.T. bislang nicht landwirtschaftlich genutztes Land bewässert wird und die übrige Nutzfläche um 1 Mill. ha zurückgeht. Das Modell enthält nur Produktionsverfahren, die bereits bislang im Bewässerungslandbau angewandt wurden. Da die Verfahren nicht auf die spezifischen Produktionsbedingungen der GAP-Region abgestellt sind, ist eine tendenzielle Unterschätzung der Wirkungen erwartbar.

Unter den Bedingungen der Modellversion 7 (gegebenes Außenhandelsvolumen, inländische Markt- und Preisgleichgewichtsmechanismen) führt die Ausdehnung der Bewässerung zu einem Abfall der Bodenrenten des bewässerten Landes von 200 auf 50 US $ pro ha. Die nicht bewässerten Flächen werden nicht mehr vollständig genutzt (Schattenpreis Null). Dies hat einen erheblichen Abfall der Produktionskosten und auch einen Rückgang der meisten Agrarpreise zur Folge (z.B. Weizen -38 %, Zuckerrüben -15 %, Sonnenblumen -13 %, Baumwolle -14 %). Für einige arbeitsintensive Gemüse- und Obstarten ergeben sich wegen der gestiegenen Arbeitsentlohnung (zunehmende Arbeitsnachfrage) leichte Preissteigerungen. Die Preise für tierische Produkte sinken wegen der geringeren Futterkosten ebenfalls (z.B. Schaffleisch und Rindfleisch -9 %, Milch -7 %, Eier und Gefügelfleisch -12 %). Gleichzeitig steigt die Produktion und auch der Verbrauch von "Bewässerungsprodukten" und generell stark bodenbeanspruchenden Produkte (Getreide +10 %, Sojabohnen +8,5 %, Zuckerrüben +5 %). Die tierische Produktion steigt ebenfalls: Schafe 2,5 %, Ziegen 2,8 %, Rindfleisch 3,5 %, Geflügel 6,4 %.

In regionaler Hinsicht würde sich unter den angenommenen Bedingungen eine starke Veränderung der Wettbewerbs- und Einkommenslage ergeben. Landwirte außerhalb des Projektgebietes hätten Preis- und Einkommenseinbußen hinzunehmen.

Um diese Wirkungen zu vermeiden bzw. abzuschwächen, versucht man den größten Teil der zusätzlichen Produktion aus dem GAP-Gebiet auf dem Weltmarkt unterzubringen. In **Version 8** haben wir deshalb angenommen, daß die zusätzliche Produktion zum gegebenen inländischen Agrarpreisniveau exportiert werden kann. Unter diesen Bedingungen erhält die pflanzliche Produktion zusätzliche expansive Impulse, gleichzeitig erfolgt aber eine stärkere Änderung der Anbaustruktur: Getreide und andere extensive Produkte werden ausgedehnt, arbeitsintensive Produkte tendenziell eingeschränkt (steigende Arbeitskosten). Auch in der tierischen Produktion ergeben sich stärkere Strukturveränderungen: stark wirtschaftsfutterbeanspruchende Verfahren werden ausgedehnt (Schafe, Rindfleisch), die getreideintensive Veredlung wird eingeschränkt (Geflügel). Da die Bewässerung bodenvermehrung wirkt, sinken auch bei gegebenen Agrarpreisen die Bodenrenten, allerdings weniger stark als unter den Bedingungen der Version 7 (nichtbewässerte Fläche -30 %, bewässerte Fläche -20 %).

Insgesamt würde sich unter diesen Bedingungen ein größerer Beitrag der Landwirtschaft zur Erzielung von Exporterlösen, ein positiver Beschäftigungseffekt und auch eine Verbesserung der landwirtschaftlichen Einkommenssituation ergeben. Aber auch hier stellt sich natürlich die Frage der Absatzmöglichkeiten auf dem Weltmarkt und den dazu notwendigen Marketingaktivitäten.

Diese Anwendungsbeispiele verdeutlichen hinreichend die Möglichkeiten, das Agrarsektormodell TASM für konkrete politikbezogene Fragestellungen einzusetzen. Bisherige praktische Anwendungen für das türkische Landwirtschaftsministerium zeigen, daß gerade die Analyse von technologischen (projektbedingten) Veränderungen bei unterschiedlichen ökonomischen und (agrar-) politischen Rahmenbedingungen eine wichtige Informationsgrundlage für die Beurteilung agrarpolitischer Alternativen darstellt.

4 Schlußbemerkungen

Die Entwicklung der türkischen Wirtschaft ist durch die Übernahme von technischen Neuerungen aus westlichen Industrieländern wesentlich forciert worden. Der agrarsektorale Entwicklungsprozeß ist vor allem durch die Nutzung biologisch technischer Fortschritte und einen erhöhten Betriebsmitteleinsatz, durch die Ausdehnung der Bewässerung sowie durch den Ersatz von tierischer durch motorische Zugkraft geprägt. Der Prozeß der Übernahme technischer Neuerungen wurde durch spezielle Politikmaßnahmen (z.B. Subventionierung von Saatgut, Dünger und landwirtschaftlichen Maschinen, staatliche Bewässerungsprojekte) sowie durch die betriebene Agrarpreispolitik gefördert. Diese Entwicklung hat einerseits zu einer weitgehenden Sättigung der Nachfrage, andererseits aber zu einem Überschuß an Arbeit in ländlichen Gebieten geführt.

Angesichts des anhaltenden Bevölkerungswachstums werden, bei zunächst einmal gegebenen Boden- und Arbeitskapazitäten, weitere technische Veränderungen quasi automatisch initiiert. Darüber hinausgehende Fortschritte stoßen jedoch an die Grenzen des Absatzpotentials und der außerlandwirtschaftlichen Arbeitsnachfrage. Angesichts der hohen Anpassungsfähigkeit und Innovationsbereitschaft sollte die künftige Politik sich stärker

an den Exportmöglichkeiten ausrichten und eine verstärkte Industrialisierung ländlicher Regionen betreiben. Bei einer Reihe von Produkten ist die Türkei international konkurrenzfähig. Wenn durch entsprechende internationale Marketingaktivitäten diese Absatzchancen erschlossen werden, besteht u.E. genügend Anreiz, zusätzliche produktionstechnische Fortschritte einzuführen. Dies gilt analog für den Komplex Industrialisierung, Arbeitsnachfrage und Mechanisierung der Landwirtschaft. Gezielte Maßnahmen der Agrartechnologieförderung können komplementären Charakter haben, aber nicht die beiden Grundpfeiler künftiger Entwicklungspolitik ersetzen.

Literaturverzeichnis

BAUER, S. und KASNAKOGLU, H.: Non-linear Programming Models for Sector and Policy Analysis: Experiences with the Turkish Agricultural Sector Model. - Economic Modelling 1989 (im Druck).

BAUER, S.: Modelling the Impact of Technological Change on Turkish Agriculture: Results of TASM Modelling Exercises. - Technical Paper. Bonn 1989.

DEMIR, A.E.: The Impact of Base Price Policy in the Agricultural Sector: The Turkish Experience. - Diss. Michigan State University. Michigan 1985.

GÜNES, T.: Development Trends in Turkish Agriculture. - Adana 1989.

KASNAKOGLU, H., AKDER, H. und GURKAN, A.A.: Agricultural Labor and Technological Change in Turkey. - METU, ERC Working Paper. Ankara 1987.

KASNAKOGLU, H. und BAUER, S.: Concept and Application of an Agricultural Sector Model for Policy Analysis in Turkey. - In: BAUER, S. und HENRICHSMEYER, H. (Hrsg.): Agricultural Sector Modelling. Kiel 1988, S. 71-84.

MAFRA: Agriculture in Turkey: Some Key Information for Foreign Investors. - Ankara 1989.

OECD: Türkey: Economic Surveys. - Paris 1980.

State Institute of Statistics: Statistical pocket book of Turkey. - Ankara 1986.

Statistisches Bundesamt: Länderbericht Türkei 1989.

ZEREN, Y. und ISIK, A.: Türkiye de Tarimsal Girdiler Mekanizasyon ve istihdam iliskileri. - Adana 1989.

ANFORDERUNGEN AUS DEM EINSATZ TECHNISCHER FORTSCHRITTE AN AUSBILDUNG UND BERATUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT

TECHNISCHER FORTSCHRITT ZUR VERBESSERUNG DER INFORMATIONS- UND ENTSCHEIDUNGSEFFIZIENZ: ANFORDERUNGEN AN DIE AUSBILDUNG IM STUDIUM DER AGRARWISSENSCHAFTEN

von

G. SCHIEFER, Hohenheim

1 Einführung: Technischer Fortschritt in der Agrarökonomie

Diskussionen über den technischen Fortschritt in der Landwirtschaft beziehen sich traditionell v.a. auf Fortschritte im biologischen bzw. mechanisch-technischen Bereich der Produktion sowie im organisatorischen Bereich des Einsatzes von Produktionsmitteln bzw. des Absatzes von Produkten. Der technische Fortschritt wird in der landwirtschaftlichen Betriebslehre daher üblicherweise (vgl. auch REISCH und ZEDDIES, 1983) auch nur im Hinblick auf seine Wirkung auf den Einsatz von Kapital, Arbeit oder Boden klassifiziert.

Fortschritte im Hinblick auf eine Verbesserung der "Informations- und Entscheidungseffizienz" in Betriebsführung und Politik werden dagegen erst in Ansätzen in Verbindung mit neueren Entwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnologie in die Diskussion über den technischen Fortschritt in der Landwirtschaft einbezogen.

Diese Technologien unterstützen nicht nur die Sammlung und Vermittlung von Information sondern auch ihre Verarbeitung und Umsetzung in Betriebsführungs- und Politikkonzepte und tangieren damit direkt agrarökonomische Forschungs- und Handlungsschwerpunkte.

Die Personalisierung und Leistungssteigerung in der Informations- und Kommunikationstechnologie sowie die neuen Möglichkeiten der Entwicklung integrierter computergestützter Informations- und Entscheidungssysteme versprechen wesentliche Fortschritte in der Effizienz der Bereitstellung, Nutzung und Verarbeitung von Information und damit in der Unterstützung von Entscheidungsträgern in Betrieb, Beratung oder Politik.

Die Realisierung dieser Fortschritte in der Unterstützung von Informations- und Entscheidungsprozessen erfordert jedoch die Entwicklung und Kenntnis geeigneter Konzepte zur Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnologien.

Dies hat Konsequenzen für die Ausrichtung von Forschung und Lehre in der Agrarökonomie.

Die Forschung wird sich verstärkt mit der organisatorischen Gestaltung und Optimierung von Informations- und Entscheidungsprozessen in der Agrarwirtschaft auseinandersetzen müssen. Die heute üblichen, auf traditionellen Informations- und Kommunikationstechnologien basierenden formalen Informations- und Entscheidungsprozesse sind

z.T. das Ergebnis eines längeren Entwicklungsprozesses, der eine schrittweise Optimierung der Informations- und Entscheidungseffizienz ermöglichte. Eine kurzfristigere Realisierung des mit den Fortschritten in der Informations- und Kommunikationstechnologie möglichen technischen Fortschritts erfordert dagegen ein aktives Engagement der Forschung in der Neugestaltung der Informations- und Entscheidungssysteme in der Agrarwirtschaft.

Für die Lehre stellt sich die Aufgabe, die entscheidungs- und managementorientierten Ausbildungseinheiten entsprechend weiterzuentwickeln und verbleibende Ausbildungsdefizite durch neu zu konzipierende Ausbildungseinheiten abzudecken.

Der folgende Beitrag konzentriert sich auf eine Diskussion der Anforderungen, die in dieser Situation aus der Sicht der Agrarökonomie an den Inhalt und die Organisation des Studiums der Agrarwissenschaften gestellt werden.

2 Herausforderungen an die Lehre

Die Entwicklung der Lehrinhalte muß sich im Hinblick auf die Einbindung des technischen Fortschritts in der Informationsnutzung und Entscheidungsunterstützung einer zweifachen Herausforderung stellen. Die Ausbildung sollte unter Bezug auf alle Bereiche der Agrarwirtschaft wie Betriebe, Beratung, Politik usw.

(a) Kenntnisse vermitteln über den Inhalt des technischen Fortschritts und seine (aktuelle und angestrebte) Realisierung in Informations- und Entscheidungssystemen sowie

(b) Fähigkeiten entwickeln zur Analyse, zum Entwurf und zur "Optimierung" geeigneter Informations- und Entscheidungssysteme, wobei dies sowohl die Weiterentwicklung bestehender als auch die Konzeption neuer, durch die technischen Fortschritte erst möglicher Informations- und Entscheidungsbeziehungen einschließen müßte.

Die Realisierung dieses Ausbildungsanspruchs ist über eine Reihe aufeinander aufbauender Ausbildungseinheiten denkbar, die in Übersicht 1 zusammengestellt sind.

Für jede dieser Ausbildungseinheiten ist in der Übersicht eine Einordnung bezüglich der bestehenden Studiendifferenzierung in Fachrichtungen sowie des bestehenden Lehrangebots versucht worden. Die Kategorisierung unterscheidet zwischen Ausbildungseinheiten, die für alle Fachrichtungen identisch angeboten werden können ("FR-übergreifend") und solchen, die eine fachrichtungsspezifische Ausrichtung, d.h. etwa agrarökonomische, erfordern ("FR-spezifisch"), wobei jeweils entweder eine Integration in bestehende Ausbildungseinheiten als sinnvoll möglich eingeschätzt wird ("integriert") oder von der Notwendigkeit der Entwicklung neuer Ausbildungsangebote ausgegangen wird ("speziell").

Übersicht 1:

Kenntnisse in	Kenntnisse in
A1. Informations-/Kommunikationstechnologie mit Relevanz für Systeme in Agrarwirtschaft -> a) FR-übergreifend -> b) speziell	B1. Methoden der Systemanalyse und des Systementwurfs -> a) FR-übergreifend -> b) integriert
	Fähigkeiten zu
A2. Konzepte zur Einbindung von Technologie in Informations- und Entscheidungssysteme -> a) FR-spezifisch -> b) integriert	B2. Identifikation von agrarwirtschaftlichen Informations- und Entscheidungssystemen mit identischer Struktur ("typische Systemstrukturen") -> a) FR-übergreifend -> b) speziell
A3. Organisation bestehender und angestrebter Informations- und Entscheidungssysteme -> a) FR-spezifisch -> b) integriert	B3. Entwurf geeigneter Konzepte zur Integration von Informations- und Kommunikationstechnologie in die "typischen" Systemstrukturen -> a) FR-übergreifend -> b) speziell
A4. Arbeit/Umgang mit bestehenden Systemen, Management von Systemen -> a) FR-spezifisch -> b) integriert	B4. Entwicklung von Prototypen (testfähige Grundmodelle) -> a) FR-übergreifend -> b) speziell

Für eine Neuorientierung des Studiums werden nicht alle Ausbildungseinheiten vergleichbar gewichtig betrachtet. In der Tabelle sind Ausbildungseinheiten, die evtl. als Spezialisierung über ein Wahlangebot abgedeckt werden können, durch eine doppelte Umrandung abgegrenzt. Diese Ausbildungseinheiten werden heute z.T. mit dem Begriff "Agrarinformatik" umschrieben und als eigenständiges Fachgebiet diskutiert.

Während mit dem Begriff ursprünglich in erster Linie Kenntnisse im Umgang mit Computern sowie die Auseinandersetzung mit Anwendungen der Computertechnologie im Bereich der Agrarwirtschaft verbunden wurden, steht heute zunehmend

(a) die Auseinandersetzung mit betrieblichen und überbetrieblichen Informationssystemen in allen Bereichen der Agrarwirtschaft und

(b) deren Optimierung im Hinblick auf die Nutzung der neuen informations- und kommunikationstechnologischen Entwicklungen

im Vordergrund.

Die Entwicklung des begrifflichen Inhalts der "Agrarinformatik" entspricht in dieser Beziehung weitgehend der Entwicklung des begrifflichen Inhalts der "Wirtschaftsinformatik" und ihrer Auseinandersetzung mit Informationssystemen in anderen Wirtschaftsbereichen (vgl. etwa SCHEER, 1989). Die Ausbildung in einem so beschriebenen Fachgebiet Agrarinformatik vermittelt daher nicht primär Kenntnisse in der EDV, sondern setzt diese Kenntnisse (wie sie etwa im Ausbildungskomplex A1 vermittelt werden sollen) voraus.

3 Realisierung

Für die Umsetzung der neuen Ausbildungsanforderungen in konkrete Studienveranstaltungen sind bisher nur für die Ausbildungseinheiten Vorschläge entwickelt worden, für die vorstehend die Neukonzeption spezieller Ausbildungsangebote vorgesehen ist (vgl. dazu etwa SCHIEFER, 1987 und 1989).

Sie sehen entsprechend der Darstellung in der Übersicht eine Differenzierung in ein für alle Studenten der Agrarwissenschaften verbindliches Grundangebot (zum Ausbildungskomplex A1) sowie die Einrichtung eines Wahlfaches Agrarinformatik vor. Das gemeinsame Grundangebot unterscheidet zwischen einer 2-stündigen verbindlichen Vorlesung und verschiedenen ergänzenden Übungen in Verbindung mit der Nutzung von PC's. Das Wahlfach verbindet ein für alle Fachrichtungen gemeinsames Lehrangebot mit vertiefenden Angeboten mit stärkerem Fachrichtungsbezug, die gegebenenfalls alternativ zur Auswahl angeboten werden.

Für die Aufnahme der neuen Ausbildungsanforderungen in bestehende Veranstaltungsangebote speziell auch solche agrarökonomischer Ausrichtung liegen bisher kaum Vorschläge vor. Sie erfordern das Engagement der Fachvertreter und ihre Auseinandersetzung mit den Herausforderungen der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien sowie den Möglichkeiten und Konzepten der auf die Analyse und den Entwurf von Informations- und Entscheidungssystemen ausgerichteten Techniken der Systemforschung.

Literaturverzeichnis

REISCH, E. und ZEDDIES, J.: Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre. - Ulmer Verlag, Stuttgart 1983.

SCHEER, A.: Wirtschaftsinformatik - Informationssysteme im Industriebetrieb. - Springer Verlag, Berlin 1989.

SCHIEFER, G. (Hrsg.): Agrarinformatik im Studium. - Vauk Verlag, Kiel 1987.

SCHIEFER, G.: Agrarinformatik im Studium: Vorschlag eines Organisationskonzepts. - In: SCHIEFER, G. (Hrsg.): Agrarinformatik im Studium der Agrarwissenschaften, Reihe Agrarinformatik, Bd. 17. - Ulmer Verlag, Stuttgart 1989.

TECHNOLOGIETRANSFER IM HANDWERK - BEITRÄGE UND BEISPIELE FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT

von

W. FILTER, München

1 Bedeutung neuer Techniken

Neue Techniken sind ein bestimmender Faktor des wirtschaftlichen Erfolges. Dies gilt für alle Wirtschaftssektoren gleichermaßen. Neue Techniken sind ein Mittel, um gewachsene und erstarrte Organisationsstrukturen und Arbeitsabläufe neu zu gestalten und zu optimieren. Sie bieten die Möglichkeit, grundlegende Veränderungen der Arbeitsverhältnisse, der Wirtschaftsstrukturen und der Wettbewerbssituation einzuleiten.

Die Nutzung der den neuen Techniken innewohnenden Chancen bedarf besonderer Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Betriebe. Dies gilt vor allem für den mittelständischen Bereich, wie Handwerk und Landwirtschaft. Und es bedarf eines effizienten Systems des Technologietransfers, um die Wirkung der neuen Techniken dorthin zu bekommen, wo sie gebraucht wird - nämlich in den Betrieben selbst. Dort, in den Betrieben, entscheidet sich die Wettbewerbsfähigkeit unternehmerischer Handlungsweise und damit auch die Zukunft der gesamten Branche.

Das Handwerk, mit 126 Gewerken Deutschlands vielseitigster Wirtschaftsbereich, verfügt über ein vorzüglich ausgebautes System des Technologietransfers. Dieses ermöglicht es den ca. 600 000 Handwerksbetrieben mit ihren 4 Mill. Beschäftigten die Chancen der neuen Techniken zu nutzen und aus dem Verständnis des Machbaren heraus entsprechende Vorsorge gegen die Risiken zu treffen. Aufgrund der nachstehend aufgezeigten strukturellen Parallelen beider mittelständischer Sektoren drängt sich geradezu die Frage auf, inwieweit der Technologietransfer im Handwerk als beispielhaft für die Landwirtschaft angesehen werden kann und welche direkten Beiträge das Handwerk infolge der intersektoralen Verflechtungen zum technischen Wandel in der Landwirtschaft leisten kann. Die Beantwortung dieser Frage steht im Mittelpunkt dieser Betrachtung.

2 Sektorale Parallelen Handwerk/Landwirtschaft

Handwerk und Landwirtschaft weisen in vielerlei Hinsicht ähnliche Strukturen und in bezug auf die technische Entwicklung ähnliche Schicksale auf. Ein großer Teil der heute noch aktuellen Entwicklungen wie z.B. das Auto, die Lokomotive, der Buchdruck, das Piano oder die Taschenuhr läßt sich auf handwerkliche Ursprünge zurückführen. In gleicher Weise hat die Landwirtschaft der Technik - vorrangig in Form der Dampfmaschine in Haus und Hof - den Weg geebnet. Auch aus neuester Zeit gibt es Beispiele genug, die belegen, daß Handwerksbetriebe und auch landwirtschaftliche Betriebe mit ihrer Phantasie und Kreativität und mit ihrer Beweglichkeit an der technischen Entwicklung nicht nur teilhaben, sondern sie aktiv mitgestalten. Bereits Mitte der 70er Jahre

gehörten Handwerksbetriebe zu den Pionieren im CAD-Einsatz; einer Technik, die erst seit wenigen Jahren in der breiten Öffentlichkeit von sich reden gemacht hat. Handwerksbetriebe liefern Kontroll- und Regelsysteme für die Flugnavigation - z.B. für den Airbus - und stellen mikroelektronisch bestückte Geräte für die Medizintechnik her[1]. Auch die Raumfahrt geht nicht am Handwerk vorbei, wie das Beispiel der Zulieferung von Teilen der Steuerungs- und Regelungshydraulik zum Spacelab-Programm durch Handwerksunternehmen deutlich macht[2]. Die Landwirtschaft brilliert ihrerseits durch computergesteuerte Futterautomaten, Biogasanlagen, TV-Überwachung der Ställe, Embryotransfer, Wärmerückgewinnungsanlagen und ähnliches.

Dieses Engagement, d.h. dieses Dabeisein und Mitgestalten, hat in beiden Fällen seinen Preis. Seit Beginn der Industrialisierung und Technisierung mußte eine ganze Reihe von Handwerksberufen und landwirtschaftlichen Produktionsweisen dem technischen Fortschritt weichen. Damit einher ging ein schmerzlicher Aderlaß, der sich in den Bestandsstatistiken über die Zahl der Betriebe und Beschäftigten entsprechend niederschlug[3].

Sowohl in der Landwirtschaft als auch im Handwerk dominiert der für den Mittelstand typische Familienbetrieb, gekennzeichnet durch das betriebliche Engagement des Betriebsinhabers und seiner Ehefrau bzw. weiterer mithelfender Familienangehöriger neben den vor allem im Handwerk vorzufindenden Fremd-Ak.

Der Inhaberbetrieb ist in beiden Sektoren vorherrschende Gesellschaftsform; gemeinsame Haftungsgesellschaften wie GmbH, AG etc. sind - vor allem in der Landwirtschaft - eher die Ausnahme. Ähnlich sind auch die Entscheidungsstrukturen: in der Regel Ausfluß eines durch Besprechung im engen Familienkreise erarbeiteten Lösungsmusters, zumindest bei Grundsatzentscheidungen.

Überdies sind Handwerk und Landwirtschaft auch direkt miteinander verflochten. Das Landmaschinenhandwerk ist ebenso Partner des Landwirts wie die Nahrungsmittelhandwerke in Form der Müller, Fleischer, Bäcker, Konditoren und Brauer direkte Vertragnehmer der Landwirte im neben- und nachgelagerten Bereich und natürlich auch im Verbrauchermarkt sind. Daß im übrigen auch in allen anderen Bereichen der Dienstleistungsverflechtung, von den Bauhandwerken bis hin zu den Metallhandwerken, handwerkliches Können und handwerkliche Technik in die Landwirtschaft einfließen, soll nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden.

Ähnlichkeiten bzw. Parallelen finden sich letztlich auch in der Organisationsstruktur. Der Pflichtmitgliedschaft der Handwerksbetriebe auf der öffentlich-rechtlichen Schiene in der Kreishandwerkerschaft und der Handwerkskammer steht die Pflichtmitgliedschaft der landwirtschaftlichen Betriebe in der Landwirtschaftskammer gegenüber. Beide Kammerorganisationen sind auf Bundesebene - die Handwerkskammern zusätzlich auf Landesebene - vereint in ihrer jeweiligen Spitzenorganisation, dem Deutschen Handwerkskammertag (DHKT) einerseits und dem Verband der Landwirtschaftskammern

1) Vgl. KÜBLER, K.-J., Vortrag anläßlich des IBM-Tages für Verbände und Wirtschaftsorganisationen am 1. Sept. 1986 in Bad Honnef, Manuskript S. 7.
2) Vgl. ebenda, S. 8.
3) Vgl. SPÄTH, H., Vortrag auf dem Handwerkstag 1988 am 21.4.88 im Rahmen der Hannover-Messe, Manuskript S. 3.

andererseits. Auf der privatrechtlichen oder fachlichen Schiene besteht in beiden Organisationen freiwillige Mitgliedschaft in den Innungen bzw. Bauernverbänden. Auch diese Schiene hat mit den Landes-Innungsverbänden bzw. Zentralen Fachverbänden einerseits und den Kreis- bzw. Landesbauernverbänden andererseits bis hin zur Bundesvereinigung der Fachverbände des Deutschen Handwerks (BFH) und dem Deutschen Bauernverband (DBV) eine hierarchische Gliederung. Einzig ist allerdings die Zusammenfassung der beiden Spitzenorganisationen des Handwerks, DHKT und BFH, im Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) als Dachorganisation. Ein derartiges zentrales Element fehlt im Bereich der Landwirtschaft.

3 Technologie - Transfer - System des Handwerks

Angesichts der Herausforderungen, vor die die neuen Techniken die Betriebe stellen, ist es vorrangige Aufgabe der Handwerksorganisation, ihren Mitgliedsbetrieben unterstützend zur Seite zu stehen und ihnen zugleich Vordenker und Wegweiser zu sein. Im Rahmen der Gewerbeförderung haben es sich Kammern und Verbände konkret zur Aufgabe gemacht, die neuen Techniken möglichst rasch und auf möglichst breiter Front zur Anwendung zu bringen und darüber hinaus die Innovationskraft der Betriebe zu stärken. Die zu diesem Zweck aufgebaute Infrastruktur umfaßt im wesentlichen folgende Elemente:

a) Überbetriebliche Berufsbildungsstätten[4)]

Mit seinen 53 000 Werkstattplätzen, 24 000 Unterrichtsplätzen und 6 500 Internatsplätzen in 340 überbetrieblichen Berufsbildungsstätten mit ca. 2 500 Werkstätten und ca. 75 Internaten verfügt das Handwerk über 80 % aller überbetrieblichen Berufsbildungskapazitäten der gewerblichen Wirtschaft. Diese Bildungsstätten werden zu ca. 50 % für Zwecke der überbetrieblichen Lehrlingsunterweisung ("verlängerte Werkbank"), zu ca. 15 % für die Meistervorbereitung, zu ca. 18 % für Fort- und Weiterbildung sowie Umschulung und zu ca. 17 % für sonstige berufliche Maßnahmen genutzt.

Bereits mehr als 90 % aller Handwerkskammern verfügt in ihren Bildungsstätten über CNC-Schulungseinrichtungen, etwa die Hälfte ist mit Lehreinrichtungen für speicherprogrammierbare Steuerungen ausgestattet, rd. ein Drittel hat bereits den Einstieg in die CAD/CAM-Technik vollzogen, und entsprechend zügig geht auch die Ausstattung mit EDV-Schulungseinrichtungen voran. Primäre Zukunftsaufgabe wird es sein, den Ausbau dieser Stätten zu Technologie-Transfer-Zentren voranzutreiben. Die Konzepte hierzu liegen bereits auf dem Tisch[5)]. Sie betreffen sowohl die Ausstattung als auch die Programmangebote inclusive der Lehrgangsunterlagen sowie die personellen Kapazitäten. Hier hat der ZDH inhaltlich wie förderpolitisch die Führerschaft übernommen.

---

4) Zu Struktur, Funktion und Kapazität der Bildungsstätten siehe Zentralverband des Deutschen Handwerks (Hrsg.): Überbetriebliche Berufsbildungsstätten des Handwerks, (ZDH-Schriftenreihe, H. 40). Bonn 1987.
5) Vgl. FILTER, W. und GLASER, W.: Überbetriebliche Berufsbildungsstätten auf dem Weg zu Technologie-Transfer-Zentren (I). - In: Deutsches Handwerksblatt, H. 8/88. Bonn 1988, S. 12-14.

b) **Kurse der überbetrieblichen Lehrlingsunterweisung**

Die Kurse der überbetrieblichen Lehrlingsunterweisung haben die Anpassung an die technische Entwicklung zur ausdrücklichen Zielsetzung. Bezogen auf die Zahl der Lehrlinge beträgt die Werkstattplatzdichte im Bundesdurchschnitt über alle Handwerksberufe ca. 7,7 Plätze je 100 Handwerkslehrlinge. Die vergleichbare Zahl für die Landwirtschaft und die verwandten Berufe wie Fischwirtschaft, Molkereitechnik etc. beträgt 6,6. Boten Mitte der 80er Jahre jedoch nur ca. 12 % der landwirtschaftlichen Bildungsstätten (9 von 72) Lehrgänge der überbetrieblichen Lehrlingsunterweisung an, in denen in größerem Umfang Kenntnisse über neue Techniken vermittelt wurden, so waren es im Bereich des Handwerks immerhin über 30 %[6]. Derzeit dürften diese prozentualen Werte neuesten Untersuchungen zufolge bei ca. 23 % in der Landwirtschaft und deutlich über 50 % im Handwerk liegen.

Im Zuge der laufenden Überarbeitung der vom Bundeswirtschaftsminister anerkannten Rahmenlehrpläne finden neue Techniken immer stärker Eingang in die berufliche Ausbildung. Das Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Universität Hannover (HPI) ist seit 1986 im Auftrag des ZDH mit der gezielten Überprüfung der insgesamt 228 überbetrieblichen Unterweisungspläne aller 126 Handwerksberufe befaßt. In mehr als 100 Fällen wird eine Überarbeitung oder gar eine Erstellung neuer Pläne notwendig sein[7].

c) **Kurse der technologischen Fort- und Weiterbildung**

Sowohl Handwerkskammern als auch Fachverbände bieten in ihren beruflichen Bildungsstätten bereits seit einer Reihe von Jahren ein breites Spektrum von Qualifizierungsmaßnahmen auf dem Feld neuer Techniken an. So besuchen pro Jahr über 90 000 Handwerker insgesamt ca. 5 700 weiterführende technische Lehrgänge - von den Kursen her über 50 % aller Fortbildungsveranstaltungen und vom Teilnehmeraufkommen her ca. 40 aller Fortbildungswilligen[8]. Diese technischen Lehrgänge werden weiter intensiviert.

Speziell für die Gruppe der Unternehmer und Führungskräfte ist 1987 damit begonnen worden, die eher sporadisch und in Einzelinitiativen laufenden Qualifizierungsmaßnahmen zur Vermittlung von Führungs- und Entscheidungswissen im Bereich neuer Techniken in einer bundeseinheitlichen Fördermaßnahme zu integrieren. Dieses Förderprogramm des Bundeswirtschaftsministers umfaßt derzeit 15 Technikbereiche mit Höchstförderdauern von 40 resp. 80 Stunden, in der Praxis also ein- bis fünftägige bzw. zehntägige 'Einstiegslehrgänge'. Zielsetzung derartiger Lehrgänge ist die Gewährung von Hilfestellungen bei der Entscheidung über den zweckmäßigen Einsatz neuer Techniken und bei der Verfahrensumstellung, die Flankierung der betriebstechnischen Verwirklichung und die Anleitung der hiermit befaßten Mitarbeiter[9]. Damit soll ein zusätzlicher

6) Vgl. BEICHT, U., HOLZSCHUH, J. und WIEDERHOLD, S.: Strukturdaten überbetrieblicher Berufsbildungsstätten. - In: Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berichte zur beruflichen Bildung, H. 93, S. 95 ff. sowie S. 123 f. Berlin, Bonn 1987.

7) Deutsches Handwerksinstitut (Hrsg.): Tätigkeitsbericht 1986. - München 1987, S. 91.

8) Zentralverband des Deutschen Handwerks (Hrsg.): Jahresbericht "Handwerk 1988". - Bonn o.J., S. 269.

9) Vgl. hierzu Bundesministerium für Wirtschaft, II B 3 - 469174/8, Konzeption zur Förderung von Weiterbildungsveranstaltungen zur Vermittlung von Führungs- und Entscheidungswissen über "neue Techniken". Bonn 6.3.1987.

Impuls mit großer Breitenwirkung in bestimmten zukunftsträchtigen Schwerpunktbereichen gegeben werden.

d) **Technologieberatung und -information**

Die rasche Verbreitung neuer Techniken erfordert auch einzelfallbezogene Anwendungs- und Umsetzungshilfen in Form von Beratung, Information und Vermittlungsdiensten. Seit vielen Jahren arbeiten Institute des Deutschen Handwerksinstituts e.V. (DHI) als Technologie-Transfer-Stellen. Besonders hervorzuheben sind das Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik an der Universität Hannover (HPI) mit der Kontaktstelle "Kooperation Handwerk-Industrie" und der "Koordinierungsstelle für Normen", das Institut für Technik der Betriebsführung im Handwerk in Karlsruhe (ITB) sowie das Institut für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen (IKV). Das Schwergewicht der Arbeit dieser Institute liegt im Bereich der anwendungsbezogenen Auftragsforschung[10]. Aufgrund ihrer rechtlichen Konstellation und ihrer Finanzierungsstruktur liegt die Umsetzungsrate ihrer Forschungsergebnisse um ein Vielfaches über der der landwirtschaftlichen Fakultäten.

Neben den DHI-Instituten existieren Technologie-Transfer-Einrichtungen, an denen das Handwerk beteiligt ist. Zu nennen ist beispielsweise das Ostbayerische-Technologie-Transfer-Institut OTTI.

Mit der Einrichtung von Innovationsberatungsstellen bei den niedersächsischen Handwerkskammern sowie mit der Schaffung des Technologie-Transfer-Rings Handwerk in Nordrhein-Westfalen, einem speziellen Zusammenschluß von Landesgewerbeförderungsstelle, Handwerkskammer, IKV und Beratungsfirmen sind - ebenso wie mit dem in Aufbau befindlichen Technologie-Beratungsnetz Baden-Württemberg - neue Formen der Technologie- und Innovationsberatung gefunden worden. Sie stellen eine effiziente Erweiterung des organisationseigenen Systems der betriebswirtschaftlichen und technischen Beratung der bundesdeutschen Handwerksorganisation mit seinen fast 400 Beratungskräften dar, die ihrerseits der ständigen Wissensergänzung und -vertiefung durch spezielle Programme der Beraterweiterbildung unterliegen.

e) **Kontakte zur Technologieforschung**

Neben den technischen Instituten der im DHI zusammengeschlossenen Forschungseinrichtungen des Handwerks erlangen immer mehr Kontakte zu technischen Hochschulen, zu öffentlichen und privaten wissenschaftlichen Instituten (z.B. Fraunhofer-Institute) und zu technisch-wissenschaftlichen Vereinen (z.B. Deutscher Verband für Schweißtechnik, Deutsche Aluminiumzentrale) eine immer größere Bedeutung als Bezugsquelle für handwerksspezifisches technisches Wissen. Sie sind die Orte, an denen die neuen Techniken vielfach ihren Ursprung haben und an denen ihren praktischen Einsatzmöglichkeiten nachgespürt wird - lange bevor sie "Handwerksreife" erlangen.

10) Siehe hierzu Deutsches Handwerksinstitut, Forschungs- und Arbeitsprogramm 1988/89, München 1988.

f) ZDH-Technologiebeirat

Wesentliches Koordinierungs- und politisches Umsetzungsinstrumentarium im Bereich des Technologietransfers ist der im Jahre 1985 gegründete Technologiebeirat des ZDH. Ihm gehören neben führenden Kammer- und Verbandsvertretern namhafte Wissenschaftler aus dem Handwerk selbst und von außerhalb des Handwerks sowie führende Vertreter der Industrie an. Mit der Gründung des Technologiebeirats erfolgte die Institutionalisierung einer umfassenden Auseinandersetzung mit der technischen Entwicklung.

Ein vom Beirat entwickeltes Technologie-Transfer-Konzept beinhaltet als Basis eines Katalogs vorrangig zu realisierender TT-Maßnahmen die Verbreiterung der Wissensbasis über die neuen Techniken, über ihre Potentiale und ihre künftigen Auswirkungen. Der ZDH hat im Juli dieses Jahres die Ergebnisse der Vorstudie eines diesbezüglichen, vom Bundesminister für Forschung und Technologie geförderten Forschungsprojektes vorgelegt[11]. Die vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart, HPI in Hannover und ITB in Karlsruhe gemeinsam erarbeitete Studie enthält wichtige Aussagen darüber, welche der neuen Techniken bereits heute, welche im Jahre 1995 und im Jahr 2000 für das Handwerk Bedeutung erlangen und welche Handwerksbranchen dann von einer bestimmten Technologie betroffen sein werden[12].

4 Schlußbetrachtung

Das Handwerk hat mit seinem systematischen, in sich konsistenten System des Technologietransfers bisher gewährleisten können, daß seine Betriebe Anschluß an die technische Entwicklung halten und diese in wichtigen Teilbereichen maßgeblich mitgestalten konnten. Durch seine TT-Aktivitäten in den der Landwirtschaft neben- und nachgelagerten Bereichen, die jeweils die gesamte Palette der technologiefördernden Maßnahmen und Programme bieten, hat es zudem die Voraussetzungen geschaffen, um den Landwirten Absatzmärkte zu sichern (Müller, Brauer, Bäcker, Konditoren, Fleischer etc.), zeitgemäße Wartung und Instandsetzung ihres Maschinen- und Anlagenparks zu gewähren (Landmaschinenhandwerk, Elektroinstallateure etc.) sowie die notwendige Verbreitung neuer Techniken im landwirtschaftlichen Bereich (z.B. durch Bau- und Installationshandwerke) sicherzustellen.

Vom Ansatz her ist das Technologie-Transfer-System des Handwerks durchaus in andere Sektoren - vor allem in die Landwirtschaft - übertragbar. Für die Landwirtschaft kann sogar festgestellt werden, daß viele der genannten Elemente, sowohl im Bereich der Aus- und Weiterbildung als auch der Beratung und Forschung, zumindest ansatzweise realisiert sind. Im intersektoralen Vergleich bleibt jedoch zu konstatieren, daß das Handwerk aufgrund der engen Verflechtung der Kammer- und der Verbandsorganisation, der Integration beider Schienen im ZDH sowie der Organisations- und Finanzstruktur seiner Forschungs- und Beratungsinstitutionen entscheidende Vorteile bei der betrieblichen

11) Vgl. Zentralverband des Deutschen Handwerks (Hrsg.): ZDH-Projekt "Neue Technologien für das Handwerk - Vorstudie -", - Kurzfassung des Ergebnisberichts. Bonn, Hannover, Karlsruhe, Stuttgart 1989.
12) Vgl. Zentralverband des Deutschen Handwerks (Hrsg.): Pressemitteilung "Für das Handwerk von beinahe unschätzbarem Wert", Bonn, 11.7.1989.

Umsetzung der herstellerneutralen TT-Maßnahmen aufweist. Vor allem der dadurch bewirkten Bundeseinheitlichkeit des Technologietransfers kommt eine stark prägende und für die Wettbewerbsfähigkeit aller Handwerksbranchen sehr bedeutsame Funktion zu.

Beispiele für eine Steigerung der Effizienz des landwirtschaftlichen Technologietransfers lassen sich durchaus finden. Ihre Übertragung bzw. Nutzung setzt jedoch eine gewisse Neuorientierung bzw. Neugestaltung voraus. Dabei gilt es, landwirtschaftlichen Betriebsinhabern gezielter als bisher über die Landwirtschaftsorganisation, also losgelöst von Herstellern und Händlern, die Chancen und Risiken neuer Techniken vor Augen zu führen. Durch spezielle Beratung müssen Landwirte vor Fehlentscheidungen und Fehlinvestitionen bzw. unangemessen hohe Investitionen geschützt werden. Die Wegweiser- und Vordenkerrolle darf sich nicht auf die Präsentation von Messenneuheiten beschränken - sie muß, wie im Handwerk, strategisch geordnet weit in die Zukunft reichen. Hier ist auch die Politik gefordert: sektorale Förderung sollte Rahmendaten setzen und Impulse geben - sie sollte jedoch auf keinen Fall unternehmerisches Handeln einschränken und unternehmerische Verantwortung ersetzen.

Für Kammern und Verbände gleichermaßen wird Technologietransfer angesichts rapide rückläufiger Betriebszahlen immer mehr zu einer "Bringschuld".

Literaturverzeichnis

BEICHT, U., HOLZSCHUH, J. und WIEDERHOLD, S.: Strukturdaten überbetrieblicher Berufsbildungsstätten. - In: Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berichte zur beruflichen Bildung, H. 93. Berlin, Bonn 1987.

Bundesministerium für Wirtschaft (II B 3 - 469174/8): Konzeption zur Förderung von Weiterbildungsveranstaltungen zur Vermittlung von Führungs- und Entscheidungswissen über "neue Techniken". - Bonn 6.3.1987.

Deutsches Handwerksinstitut (Hrsg.): Tätigkeitsbericht 1986. - München 1987.

Deutsches Handwerksinstitut (Hrsg.): Forschungs- und Arbeitsprogramm 1988/89. - München 1988.

FILTER, W. und GLASER, W.: Überbetriebliche Berufsbildungsstätten auf dem Weg zu Technologie-Transfer-Zentren (I). - In: Deutsches Handwerksblatt, H. 8/88. Bonn 1988.

KÜBLER, K.-J.: Vortrag anläßlich des IBM-Tages für Verbände und Wirtschaftsorganisationen. - Bad Honnef 1.9.1986.

SPÄTH, H.: Vortrag auf dem Handwerkstag 1988 am 21.4.88 im Rahmen der Hannover-Messe.

Zentralverband des Deutschen Handwerks (Hrsg.): Überbetriebliche Berufsbildungsstätten des Handwerks. - ZDH-Schriftenreihe, H. 40. Bonn 1987.

Zentralverband des Deutschen Handwerks (Hrsg.): Jahresbericht "Handwerk 1988". - Bonn o.J.

Zentralverband des Deutschen Handwerks (Hrsg.): ZDH-Projekt "Neue Technologien für das Handwerk - Vorstudie -", Kurzfassung des Ergebnisberichts. - Bonn, Hannover, Karlsruhe, Stuttgart 1989.

Zentralverband des Deutschen Handwerks (Hrsg.): Pressemitteilung "Für das Handwerk von beinahe unschätzbarem Wert". - Bonn 11.7.1989.

INTENSIVIERTE INFORMATION UND ENTSCHEIDUNG BEI REGELUNGSABLÄUFEN IM LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEB UND IHRE AUSWIRKUNG AUF BERATUNG UND AUSBILDUNG

von

K. RIEBE, Kiel

1 Organisation der freien AGRAR Unternehmensberatung

Die Beratung landwirtschaftlicher Betriebe entstand aus der Notwendigkeit zu wirtschaftlicher Analyse und Betriebsoptimierung und Übertragung des technischen Fortschrittes.

Bei wirtschaftlichen Rezessionen und sozialen Umschichtungen tritt die Betriebsoptimierung als Beratungsaufgabe in den Vordergrund. Wirtschaftliche Expansionsphasen dagegen führen zur Betonung der Produktionstechnik. Ein Rückblick auf die Entwicklung der Beratungsmethodik zeigt aber, daß für den landwirtschaftlichen Betrieb auch in wirtschaftlich schwierigen Zeiten die Optimierung der Produktionstechnik der Leitbetriebszweige stets die Grundlage für eine wirtschaftliche Stabilisierung bildete.

Aereboe, der mit seiner Beratungsabteilung an der neu- und kurmärkischen Landschaft (Potsdam 1905) den Grundstein zur modernen Betriebsleitung und Beratung legte, verlangte im 1. Schritt nach der Sanierung der Personalverhältnisse stets eine Analyse der Betriebszweige. Unrentable Betriebszweige wurden eleminiert. Die Produktionsabläufe der verbleibenden Betriebszweige unterlagen einer strikten Rationalisierung. Auf dieser investitionsarmen Basis beruhte die Stabilisierung der Wirtschaftlichkeit und die Sammlung von Reserven. Erst aufgrund dieser Voraussetzung folgten nach einigen Jahren Betriebswachstum, Neuinvestition und Zeitplan der Entwicklungsentscheidungen.

Das Rüstzeug dieser Beratungskonsequenz besteht im parallelen Einsatz produktionstechnischer Ablaufregelung mit Buchführungskontrolle, Abschlußanalyse und Vorausplanung des Gesamtbetriebes. Spezialberatungen für Einzelprobleme hatten Zusatzcharakter.

An diesen Grundsätzen einer effizienten Betriebsberatung hat sich nichts geändert. Lediglich die Erweiterung des Spektrums der heute verfügbaren EDV-Entscheidungshilfen erlaubt detailliertere Information und besser kontrollierte Rückkopplung bei der Regelung des Ablaufes der Produktionsprozesse.

Nach dem Aufbau eines EDV-gestützten Management-Informations-Systems-Landwirtschaft kam es 1986 zur Gründung der NORD AGRAR Unternehmensberatungs GmbH. Sie ist eine ausschließlich den privaten Zielen des Besitzers verpflichtete Betriebsberatung. Sie erhält keine Zuschüsse und muß sich selbst finanzieren. Ein Wirtschaftsberater der N.AGRAR hat die Aufgabe, den Betriebsleiter in allen seinen Problemen zu beraten,

gleichgültig ob das die Bereiche der Finanzierung, der Betriebsorganisation oder der produktionstechnischen Abläufe betrifft. Diese weitgespannte Zielsetzung soll sicherstellen, daß der Betriebsleiter sich hier "zu Hause" fühlt und volles Vertrauen herrscht. Diese Beratung lehnt im Prinzip daher auch eine isolierte Spezialberatung ausgewählter Betriebszweige oder Betriebstypen ab.

Allerdings wäre es unzweckmäßig, besondere fachliche Neigungen und Fähigkeiten eines Beraters zu ignorieren. Sie sind zu fördern und durch Leistungsbezahlung zu stützen. So entstehen personell bedingte Schwerpunkte der Einzelberater. Sie müssen sich in einer Gruppe von Beratern ergänzen. Kontakte zu Spezialisten der verschiedensten Institutionen verhelfen zu vertieften Informationen in Grenzfällen.

Ein System der Rückmeldung der erledigten Beratungsvorfälle erlaubt Einblick in die jahreszeitlich bedingte Arbeitsbelastung des Beraters und seine Beratungsmethodik. Weitgehend unabhängig von der Betriebsgröße schwankt heute die Beratungskapazität je Berater von 15 Betrieben in sehr vielseitigen Betriebssystemen bis 25 Betriebe einfachster Organisation. Diese Betriebe müssen insgesamt ca. 130 000 DM/Jahr für die Finanzierung der Beratung bereitstellen.

Die Beratung beginnt mit der Erfassung und Regelung der vorhandenen Produktionsabläufe. Daraus ergibt sich automatisch die Ermittlung schlagspezifischer und tierartspezifischer DB-Vergleiche. Sie werden um Festkostenvergleiche ergänzt. Der Berater sammelt gleichzeitig intensive Kenntnisse über jeden einzelnen Schlag und jeden Stall. Diese vertiefte Beratungskenntnis erlaubt die Erfassung der speziellen wirtschaftlichen und produktionstechnischen Schwachstellen des Einzelbetriebes. Durch Individualberatung, aber auch bei Gruppenveranstaltungen wird die Korrektur und/oder Entwicklung der Einzelprobleme vorbereitet.

Gruppenveranstaltungen sind die Feldexkursionen im Juni sowie die Wirtschaftlichkeits-Seminare im Winter. Stets erfolgen Vergleiche der produktionstechnischen und wirtschaftlichen Effizienz. Zu diesen Basisveranstaltungen kommen bei Bedarf vor allem im Winter Zusatz-Seminare über von den Mitgliedern gewünschte Spezialinformationen.

Das Ziel der Beratung ist die quasi-Pflicht der Betriebe, in allen Bereichen sich in das oberste Viertel der Kennwerte der regionalen Landwirtschaft hineinzuarbeiten. Das ist die Voraussetzung für risikoarme Wettbewerbsstärke.

2 Phasen der Intensivierung von Information und Entscheidung

Bei der Entwicklung eines Betriebes nach der Aufnahme in die Beratung müssen in 4 Phasen bestimmte Schwerpunkte zum Teil gleichzeitig bearbeitet werden (s. Übersicht 1). Es wird deutlich, daß der Berater zur Verbesserung der Liquidität zu Beginn die positiven Elemente von Produktionstechnik und Betriebsorganisation hervorhebt und unrentable Elemente möglichst konsequent ausscheidet. Das ist in der Regel ein menschliches Problem. Dem Betriebsleiter sind altgewohnte Mängel in der Regel nicht einsichtig. Dadurch kann diese Bereinigung nur mit menschlichem Takt erfolgen, auch wenn sich

Übersicht 1:

Phase 1 Liquiditat schaffen - durch -

1.1 Effiziente Ist-Prozesse massiv stärken
1.2 Unrentable Splitterprozesse ausscheiden
1.3 Investition möglichst stoppen
1.4 Überbestände in Liquidität verwandeln

Phase 2 Vertrauen bilden - durch -

2.1 Anerkennung vorhandener Effizienz
2.2 Kritik nicht zeigen
2.3 Analyse der Ist-Prozessführung

- verwandeln in -

2.4 Kontrolle und Regelung laufender Bestandesführung mit Innovation
2.5 Fachliches Selbstbewußtsein erzeugen
2.6 Finanzierung sanieren

Phase 3 Expansion - Produktionstechnik - durch -

3.1 Datenkarteien führen
3.2 Produktionsanalyse der Spitzenerträge
3.3 DB-Vergleiche/-Analyse
3.4 Innovative Produtionsprozesse risikoarm erproben
3.5 Planungsdaten speichern
3.6 Eigenkapital - Akkumulation

Phase 4 Betriebs-Wachstum - mit Hilfe -

4.1 Betriebsoptimierung mit Ist-Prozessen
4.2 Festkosten - Minimierung

- insbesondere -

4.3 Arbeitskräftebesatz min.

- sowie -

4.4 Lohnunternehmer - Spitzenbrecher
4.5 Maschinenkooperation bei Spezialmaschinen
4.6 Neuinvestition
- Verfahrensoptimierung
- Kapazitätserweiterung
- Zusatzprozesse

dadurch der Fortschritt im Betrieb verzögert. Auf jeden Fall muß durch Produktionserfolge und Verbilligung von Betriebsmittelbeschaffung und Lagerhaltung sofort Liquidität geschaffen werden.

Kann sich der Betrieb finanziell bewegen und zeigen sich auf der Basis vorhandener Erfahrungen und Kenntnisse erfolgreiche Produktionsabläufe, entsteht fachliches Selbstbewußtsein. Das repräsentative Element im sozialen Umfeld wird befriedigt. Gleichzeitig steigt das Vertrauen zum Berater als Basis für zügige Umsetzung der Beratungsinformationen. Diese Entwicklung muß mit allen Mitteln gefördert werden.

Am Ende der Phase 2 beginnen erste vorsichtige Innovationen der Produktionstechnik. Phase 3 enthält eine Intensivierung der Informationsgewinnung zur Prozeßregelung, Produktionsinnovation und Speicherung von Planungsdaten. Auf der Basis der Produktionserfolge und einer geordneten Finanzierung muß nunmehr die Akkumulation von Geldreserven anlaufen. Disponible Eigenkapitalreserven leiten über zur Phase 4 mit Betriebsoptimierung, Wachstum und Neuinvestition.

Dieser Phasen-Ablauf zeigt die Bedeutung der produktionstechnischen Regelung als Beratungsschwerpunkt. Sie ist Voraussetzung für langfristige Steigerung der Wirtschaftlichkeit und Betriebswachstum.

Andererseits sind aber auch die Anfangsphasen der Beratung stets mit betriebswirtschaftlichen Strategien verknüpft, die auf das betriebswirtschaftliche Endziel hinführen. Anders ausgedrückt gehören in der Beratung Produktionsregelung und Betriebsoptimierung in eine Hand. Das verbietet eine personell geteilte Spezialberatung ohne fachliche Abstimmung.

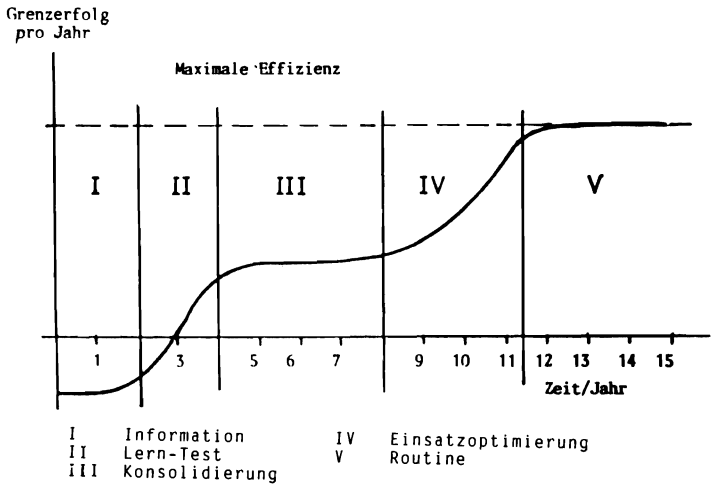
Die Vertiefung von Information, Analyse und Entscheidung im Ablauf der Beratungsphasen führt auch zu einer Intensivierung der Entscheidungshilfen. Das drückt sich im Bereich der produktionstechnischen Regelung im Übergang von herkömmlichen Tabellen und Kalkulations-Formularen zu Programmen für Personalcomputer aus. Diese EDV-Programme wiederum fußen im ersten Schritt auf dem Prinzip der Übertragung der aus der manuellen Kalkulation bekannten Verfahren auf die EDV durch einfache Simulation oder Bilanzierung mit Hilfe von Tabellenkalkulationsverfahren. Dann aber schließen sich in der Beratung schnell Programme auf der Basis hochdifferenzierter mathematischer Modelle an.

Diese Entwicklung folgt der didaktischen Zwangsläufigkeit der Einarbeitung eines Beratungsklienten in die Informationshilfen. Man beginnt mit dem Bekannten. Schrittweise wird die Beherrschung heutiger Informations-/Entscheidungsmodelle in Richtung der differenzierterten Modellvariante zum gleichen Problem erarbeitet. Das Tempo der Wissensentwicklung hängt vom Interesse und dem wachsenden Können des informationnachfragenden Klienten ab.

3 Lernprozeß und Lernverzögerung bei der Adaption zunehmender Information

Jede Beratung ist im Prinzip eine innovative Information, die nicht sofort verarbeitet und voll mit Erfolg verwertet werden kann. Erfahrungen mit vielen Beratungsabläufen zeigen, daß Betriebsleiter (und Mitarbeiter) schon bei mittelschweren Innovationen über ein Jahr Informationen zur Vorbereitung der Entscheidung für einen zu wählenden Innovationstyp benötigen (Phase 1 - s. Schaubild 1). Unbekannte, neu in den Betrieb einzuführende Produktionsprozesse werden dann vorsichtig bei risikoarmen, begrenztem Umfang als Test eingeführt (Phase 2). Nach 2 Produktionsumläufen erreicht man in der Regel ausreichende technische und wirtschaftliche Kenntnisse mit der Innovation. Die Routine wird konsoldiert (Phase 3). Gleichzeitig fallen im laufenden Regelungsprozeß Kontrolldaten an, die zu einer Zeitreihe wirtschaftlicher Kalkulationsdaten verarbeitet werden können. Man sollte darauf mindestens 3 Jahre, möglichst aber 5 Jahre verwenden. Nach 7 bis 8 Jahren kann der innovative Prozeß in die langfristige Optimierungsplanung des Betriebes eingehen und der endgültige Umfang ermittelt werden. Nach nochmals 3 Jahren ist der Endzustand der Innovationseinführung erreicht.

Schaubild 1: Phasenschema des Lernverlaufes bei Innovation



Dieser Innovationsprozeß von ca. 10 bis 11 Jahren darf nur verkürzt werden, wenn externe Managementkenntnisse personell eingeführt (gekauft) werden können. Dann entfallen die Phasen I, II und III weitgehend. Sie schrumpfen vielleicht auf 2 Jahre. Mit der Optimierungsphase IV zusammen mindert sich der Innovationsprozeß auf (mindestens) 5 Jahre.

In der Praxis ist aber umgekehrt eine Verlängerung des Innovationsprozesses die Regel. Störungen und insbesondere Lernverzögerung durch inkonsequentes Management verzögern den Innovationsfortschritt oder verhindern ihn eventuell weitgehend. Die dabei

entstehenden wirtschaftlichen Verluste können insbesondere bei hohen Anfangsinvestitionen einen Betrieb völlig ruinieren.

Am Beispiel der 13-jährigen Entwicklung eines Betriebes kommt die wirtschaftliche Bedeutung der Verluste durch Lernverzögerung zum Ausdruck. Der Planungsbetrieb umfaßt, aufgrund von Pacht- und Kaufvorgängen im Zeitablauf schwankend, rund 180 ha LF auf einem Geeststandort mit vorwiegend Sand- und Moorböden. Die Acker- und Grünlandzahlen liegen zwischen 25 und 35. Es handelt sich um einen Futterbau-Marktfruchtbetrieb mit zusätzlicher Veredelung. Die Entwicklung der betrieblichen Naturalerträge zeigt eine eindeutig positive Tendenz (Übersicht 2). Die Getreideerträge stiegen von z.T. unter 30 dt/ha auf rd. 53 dt/ha im Durchschnitt der letzten fünf Jahre. Ein entsprechender Trend ist auch aus den Ergebnissen des Zuckerrübenanbaues abzulesen. Auch in den Zweigen der Tierproduktion sind die unter dem Einfluß der Beratung erreichten Managementverbesserungen offensichtlich. (Milchleistung stieg von rd. 4 100 kg auf knapp 5 600 kg).

Übersicht 2: Entwicklung ausgewählter Naturalerträge

Entwicklungsperioden	1	3	5	7	9	11	13
Winterweizen (dt/ha)	42	25	53	42	61	60	53
Winterroggen "	39	20	-	-	-	-	-
Wintergerste "	-	39	39	57	67	57	55
Zuckerrüben "	348	138	378	340	383	386	435
Milchleistung(kg/Kuh)	4101	4391	5452	5443	5873	5617	5616

Die Entwicklung der Naturalerträge im Analysezeitraum zeigt, daß die Einführung produktionstechnischer Verbesserungen bis hin zur weitgehenden Beherrschung der Produktionsverfahren auch mit Beratung mehrere Jahre in Anspruch nimmt. Empirisch ermittelte Lernkurven zeigen zumeist eine asymptotische Annährung an einen Grenzwert. Eine wesentliche Aufgabe jeglicher Beratung liegt darin, den Lernprozeß zu beschleunigen.

Zuerst sind Lernvorleistungen zu erbringen, bevor meßbarer Erfolg realisiert wird (Phase I - Schaubild 1). Nach der Anpassung an die Betriebsorganisation wird in der Einsatzoptimierung (Phase IV) durch kontinuierliche Datenerfassung und Erfolgskontrolle die Produktionstechnik optimiert. Die Relation der Kurve der optimalen Produktionstechnik zur Linie der maximalen Systemeffizienz hängt dabei von der Geschwindigkeit des Lernprozesses ab.

Bei der Untersuchung mehrjähriger Betriebsentwicklungen ist zu beachten, daß sich aufgrund des technischen Fortschrittes auch die maximale Effizienz der Produktion verändert. Die Annäherung an die jeweils optimale Effizienz erfordert z.T. die Anwendung neuer Produktionsverfahren. Diese Innovationen führen notwendigerweise zu einer Folge von Lernprozessen.

Die in den Planungsrechnungen (Schaubilder 2 und 3) verwendeten Kapazitäten, Zielfunktionswerte sowie die an die betriebsspezifischen Verhältnisse anzupassenden Koeffizienten der LP-Matrix wurden aus den Datenaufzeichnungen entwickelt. Informationen über technische Produktionsbeschränkungen und über die im Verlauf der Beratung jeweils ex ante geschätzten naturalen Erträge und Faktorverwertungen gingen aus dem Interview mit dem Wirtschaftsberater hervor. Den Ertragsprognosen kam eine besondere Bedeutung zu. Einerseits stellten sie die Grundlage für die im Analysezeitraum tatsächlich durchgeführte Beratung dar. Andererseits konnte auf dieser Basis ein Referenzpfad entwickelt werden, um die Expertenmeinung unter Einbeziehung des technischen Fortschrittes im Zeitablauf mögliche Betriebsentwicklung abzubilden.

Parallel wurde anhand des betrieblichen Datenmaterials die reale Betriebsentwicklung bzgl. der Betriebsorganisation und deren Erfolg rekonstruiert (Betriebsorganisation). Weiter ergaben sich aus Optimierungsrechnungen mit den geplanten Zielfunktionswerten entsprechende korrigierte LP-Beratungsvorschläge (Beratungsvorschlag).

Die Steigerungen des Erfolges der ersten Jahre sind zu einem großen Teil auf erhebliche Kapazitätserweiterungen vor allem in der Milchproduktion und auf Erzeugerpreissteigerungen zurückzuführen. Das Abflachen der Erfolgskurven erklärt sich daraus, daß weitere umfangreiche Wachstumsinvestitionen aufgrund gegebener Produktionsgrenzen unterbleiben mußten. Die nur noch geringen Produktionsfortschritte reichten kaum aus, um die aufgrund von Produktpreissenkungen und Milchkontingentierung eingetretenen Erlösminderungen aufzufangen.

Besonders auffällig sind die Differenzen zwischen dem Referenzpfad und den übrigen Kurven. Sie resultieren im wesentlichen daraus, daß die geplanten Naturalerträge in der Mehrzahl der Jahre nicht erreicht werden konnten. Neben den in einzelnen Perioden beobachteten Mißernten durch Trockenheit ist ein weiterer wesentlicher Grund in der verzögerten Aufstockung der Milchviehherde zu sehen. Während in den optimierten Betriebsorganisationen eine zügige Belegung des Laufstallneubaues durch Kuhzukäufe vorgesehen ist, dauerte es tatsächlich vier Jahre, bis die Bestandsaufstockung abgeschlossen war. Dabei wurde auf Viehzukäufe weitgehend verzichtet.

Ein weiterer Teil der zu beobachtenden Differenzen ergibt sich aus dem hohen Arbeitskräftebesatz. Die Zahl der Arbeitskräfte konnte aus sozialen Gründen auch unter dem Einfluß der Beratung nur mit mehrjähriger Verzögerung reduziert werden.

Bei der Betrachtung des Referenzpfades fallen drei Jahre mit erheblichen Gewinnänderungen ins Auge. Diese sind im 3. und 8. Jahr des Betrachtungszeitraumes im wesentlichen auf die umfangreichen baulichen Investitionen zurückzuführen. Die auf die Investitionen gezahlte Umsatzsteuer erhöht in Form der Vorsteuer direkt den Unternehmensaufwand. Daneben machen sich natürlich die gestiegenen Abschreibungen und die zusätzlichen Kapitalbeschaffungskosten bemerkbar, wobei sich diese Aufwandspositionen auch auf die Gewinne der Folgeperioden auswirken. Im 11. Jahr lassen vor allem der erhebliche Aufwand für die Unterhaltung baulicher Anlagen und die Einführung der Milchquote mit den damit verbundenen Preiseffekten auf den Fleischmärkten den Gewinn sinken.

Schaubild 2: Entwicklung der Betriebswirtschaftlichen Gewinne

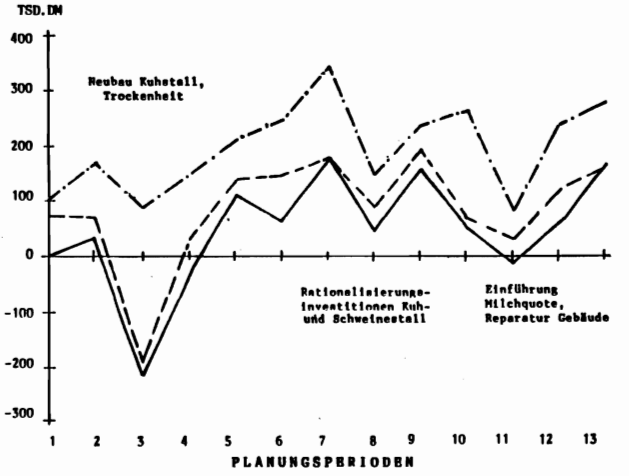
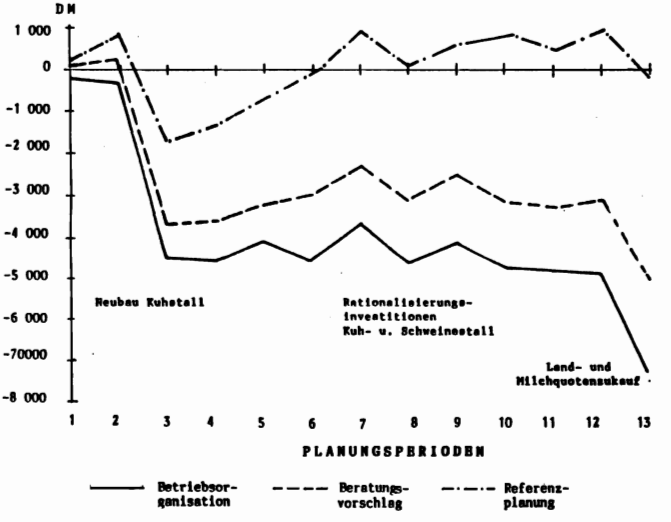


Schaubild 3: Entwicklung von Guthaben/Verbindlichkeiten - DM/HA LF



In Schaubild 3 sind die sich unter den geschilderten Annahmen in den verschiedenen Entwicklungspfaden ergebenden finanziellen Belastungen dargestellt. Als Vergleichsmaßstab dient der jeweilige Stand der Verbindlichkeiten bzw. Guthaben pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche. Bei nahezu identischer Vermögensentwicklung resultieren aus den berechneten Varianten sehr unterschiedliche Fremdkapitalbelastungen. In der Referenzplanung kann das Unternehmen weitgehend schuldenfrei gehalten werden. Im dritten Jahr ergeben sich, ausgelöst durch die starke Ausweitung der Milchproduktion, zwar Verbindlichkeiten in Höhe von fast 2 000 DM je Hektar. Diese können jedoch binnen vier Jahren vollständig getilgt werden. Die Finanzierung aller weiteren Investitionen wäre nahezu ausschließlich mit Eigenkapital möglich.

Aus den übrigen Abläufen resultieren im Anschluß an den Hauptwachstumsschritt in der Höhe zwar unterschiedliche, im Zeitablauf aber relativ konstante Verschuldungen von mehreren tausend DM je Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche. Angesichts des Zurückbleibens hinter den Referenzwerten hätten die Verbindlichkeiten selbst bei optimaler Betriebsorganisation nicht dauerhaft unter 2 000 DM gesenkt werden können. Hier zeigt sich wiederum, wie notwendig die zügige Verbesserung der produktionstechnisch-ökonomischen Steuerung der Produktionsprozesse für eine befriedigende Unternehmensentwicklung ist

Betrachtet man die aus der tatsächlichen Unternehmensentwicklung abgeleiteten Verbindlichkeiten (Betriebsorganisation), so zeigen sich die geradezu dramatischen Konsequenzen, die aus dem Verfehlen der Referenzwerte resultieren. Das ausschließlich mit Fremdkapital finanzierte Wachstum im Betriebszweig Milchviehhaltung führte zu einer Verschuldung in Höhe von rd. 4 500 DM je Hektar. Daher bestanden in der letzten Periode des Betrachtungszeitraumes relativ ungünstige finanzielle Voraussetzungen für den nächsten, durch die Kürzung der Milchkontingente induzierten Wachstumsschritt. Der kombinierte Land- und Quotenzukauf stabilisierte zwar das Milchlieferrecht in ungefähr gleicher Höhe, allerdings mit zusätzlicher Fremdkapitalaufnahme. In der Ist-Betriebsorganisation wachsen die Verbindlichkeiten auf über 7 000 DM je Hektar an.

4 Ausbildungsgrundsätze

Die Kenntnisse von Betriebsleiter und Berater sind im gleichen Maße einer Entwicklung unterworfen, wie Innovationen in der Produktions- und Informationstechnik altes Wissen entwerten und neues Wissen und Können verlangen. Allerdings wird der tatsächliche Ausbildungsstand bei den Betroffenen mindestens um den Zeitbedarf des Lernprozesses hinter dem jeweiligen Optimum hinterherlaufen. Hierbei gilt es nicht nur, die Zeitspanne der Lernverzögerung durch geeignete Didaktik zu minimieren. Vielmehr müssen Ausbildung und Weiterbildung auf die wirtschaftlich entscheidenden Lerninhalte konzentriert werden. Anderenfalls sind die Zeitverluste wirtschaftlich kritisch.

Die bei EDV-Einsatz verwendbaren Informations- und Entscheidungshilfen der landwirtschaftlichen Betriebsleitung und Beratung gehen aus einer Aufstellung der Basis-Programme der NORD AGRAR Unternehmensberatung hervor (s. Übersicht 3). Sie bilden das Resultat des Einsatztestes aller verfügbaren EDV-Programme.

Übersicht 3: Basis-Programme der Beratung - NORD AGRAR Unternehmensberatung

1. Feldwirtschaft
1.1 Formular Fruchtfolge-/Anbauplan
1.2 Formular Düngervoranschlag/Nährstoffbilanz
1.3 EDV Optimierung Wirtschafts-/Handelsdünger (LP)
1.4 Formular Bestandesführung/Schlagkartei (rekursiv)

2. Rindviehhaltung
2.1 EDV Simulation Futterverteilplan/Rationen
2.2 EDV Rationsoptimierung (LP/Simulation)
2.3 EDV Milchkuh-Fütterungsbilanz - monatlich
2.4 EDV Herdenplaner/Herdenselektion

3. Schweinehaltung
3.1 EDV Sauenplaner/Sauenselektion
3.2 Hygieneprogramme
3.3 EDV Rationsoptimierung (LP/Simulation)

4. Betriebsoptimierung
4.1 EDV Prozeß-DB/Analyse-Vergleiche
4.2 EDV LP-Optimalplanung/Standardmatrix

Die überwiegende Zahl der Basis-Programme befaßt sich mit Analyse und Regelung pflanzlicher und tierischer Produktionsabläufe. Nur zwei Programme sind für Betriebszweiganalyse und Betriebsoptimierung notwendig.

In Konsequenz dieser damit definierten Informationsgebiete zeigen sich die Wissensgebiete, die ein Betriebsleiter und insbesondere sein Berater beherrschen müssen, wenn die Gesamtheit der organisatorischen Zusammenhänge einer landwirtschaftlichen Unternehmung einer Optimierung zugeführt werden. Wenn insbesondere der Berater aus besserem Wissen und Können heraus an den Betriebsleiter Informationen weitergeben soll, kann man Ausbildung und Weiterbildung des Beraters an folgenden Forderungen messen:

- Volle Betriebsleiterfähigkeit,
- Basiswissen in allen Betriebszweigen,
- vertieftes Können in Schwerpunkt-Prozessen,
- Beherrschung der Betriebswirtschaft
  - wie - Arbeitswirtschaft,
    - Verfahrenstechnik,
    - Buchführung,
    - Finanzierung,
    - Betriebsoptimierung,
- Kontinuierliche Weiterbildungs-(Pflicht).

Nur dieses umfassende Können stellt eine Beratung in den kritischen wirtschaftlichen Bereichen eines Unternehmens sicher.

Ohne Zweifel könnten Fachschulausbildung oder Universitätsabschluß diese Qualifikation auch dann nicht vermitteln, wenn die Zielsetzung dieser Ausbildungsgänge wirklich auf

den umfassend einsatzfähigen Betriebsleiter ausgerichtet wäre. Auch dann ist eine zweijährige Betriebspraxis als Volontärverwalter zweckmäßig, um durch Übung und Erfahrung Sicherheit und Können zu erlangen.
Beim Berater muß nach der unerläßlichen Ausbildung zum Betriebsleiter noch eine zwei- bis dreijährige Tätigkeit als Beratungsassistent folgen, die mit verbindlichen Schulungskursen in Beratungsmethodik gekoppelt ist. EDV-Kenntnisse sind selbstverständlich. Sie werden inzwischen in allen Ausbildungsstätten vermittelt.

Die Ausbildung zum effizienten Berater ist daher ein langer Weg. Die Risiken des Berufes sind hoch. Dessen sollte sich jeder bewußt sein, gleichgültig ob er als Berater diese Mühen und Risiken auf sich nimmt, oder ob er als verwaltungsverantwortlicher Berater organisiert und das Lebensniveau der Berater finanziert.

TECHNISCHER FORTSCHRITT UND AGRARPOLITIK

STAATLICHE FORSCHUNGSFÖRDERUNG[1)]

von

A. HENZE und R. KLOOS, Hohenheim

1 Forschung als gesellschaftliche Aufgabe

Forschung ist die Quelle für Fortschritt und damit der Steigerung der menschlichen Wohlfahrt (vgl. MARKL, 1988). Forschung und Fortschritt sind für die Bundesrepublik Deutschland essentiell. Aufgrund ihrer großen internationalen Wirtschaftsverflechtung kann sie ihr Wohlfahrtsniveau nur sichern und mehren, wenn sie ihre technologische Stellung im internationalen Wettbewerb verteidigt und ausbaut.

2 Marktmechanismus als Motor der Forschung

In Ländern mit marktwirtschaftlicher Ordnung - wie die Bundesrepublik Deutschland - gilt der Markt- und Wettbewerbsmechanismus als zentraler Träger der Fortschrittsfunktion. Die fortschrittsoptimale Wettbewerbskonzeption wird in der "funktionsfähigen Konkurrenz" gesehen, die finanzielle Möglichkeiten und einen wirtschaftlichen Anreiz zur Forschung bietet. Zur Sicherung und Stärkung ihrer Wettbewerbsstellung werden die Unternehmen veranlaßt, Forschung zu betreiben und Produkt- und Verfahrensinnovationen vorzunehmen, die letztlich über eine Verbesserung des Produktsortiments und eine Produktverbilligung die gesellschaftliche Wohlfahrt erhöhen. Primäre Aufgabe des Staates ist es hierbei, durch Schaffung und Sicherung eines effizienten Ordnungsrahmens die Funktionsfähigkeit des Wettbewerbsmechanismus zu gewährleisten (vgl. KLOOS, 1989, S. 27ff).

3 Marktversagen und Forschungspolitik

3.1 Öffentliche Güter und Forschungspolitik

Der Markt löst allerdings nicht alle Probleme. So hat der Staat für die Bereitstellung öffentlicher Güter zu sorgen (vgl. MUSGRAVE, MUSGRAVE und KULLMER, 1978, S. 6). Dies bedeutet aber nicht zwangsläufig, daß er auch die Produktion und die Forschung zu betreiben hat. Wo es möglich ist, sollte die Güterproduktion den privaten Unternehmen überlassen werden. Dabei kann auch die Forschung privatwirtschaftlich organisiert werden (vgl. GERJETS, 1981, S. 57).

Eine staatliche Forschung bzw. Forschungsfinanzierung wird erforderlich, wenn Forschung selbst ein öffentliches Gut darstellt (vgl. PRAMANN, 1981). Dies trifft für die Grundlagenforschung weitgehend zu. Ihre Ergebnisse sind nicht direkt nutzbar und

1) Die Verfasser danken Eva Burian, Hohenheim, für Kritik, Anregungen und Unterstützung.

rechtlich schwer zu schützen. Sie sind nur in beschränktem Umfang patentierbar und bei ihrer Geheimhaltung würde eine optimale Nutzung verhindert (vgl. HERB, 1988, S. 179f).

Im Gegensatz dazu sind die Ergebnisse der angewandten Forschung, die auf der Grundlagenforschung aufbaut und auf technisch verwertbare Ergebnisse abzielt, größtenteils patentfähig (vgl. SCHOLZ, SCHMALHOLZ, 1983, S. 192). Da die Forschung einen Input erfordert und der mögliche Ertrag erst mit einer erheblichen zeitlichen Verzögerung anfällt, werden private Unternehmen nur dann in die Forschung investieren, wenn ihnen die Nutzung der Forschungsergebnisse eine zeitlang gesichert ist. Mag angewandte Forschung - speziell Agrarforschung - in der Vergangenheit vielfach noch den Charakter eines ungeschützten öffentlichen Gutes gehabt haben, so trifft dies heute kaum noch zu (vgl. SCHMITT, 1988a). Patent- und Sortenschutzgesetzgebung schützen die privatwirtschaftliche Nutzung der Forschungsergebnisse. Da die Schutzdauer aus Gründen der Operationalität pauschal festgelegt wird, kommt es jedoch zu Produktivitätseinbußen (vgl. SCHLEICHER, 1984, S. 330; HERB, 1988, S.21) und lassen sich Externalitäten nicht völlig vermeiden (HERB, 1988, S. 81).

3.2 Externe Effekte und Forschungspolitik

Auch externe Effekte, die bei öffentlichen und privaten Gütern auftreten können, rechtfertigen nicht zwangsläufig eine staatliche Forschungsförderung. Sie lassen sich u.a. durch staatliche Rechtsvorschriften (Normen) reduzieren, indem die private Wirtschaft ihre Entscheidungen hieran orientiert und auch eigene Forschungsaktivitäten entwickelt. So haben die Normvorgaben bei der Luft- und Wasserreinhaltung beispielsweise beachtliche, von der Industrie getragene Forschungsaktivitäten bei Filter- und Reinigungsanlagen initiiert und teilweise schon zu praxisreifen Ergebnissen geführt (vgl. KLOOS, 1989, S. 44ff).

Allerdings geht es nicht nur um die Beseitigung externer Effekte, sondern auch um deren Identifikation. Betrachtet man die im Umweltbereich vermuteten externen Effekte der landwirtschaftlichen Produktion, so besteht hier ein staatlicher Forschungsbedarf, bei dem es sich weitgehend um Forschung als Folge von Fortschrittsfolgen handelt. Um das Entstehen derartiger Fortschrittsfolgen zu minimieren bzw. nach Möglichkeit zu verhindern, sind Forschung und Entwicklung künftig mit vorausschauenden Technologiefolgenabschätzungen zu verbinden (vgl. KLOOS, 1989, S. 19ff).

3.3 Nutzenferne, Risiko und Forschungspolitik

Nutzenferne und Risiko können ebenfalls zu einem Marktversagen führen. Sie sind bei der Grundlagenforschung gegeben und sprechen auch dafür, Grundlagenforschung staatlich zu fördern.

Dies gilt nicht in gleicher Weise für die angewandte Forschung und marktnahe Entwicklung. Es wird bezweifelt, ob die Politik eher in der Lage ist, künftige Marktentwicklun-

gen besser abzuschätzen als private Unternehmer, da sie nicht über mehr Informationen verfügt als die private Wirtschaft (vgl. FISCHER, 1980). Diese ist eher zu einer sorgfältigen Analyse gezwungen, weil sie die wirtschaftlichen Konsequenzen von Fehlentscheidungen zu tragen hat, während die Politik das Risiko auf den Steuerzahler abwälzen kann.

Eine Ausnahmesituation wird bei technischen Großprojekten gesehen, bei denen mit dem Argument der Unteilbarkeit der Forschungsinvestitionen ein hohes wirtschaftliches Risiko konstatiert wird (vgl. HAMM, 1979, S. 429). Als Beispiel dafür dient vor allem die Kernenergieforschung. Allerdings ist festzustellen, daß einerseits einige Reaktortypen schon vor der staatlichen Projektförderung in der Entwicklung waren (vgl. HERB, 1988, S. 185) und andererseits die staatliche Forschungspolitik gerade in diesem Bereich Beispiele dafür liefert, mit welchen Fehlentscheidungen staatliche Forschungspolitik verbunden sein kann.

Eine weitere Ausnahme wird geltend gemacht für Bereiche der Zukunftsvorsorge wie Sicherheits-, Klima- und Gesundheitsforschung (vgl. BÖTTGER, 1986), die mehr oder weniger zu den öffentlichen Gütern zählen, von denen angenommen wird, daß sie aus gesellschaftlicher Sicht eine höhere Einschätzung (einen längeren Planungshorizont) erfordern als dies aus privatwirtschaftlicher Sicht geschieht. Dazu wird auch die Sicherung der Energieversorgung gerechnet. Da sich die zu erwartende Knappheitssituation nur teilweise im gegenwärtigen Energiepreis niederschlägt, wird davon ausgegangen, daß die private Erforschung neuer Energiequellen unter dem gesellschaftlich erwünschten Niveau liegt und einer staatlichen Unterstützung bedarf.

3.4 Strukturelles Marktversagen und Forschungspolitik

Es gibt ferner Wirtschaftsbereiche wie die Landwirtschaft, von denen angenommen wird, daß sie die marktstrukturellen Voraussetzungen für einen allokations- und fortschrittsoptimalen Wettbewerb nicht erfüllen. Bei einem derartigen Marktversagen käme nach SCHMIDT die "normative Theorie der Regulierung" zur Anwendung (SCHMIDT, 1987, S. 42). Dabei können auch gesellschaftspolitische Allokationsziele, wie etwa die Stützung der Landwirtschaft zur Sicherstellung der Versorgung in Krisenzeiten, zu berücksichtigen sein. Allerdings wird zunehmend in Zweifel gestellt, ob das bisher konstatierte allokative Marktversagen im Agrarsektor zutrifft (vgl. SCHMITT, 1988b, S. 224).

Betrachtet man die Faktoreinsatzstruktur in der Landwirtschaft, so läßt sich feststellen, daß die Landwirtschaft über 60 % der Produktionsmittel (die Vorleistungen und die Kapitalgüter) aus anderen Sektoren bezieht und sich der restliche von der Landwirtschaft erbrachte Anteil vor allem auf die Faktoren Arbeit und Boden erstreckt (vgl. HENZE, 1987, S. 46). Daraus folgt zweierlei. Zum einen kommt es für die Landwirte vor allem darauf an, durch Aus- und Weiterbildung die Qualität ihres Humankapitals zu erhöhen, zum anderen ist zu fragen, ob die Marktstruktur in den vorgelagerten Wirtschaftsbereichen fortschrittsoptimal ist. Da die Wettbewerbsfähigkeit der nachgelagerten Bereiche

ebenfalls die landwirtschaftliche Erlössituation beeinflußt, ist diese Frage auf den nachgelagerten Sektor auszudehnen.

Sowohl im Saatgut- als auch im Pflanzenschutzmittelsektor herrscht ein hoher innovatorischer Wettbewerb. Während die Pflanzenzüchtung vorwiegend noch in mittelständischen Unternehmen betrieben wird, konkurrieren auf dem Pflanzenschutzmittelmarkt internationale Konzerne. Aufgrund der Entwicklung der Bio- und Gentechnologie sind strukturelle Anpassungen und Verflechtungen der Pflanzenzüchtung mit der Agrochemieindustrie erkennbar (vgl. BÖHLER, 1989). Bei den mineralischen Düngemitteln dominieren die Verfahrensinnovationen zur Kostensenkung. Mineralische Düngemittel sind für Länder mit hohem technologischen know how ein innovatorisch uninteressantes Produkt, sie werden in Form von commodities zunehmend in anderen Ländern produziert. In der landtechnischen Industrie sind weiterhin innovatorische Fortschritte erkennbar, die durch eine hohe Wettbewerbsintensität auch verwirklicht werden. Für den nachgelagerten Bereich gilt ähnliches.

4 Politikversagen und Forschungspolitik

4.1 Politik- ökonomische Allokationsverzerrungen und privatwirtschaftliche Forschung

Nach SCHMIDT kann die Begründung für die Herausnahme von Wirtschaftssektoren aus dem Wettbewerbsgeschehen auch in der "positiven Theorie der Regulierung" zu suchen sein, die sektorale Ausnahmebereiche politik-ökonomisch erklärt (vgl. SCHMIDT, 1987, S. 42). Danach werden der Landwirtschaft Begünstigungen gewährt, weil sie als ein wichtiges Wählerpotential angesehen wird (vgl. HAMM, 1978, S. 162). Sichtbares Zeichen für eine politik-ökonomische Dominanz des agrarpolitischen Handelns sind die hohen Produktionsüberschüsse auf den Agrarmärkten und die Verstöße gegen ordnungspolitische Grundprinzipien bei dem Versuch, diese Ungleichgewichte zu beseitigen.

Die weit über dem Gleichgewichtspreis liegenden Interventionspreise eröffnen den forschenden Unternehmen einen größeren preislichen Kalkulationsspielraum (vgl. SCHMITT, 1988a). Zudem vermindern die garantierten Agrarpreise das Risiko der Forschungsinvestitionen (vgl. HAMM, 1978, S. 168). Hinzu kommt, daß die Produktpreisstützung die sektorale Faktornachfrage ausweitet. Hierdurch wird die Verteilung der Forschungskosten auf eine größere Absatzmenge begünstigt.

Empirische Untersuchungen deuten darauf hin, daß zumindest die Faktorinnovationen preisniveauabhängig sind. So wird die Technisierungswelle in den USA in den 30er Jahren in einem Zusammenhang mit den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gesehen (vgl. SCHLEICHER, 1984) und VAN DER MEER (1988) erklärt die international vergleichsweise hohen Produktivitätsfortschritte in der Landwirtschaft der EG mit dem hohen Preisstützungsniveau.

Da die Preisstützungspolitik einseitig auf den Nahrungsmittelsektor gerichtet ist, gehen von ihr auch strukturelle Verzerrungen aus. Durch die Veränderung der intrasektoralen

und intersektoralen Preisrelationen werden Innovationen ausgelöst, die sonst nicht erfolgen würden. Gleichzeitig unterbleiben Forschungsaktivitäten in Bereichen, die nicht preislich gestützt werden, z.B. in der Züchtung bestimmter Pflanzenarten zur industriellen Nutzung (vgl. GROSSKOPF, HENZE, KLOOS, 1988).

4.2 Politik- ökonomische Allokationsverzerrungen und Forschungspolitik

SCHMITT sieht in der staatlichen Forschungsförderung eine weitere Ursache des ungleichgewichtigen Wachstums von Produktion und Produktivität des Faktoreinsatzes im Agrarsektor (vgl. SCHMITT, 1988b, S. 225). Die Überschußsituation auf den Agrarmärkten dient zur Begründung weiterer staatlicher Forschungsaktivitäten (vgl. GROSSKOPF, HENZE, KLOOS, 1988). Aufgrund der Verzerrungen in der Züchtungsstruktur durch die Preisstützungspolitik für Nahrungspflanzen läßt sich im Rahmen der Theorie des Zweitbesten wohl eine Forschungsverlagerung zugunsten von Nichtnahrungspflanzen begründen, solange die Preisverzerrung zwischen Nahrungs- und Nichtnahrungspflanzen nicht beseitigt wird. Als äußerst problematisch erweist es sich aber, Forschungspolitik als Mittel zur Lösung sektoraler Strukturprobleme zu betrachten. Forschung verliert an Effizienz, wenn sie zur Kompensation sektoraler Anpassungserfordernisse eingesetzt wird. Sie ist primär dort zu betreiben, wo hohe Fortschrittsraten zu erwarten sind, und ist erforderlichenfalls mit Strukturanpassungen zu verbinden (vgl. HENZE, ZEDDIES u.a., 1980, S. 8f).

5 Ergebnisse zur Effizienz von Forschungsaufwendungen

Die Effizienz der Agrarforschung ist in einer Reihe von Kosten-Nutzen-Untersuchungen analysiert worden. Die erste umfassende Untersuchung in diesem Bereich wurde von GRILICHES am Beispiel des Hybridmaises und der Hybridhirse für die Jahre 1940-1955 durchgeführt. Diese und auch anschließende Arbeiten kommen zu dem Ergebnis, daß Agrarforschung einen hohen gesellschaftlichen Nutzen erzielt. "From 1927 to 1950, technology-oriented research yielded a rate of return of 95 percent. During the same 23 years, science-oriented research yielded a 110 percent rate of return, even more than technological research" (RUTTAN, 1982, S. 247). Hieraus leitet RUTTAN (vgl. 1982, S. 252) ab, daß die staatliche Forschungsförderung im Agrarsektor zu verstärken sei.

Zu bedenken ist dabei, daß im außerlandwirtschaftlichen Sektor auch eine hohe Forschungseffizienz besteht. EWELL schätzt die durchschnittliche jährliche gesamtwirtschaftliche Rentabilität der FuE-Ausgaben in den USA für eine Periode von 25 Jahren auf 100-200 % (vgl. PRAMANN, 1981, S. 19). Wenn die gesamtwirtschaftliche Effizienz generell die privatwirtschaftliche Rentabilität aufgrund starker Umverteilungen zugunsten der Konsumenten oder steuerlicher Belastungen der Investoren übersteigt, wäre Forschung durch Zwangssparen der Konsumenten oder Abbau der Forschungsbelastungen zu fördern. Wenn Forschungs- bzw. Risikoinvestitionen im Durchschnitt auch eine hohe privatwirtschaftliche Rentabilität aufweisen, wäre Forschung vor allem über Beratung zu stimulieren.

In den meisten neueren Untersuchungen über die Agrarforschung werden zudem die hohen Effizienzraten früherer Untersuchungen nicht mehr bestätigt. Während THIRTLE und BOTTOMLEY für die staatlichen Forschungsausgaben in Großbritannien für den Zeitraum von 1950-1981 noch eine Verzinsung von 59 % bis 100 % ermittelten, kam HARVEY unter Einbeziehung der privaten Forschungsaufwendungen nur auf Verzinsungsraten von + 4 % bis - 37 %. DOYLE/RIDOUT ermittelten für den Zeitraum 1960 bis 1970 Verzinsungsraten von 20 % bis 30 %, für Ende der 70er bis Anfang der 80er Jahre von nur 10 % bis 20 % (vgl. THIRTLE, BOTTOMLEY, 1989). Während in einigen industriellen Branchen - Metall-, Kraftfahrzeugindustrie und nichtelektronischer Maschinenbau - ebenfalls eine Abnahme der Verzinsungsrate ermittelt wurde, ist in den hightech-Industrien kein Anzeichen einer Effizienzminderung der Forschungsaufwendungen erkennbar (vgl. ENGLANDER, EVENSON, HANAZAKI, 1988, S. 9).

In mehreren Veröffentlichungen werden außerdem Aspekte aufgezeigt, die darauf hindeuten, daß die Rendite der Agrarforschung in früheren Untersuchungen überschätzt sein könnte (vgl. SCHMITT, 1986 und OEHMKE, 1988). Die Ursache der Überschätzung wird vor allem darin gesehen, daß die Preisstützung bzw. Überproduktion den Fortschrittsgewinn mindere und zudem die fortschrittsbedingten Verschlechterungen des Terms of Trade (der Weltmarktpreise für Agrarprodukte) in Rechnung zu stellen seien.

Verschlechterungen des Terms of Trade sind allerdings kein Argument gegen technischen Fortschritt, sondern eher ein Zeichen von technischem Fortschritt. Ein Vorteil und Ziel technischen Fortschrittes ist auch die Steigerung der Konsumentenrente durch Preissenkungen. Die Verteilung des Fortschrittsgewinnes zwischen Produzenten (Erzeugern und Anwendern des Fortschritts) und Konsumenten kann in Abhängigkeit von der Marktstruktur (der Fortschrittsverbreitung) erheblich differieren (vgl. hierzu ALSTON, EDWARDS, FREEBAIRN, 1988). In einer international verflochtenen Wirtschaft kann Fortschrittsgewinn exportiert und importiert werden.

Fortschritt kann auch bei Überproduktion einen positiven Ertrag haben, indem er die Produktion insgesamt verbilligt. Dieser Vorteil wird allerdings gemindert bzw. in einen Nachteil umgekehrt, wenn durch technischen Fortschritt die Überproduktion ausgeweitet und die Preisstützung noch erhöht wird. Die Nutzung von Fortschritt erfordert die Bereitschaft zur strukturellen Anpassung. Der Fortschrittsgewinn ist generell am größten, wenn keine Überschüsse bestehen oder entstehen. Es bedarf schon besonderer Annahmen über den Verlauf und die Verlagerung der Agrarangebotsfunktion, um bei der von VAN DER MEER (1988) unterstellten Abhängigkeit der Fortschrittsrate vom Agrarpreisniveau einen gesamtwirtschaftlichen Vorteil der Preisstützung nachzuweisen. Die volkswirtschaftlichen Verluste der Überproduktion müßten durch den als Folge der Preisstützung zusätzlich entstehenden Produktivitätsgewinn für die Nichtüberschußmenge, für die die Produzentenrente steigt, überkompensiert werden. Außerdem wäre noch näher zu untersuchen, inwieweit die von VAN DER MEER betrachteten Zunahmen paritieller Faktorproduktivitäten mit Kostensenkungen verbunden sind.

6 Umfang und Struktur der Forschungsaufwendungen

Die Ausgaben für Wissenschaft betrugen in der BR Deutschland 1987 77,8 Mrd. DM. Davon entfielen 54,8 % auf die öffentlichen Haushalte (20,2 % auf den Bund, 33,3 % auf die Länder, 1,3 % auf wissenschaftliche Organisationen) und 45,2 % auf den privaten Wirtschaftssektor (vgl. BMFT, 1988). Die Ausgaben für FuE betrugen 1987 56,9 Mrd. DM. Sie wurden zu 61 % von der Wirtschaft, zu 37,7 % aus öffentlichen Haushalten (24,3 % durch den Bund, 13,4 % durch die Länder) und zu 1,4 % durch sonstige Institutionen finanziert. Im internationalen Vergleich gehört die BR Deutschland zu der Gruppe der forschungsintensivsten Länder. Der Anteil der FuE-Aufwendungen am Bruttoinlandsprodukt lag 1986 nur in den Vereinigten Staaten und Japan etwas höher. In beiden Ländern betrug er 2,8 %, in der BR Deutschland 2,7 %, in Frankreich und in Großbritannien jeweils 2,3 % (vgl. KLODT et.al., 1988, S. 6).

Von den Ausgaben für FuE des Bundes im Jahre 1987 in Höhe von 13,8 Mrd. DM entfielen 54,8 % auf das BMFT, 20,5 % auf das BMVg, 9,1 % auf das BMWi, 7,5 % auf das BMBW, 1,8 % auf das BMELF und 1,4 % auf das BMU (BMFT, 1988, S. 357). Der Forschungstitel des BMELF belief sich 1987 auf 260 Mill. DM, die Forschungsausgaben des Bundes für den Agrarbereich betrugen etwa 290 Mill. DM (2 % der Ausgaben des Bundes). Etwa 30 Mill. DM wurden durch andere Ressorts finanziert, davon etwa 11,5 Mill. DM aus dem BMFT. In den nächsten Jahren ist in dem Forschungsbereich Biotechnologie des BMFT jährlich ein Betrag von etwa 20 Mill. DM für Nachwachsende Rohstoffe vorgesehen. Der Anteil der Grundlagenforschung an den FuE-Ausgaben des Bundes insgesamt liegt bei etwa 34 %, im Bereich der Biotechnologie bei etwa 40 %, der Ernährung bei knapp 20 %, der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei nur bei knapp 10 % (BMFT, 1988, S. 79ff). Die Ressortforschungseinrichtungen des Bundes sind grundsätzlich gehalten, sich an den aktuellen Erfordernissen der Politik zu orientieren (vgl. BRADHERING und GOCHT, 1987, S. 4). Durch die Finanzierung von 12 Bundesforschungsanstalten sind die Mittel des BMELF zu über 90 % institutionell gebunden. Die für andere Einrichtungen verfügbare Forschungssumme betrug 1987 nur etwa 20 Mill. DM. Eine gezielte Mittelvergabe des BMELF an andere Forschungseinrichtungen ist somit nur in einem geringen Umfang möglich.

Neben den Forschungsaufwendungen des Bundes sind auch die Aufwendungen der Länder zu berücksichtigen, die nur näherungsweise bekannt sind. Die Ausgaben der Länder für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung (ohne die Mittel für die Hochschulen) für den Agrarbereich werden für das Jahr 1986 mit 151 Mill. DM (5,5 % der Forschungsaufwendungen der Länder) angegeben (ST. BUNDESAMT, 1989). Hinsichtlich der Ausrichtung der Forschung und der institutionellen Mittelbindung gilt ähnliches wie auf Bundesebene.

Die Aufwendungen für die Agrarforschung der Hochschulen werden auf etwa 380 Mill. DM jährlich (5,5 % der Mittel der Hochschulforschung) beziffert (BMFT, 1988, S. 383). Die DFG förderte die Agrarforschung 1986 mit 28,9 Mill. DM (2,9 % der Forschungsausgaben der DFG) (BMFT, 1988, S. 280). Hinzu kommen die Ausgaben der sonstigen Forschungseinrichtungen für den Agrarbereich von über 100 Mill. DM. Die Gesamtausgaben der öffentlichen Agrarforschung liegen nach einer Grobschätzung von

BRADHERING und GOCHT (1987, S. 3) in der Größenordnung von 1 Mrd. DM. Das sind knapp 5 % der öffentlichen FuE-Aufwendungen in der BR Deutschland. Darüberhinaus finanziert die EG in zunehmendem Maße Forschungsvorhaben. Das zweite Forschungsrahmenprogramm für die Jahre 1987 bis 1991 mit 8 Schwerpunktbereichen weist ein Finanzvolumen von 5,4 Mrd. ECU auf (vgl. BMFT, 1988, S. 233f).

Die Unternehmensforschung im Sektor Landwirtschaft wurde 1983 zu etwa 12,5 % staatlich finanziert, im gesamten Unternehmensbereich waren es 16,1 %. Der Anteil des Sektors Landwirtschaft an den FuE-Ausgaben der gesamten Unternehmensforschung betrug dabei 1983 nur 0,1 % (vgl. KLODT et.al., 1988, S. 120ff), die vor- und nachgelagerten Bereiche sind darin nicht erfaßt. Allein die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der Pflanzenschutzmittelindustrie beliefen sich 1988 auf 732 Mill. DM (IVA, 1989, S. 14), das sind etwa 2 % der Forschungsaufwendungen der privaten Wirtschaft.

7 Schlußfolgerungen

Neben dem vorrangigen gesellschaftlichen Ziel, die Bildung und Ausbildung zur Mehrung des Humankapitals zu fördern, ist die Förderung der Grundlagenforschung als eine wichtige gesellschaftspolitische Aufgabe zu betrachten. Als weitgehend öffentliches Gut und aufgrund ihrer Nutzenferne wird Grundlagenforschung nicht in ausreichendem Maße von der privaten Wirtschaft betrieben. Agrarrelevante Grundlagenforschung erfolgt vor allem in der Gen- und Biotechnologie.

Angewandte Forschung und noch stärker Technologieentwicklung zeichnen sich durch eine hohe Marktnähe aus. Marktnahe Forschung ist vorrangige Aufgabe der privaten Unternehmen. Sie schätzen die Marktchancen im allgemeinen besser ein als die staatliche Politik, weil sie den wirtschaftlichen Erfolg benötigen und das Risiko des Mißerfolges zu tragen haben.

Angewandte staatliche Forschung verdrängt private Forschung und sie kann eine fehlgeleitete Eigendynamik entwickeln (vgl. STAUDT, 1986). Je stärker ein Projekt gefördert wird, umso größer ist die Gefahr, daß später ein Sachzwang besteht, öffentlich finanzierte Technologien auch anzuwenden.

Bei der Projektförderung durch das BMFT wie auch bei der staatlichen Agrarforschung - speziell auf Länderebene - ist die Gefahr vergleichsweise groß, daß es sich nicht mehr um Forschung handelt, sondern die Mittel mehr der sektoralen und regionalen Protektion als der Erzielung von Forschungsergebnissen dienen. Nicht umsonst unterliegt auch die öffentliche Forschungsförderung der Beihilfenaufsicht der EG (vgl. KLODT et. al., 1988, S. 67ff), um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden. Speziell für die BR Deutschland sind "aufgrund der wenig ausgeprägten Differenzierung der Fördersätze nach Marktnähe der Forschungsprojekte" (KLODT, 1988, S. 77) im Gegensatz zu Großbritannien Konflikte mit der EG-Kommission vorprogrammiert.

Neben der Grundlagenforschung ist auch die Bereitstellung wissenschaftlicher Entscheidungshilfen für die Politik staatlich zu fördern. So besteht ein Forschungsbedarf im Agrarumweltbereich hinsichtlich der Identifikation der Umweltwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion. Wichtig sind weiterhin Forschungsarbeiten zur Analyse und Prognose von Markt- und Strukturentwicklungen als Entscheidungshilfe für die Politik wie auch für private Wirtschaftssektoren.

Die hohe gesellschaftliche Bedeutung der Grundlagenforschung erfordert eine vorrangige finanzielle Ausstattung der Hochschulforschung, von Forschungseinrichtungen, die vorwiegend Grundlagenforschung betreiben, sowie eine ausreichende Mittelausstattung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Die privatwirtschaftliche Forschung wird in anderen Ländern wie Schweden und Japan vor allem durch indirekte Maßnahmen gefördert. Auch für die BR Deutschland wird für eine Rückführung der direkten Projektförderung zugunsten der indirekten Förderung (vgl. KLOOS, 1989, S. 88ff) bzw. eines Abbaues steuerlicher Forschungshemmnisse im Sinne einer First-best-Lösung (vgl. HERB, 1988, S. 226) plädiert, um Forschung generell zu stimulieren. Und zur Beschleunigung der Umsetzung technischer Fortschritte wäre auf die Subventionierung überkommener Wirtschaftsstrukturen zu verzichten (vgl. ENGEL, 1988).

Literaturverzeichnis

ALSTON, J.M., EDWARDS, G.W. und FREEBAIRN, J.W.: Market Distortions and Benefits from Research. - In: American Journal of Agricultural Economics, 1988, No. 2, S. 281-288.

BMFT (Hrsg.): Bundesbericht Forschung 1988. - Bonn 1988.

BÖHLER, H.: Gentechnologie. - In: Oberender, P. (Hrsg.): Marktstruktur und Wettbewerb in ausgewählten Branchen der Bundesrepublik Deutschland. München 1989.

BÖTTGER, J.: Möglichkeiten und Grenzen staatlicher Innovationsförderung. - In: Staudt, G. (Hrsg.): Das Management von Innovationen. Frankfurt 1986, S. 209-219.

BRADHERING, P. und GOCHT, H.: Forschungsplanung und Forschungskoordination im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. - Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Sonderheft. Münster-Hiltrup 1987.

ENGEL, W.: Forschungsförderung und ihre Hindernisse. - Wirtschaftswoche 43 (1988), S. 178.

ENGLANDER, A.S., EVENSON, R. und HANAZAKI, M.: R & D, Innovation and the total Factor Productivity Slowdown. - In: OECD Economic Studies ,1988, Nr. 11.

EUROSTAT: Öffentliche Aufwendungen für Forschung und Entwicklung 1980-1986. 1988.

FISCHER, W.: Nicht der Staat hat den Fortschritt gefördert. Der Blick in die Geschichte räumt mit Irrtümern auf. - FAZ, 29.11.1980, S.15.

GERJETS, J.: Forschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland. Kritische Analyse ihrer Zielsetzungen und Instrumente. - Diss. Münster 1981.

GRILICHES, Z.: Forschungskosten und gesamtwirtschaftliche Erträge: Maishybriden und verwandte Innovationen. - In: Naumann, J. (Hrsg.): Forschungsökonomie und Forschungspolitik. Stuttgart 1970, S. 215-233.

GROSSKOPF, W., HENZE, A. und KLOOS, R.: Forschungsförderung Nachwachsende Rohstoffe, Bereich Gärungsalkohol. - In: Dachverband Agrarforschung (Hrsg.): Schriftenreihe Forschungsberichte, Bd. 1a. Frankfurt, München 1988.

HAMM, W.: Staatsaufsicht über wettbewerbspolitische Ausnahmebereiche als Ursache ökonomischer Fehlentwicklungen. - In: ORDO, Bd. 29, S. 156-172. Stuttgart, New York 1978.

HAMM, W.: Freiheitsbeschränkung durch staatliche Struktur- und Forschungspolitik. - In: ORDO, Bd. 30, S. 423-439. Stuttgart, New York 1979.

HENZE, A.: Die Produktionsmittel der Landwirtschaft - Theorie der Faktornachfrage, Faktoreinsatz und Faktormärkte. - Stuttgart 1987.

HENZE, A., ZEDDIES, J., FEWSON, D. und NIEBEL, E.: Leistungsprüfungen in der Tierzucht. Nutzen-Kosten-Untersuchung über Leistungsprüfungen in der tierischen Erzeugung dargestellt am Beispiel der Milchleistungsprüfung beim Rind. - Reihe A: Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft, Heft 234. Münster-Hiltrup 1980.

HERB, F.: Marktwirtschaftliche Innovationspolitik. - Hohenheimer volkswirtschaftliche Schriften 9. Frankfurt 1988.

INDUSTRIEVERBAND AGRAR (IVA): Jahresbericht 1988/89. - Frankfurt 1989.

KLODT, H. et.al.: Forschungspolitik unter EG-Kontrolle. Kieler Studien 220. Tübingen 1988.

KLOOS, R.: Forschung und staatliche Forschungsförderung - diskutiert an ausgewählten Produktlinien nachwachsender Rohstoffe. - Frankfurt 1989.

MARKL, H.: Ohne Vertrauen in die Forschung gibt es kein Überleben. Blick durch die Wirtschaft. - FAZ, 9.2.1988, S. 7.

MEER, C.L.J., VAN DER: Agricultural Growth in the EC and the Effect of the CAP. - Paper presented at the XX International Conference of Agricultural Economists. Buenos Aires 1988.

MUSGRAVE, R.A., MUSGRAVE, P.B. und KULLMER, L.: Die öffentlichen Finanzen in Theorie und Praxis. - 2. durchges. Aufl., 1. Bd. Tübingen 1978.

OEHMKE, J.F.: The Calculation of Returns to Research in Distorted Markets. - In: American Journal of Agricultural Economics, Nr. 2, 1988, S. 291-302.

PRAMANN, V.: Ziele und Konzeptionen der Forschungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland - Ein Beitrag zur Begründung und Analyse staatlicher Forschungspolitik. - Diss. Berlin 1981.

RUTTAN, V.W.: Agricultural Research Policy. - Minnesota 1982.

SCHLEICHER, H.: Bestimmungsgründe der sektoralen Produktivitätsentwicklung. - Göttingen 1984.

SCHMIDT, I.: Wettbewerbspolitik und Kartellrecht. - 2. bearb. und erw. Aufl.. Stuttgart, New York 1987.

SCHMITT, G.: Agrarforschung, Technischer Fortschritt und Agrarpolitik: Eine andere Sichtweise. - Göttinger Schriften zur Agrarökonomie, Heft 58. Göttingen 1986.

SCHMITT, G.: Agrarforschung als öffentliche Aufgabe: Auftrag und Beitrag der Universität. - In: Woche der Agrarwissenschaften vom 23. bis 27. Juni 1987 im Rahmen der 250-Jahr-Feier der Georg-August-Universität zu Göttingen. Göttingen 1988, S. 49-70, 1988a.

SCHMITT, G.: Landwirtschaft in der Sozialen Marktwirtschaft: Neu betrachtet. - In: Berichte über Landwirtschaft, Bd. 66, S. 210-235. Hamburg und Berlin 1988, 1988b.

SCHOLZ, L. und SCHMALHOLZ, H.: Patentschutz und Innovationen. - In: Oppenländer, K.H. (Hrsg.): Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb. Berlin, München 1984.

STATISTISCHES BUNDESAMT: FS 14, R 3. Rechnungsergebnisse der öffentlichen Haushalte für Bildung, Wissenschaft und Kultur 1986, 1989.

STAUDT, E.: Technologischer Aktionismus: Die negative Eigendynamik der Förderprogramme. - In: Staudt, G. (Hrsg.): Das Management von Innovationen. Frankfurt 1986, S. 195-209.

THIRTLE, C. und BOTTOMLEY, P.: Explaining Total Factor Productivity Change: Returs to R&D in U.K. Agricultural Research. - In: Applied Economics, 1989.

BEWERTUNG TECHNISCHER FORTSCHRITTE IM AGRARBEREICH UND MÖGLICHKEITEN DER POLITISCHEN UND ADMINISTRATIVEN STEUERUNG

von

M. LÜCKEMEYER und W. PETERS, Bonn

1 Einleitung

Der technische Fortschritt war und ist auch im Agrarbereich Voraussetzung und wesentlicher Bestimmungsgrund für die Verbesserung der Lebensverhältnisse. Solange nur diese Wirkung empfunden wurde, war er weitgehend unumstritten. Die Vorbehalte technischen Fortschritten gegenüber mehren sich in dem Maße, wie

- durch sie die Lebens- und Arbeitsverhältnisse immer stärker bestimmt werden und die Technik für die vermeintliche und wirkliche Entfremdung des Menschen von seiner natürlichen Existenz verantwortlich gemacht wird,

- die Technik in den Grenzbereich der Beherrschbarkeit durch den Menschen vordringt und die dadurch sich abzeichnenden Gefahren Ängste verbreiten,

- die technischen Fortschritte die Menschen zu Handlungen befähigen, die im Widerspruch zu individuellen ethischen Empfindungen und allgemein anerkannten Normen der Gegenwart stehen und

- die Befriedigung der Bedürfnisse in mehreren Bereichen auf Sättigungsgrenzen stößt.

Der Prozeß der Ernüchterung gegenüber früherer Technikeuphorie ist nicht zu übersehen (Bundesminister für Forschung und Technologie, 1988, S. 30. - Siehe auch UHLMANN, 1988). Auch auf die technischen Fortschritte im Agrarbereich[1)] trifft dieser Zusammenhang grundsätzlich zu, so daß sich die Frage nach seiner Bewertung und ggf. politischen und administrativen Steuerung unmittelbar stellt. Die technische Entwicklung hat diesen Sektor stärker als viele andere beeinflußt. Die Produktivitätsfortschritte waren in der Landwirtschaft teilweise stärker als im Durchschnitt der übrigen Sektoren.

Unter den gegebenen Bedingungen des Agrarsektors war der realisierte technische Fortschritt konstitutive Voraussetzung für die strukturelle Anpassung und damit auch Anlaß für eines der zentralen agrarpolitischen Probleme der letzten 40 Jahre. Theoretisch hätten sich durch eine konsequente Verhinderung der technischen Fortschritte einige Anpassungsprobleme vermeiden oder zumindest vermindern lassen. Da künftig weitere technische Fortschritte zu erwarten sind, wirkt der aufgezeigte Zusammenhang fort und bleibt

1) Zum Begriff des Technischen Fortschritts vgl.: WILLER, H.: Technischer Fortschritt und Landwirtschaft. - Hamburg und Berlin 1967, S. 13 ff. - PLATE, R.: Agrarmarktpolitik (Band 1, Grundlagen). - München, Basel, Wien 1968, S. 109 ff.

die politische Versuchung bestehen, die agrarpolitischen Probleme durch Steuerung des technischen Fortschritts einer Lösung näher zu bringen.

Von den Schlüsseltechnologien unserer Zeit (Bundesminister für Forschung und Technologie, 1988, S. 13) werden die Biotechnologie und die Informationstechnik die weitere Entwicklung des Agrarsektors spürbar beeinflussen. Experten rechnen mit beträchtlichen Innovationsschüben in den nächsten Jahren und Jahrzehnten (Bureau Européen de Recherches S.A., 1988). Dabei wirft die Biotechnologie in besonderem Maße die Frage nach den ethischen Grenzen unserer wissenschaftlich-technischen Kultur auf.

2 Bewertung des technischen Fortschritts

Im Zuge des geradezu sprunghaften Wertewandels (UHLMANN, 1988) der letzten Jahrzehnte geriet die Sinnhaftigkeit des Wirtschaftswachstums und damit auch die des technischen Fortschritts in die Diskussion. Viele der daran Beteiligten halten die Beurteilung des technischen Fortschritts ausschließlich anhand der ökonomischen Kriterien (u.a.Faktoreffizienz, einzelbetriebliche und gesamtwirtschaftliche Rentabilität) nicht länger für zulässig. Während den Unternehmen zuzugestehen ist, daß sie technische Fortschritte vorwiegend nach einzelbetrieblichen Rentabilitätskriterien bewerten, wird vom Staat die Anwendung des Kriteriums "Verbesserung der Lebensqualität" gefordert. Dazu sind in die Bewertung neuer Techniken auch

- die Humanverträglichkeit (Auswirkung auf Gesundheit, Sicherheit)
- die Sozialverträglichkeit (Familie, Bildung, Arbeitswelt, Leben in der Gemeinschaft, Wirtschafts- und Gesellschaftsordnung) und
- die Umweltverträglichkeit

mit einzubeziehen (DETZER, 1989).

Unter den am agrarpolitischen Willensbildungsprozeß beteiligten Gruppen ergeben sich unterschiedliche Auffassungen zu den vorhandenen und potentiellen technischen Fortschritten[2]. Vieles spricht dafür, daß der mechanisch technische Fortschritt von den Landwirten positiv eingeschätzt wird. Auf die Landwirte in der Bundesrepublik Deutschland dürfte dies besonders zutreffen. Darauf deutet der gegenüber anderen Ländern erheblich höhere Besatz an Maschinen- und Gebäudekapital hin. Die Haltung der Landwirte ist plausibel; denn die Technik hat sie von schwerer körperlicher Arbeit weitgehend befreit. Im Grundsatz positiv dürfte auch die Einstellung der Landwirte zum biologisch technischen Fortschritt herkömmlicher Art sein. Die Initiativen der Landwirte in der Pflanzenzucht, der Tierzucht und die breite Anwendung der modernen Verfahren der Tierhaltung und des Pflanzenbaus sind ein Indiz dafür. Die Verteidigung der Betroffenen gegen Angriffe von verschiedener Seite auf die modernen landwirtschaftlichen Produktionstechniken deuten außerdem darauf hin, daß diese nicht nur aufgrund ökonomischer Sachzwänge, sondern auch aus Überzeugung adaptiert wurden. Selbst bio-

2) Die Einstellung zu technischen Fortschritten wird an Verhaltensweisen evident. Auch läßt sie sich deduktiv ableiten. "Der Aussagewert von Meinungsumfragen zum technischen Fortschritt besteht in kaum mehr als dem Unterhaltungswert". Siehe UHLMANN, 1988, S. 14.

technologischer Fortschritt wie z.B. Embryotransfer stößt auf gewisse Zustimmung. Jedoch wird vom Berufsstand in der Bundesrepublik Deutschland das EG-weite Verbot der Verwendung von Hormonen in der Rindermast befürwortet und die Zulassungsverweigerung für bovines Somatotropin (BST) gefordert.

Die Haltung der Landwirte gegenüber organisatorisch-technischen Fortschritten ist eher ambivalent[3]. Einige Formen der horizontalen und vertikalen Integration werden mehrheitlich abgelehnt, da sie für unvereinbar mit den Wesensmerkmalen bäuerlicher Landwirtschaft gehalten werden.

Ein Teil der Verbraucher lehnt den Konsum von Nahrungsmitteln ab, die unter Zuhilfenahme von mineralischen Dünge- und chemischen Pflanzenschutzmitteln erzeugt wurden. Beweggrund ist durchweg die Überzeugung, daß die Nahrungsmittel des alternativen Sortiments der Gesundheit zuträglicher sind als die nach konventionellen Methoden erzeugten. Der mineralischer Düngung und chemischem Pflanzenschutz innewohnende technische Fortschritt wird folglich nicht für einen Fortschritt im Sinne verbesserter Lebensqualität gehalten. Im großen und ganzen identifizieren sich die Landwirte, die alternative Nahrungsmittel produzieren, mit dieser Auffassung.

Ein Teil der modernen landwirtschaftlichen Produktionsmethoden - hier insbesondere bestimmte Tierhaltungsverfahren und auf hohe Intensität abzielende pflanzenbauliche Maßnahmen - werden aus Tierschutz- und Umweltschutzgründen von einem Teil der Bevölkerung abgelehnt oder zumindest sehr skeptisch betrachtet. Da sich auch die dörflichen Strukturen und folglich ganze ländliche Räume unter dem Einfluß agrartechnischer Entwicklung augenscheinlich verändert haben, kommt es verschiedentlich zu einer nahezu vollkommenen Ablehnung des Fortschritts im Agrarbereich und zur Forderung nach Rückkehr zu einer Landwirtschaft, die sich an nostalgischen Vorstellungen orientiert.

Für die Bundesregierung und den Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bestimmt sich die grundsätzliche Einstellung zum agrartechnischen Fortschritt aus dem Landwirtschaftsgesetz vom 05. September 1955 und aus Artikel 39 des EWG-Vertrages. Ersteres fordert, daß die Landwirtschaft mit den Mitteln der allgemeinen Wirtschaftspolitik in den Stand gesetzt werden soll, u.a. ihre Produktivität zu steigern. Letzterer erhebt die Förderung des technischen Fortschritts zum Ziel der gemeinsamen Agrarpolitik. BML hat diese gesetzlich und vertraglich kodifizierte Handlungsmaxime in seiner Zielstruktur umgesetzt, die jährlich in den Agrarberichten der Bundesregierung veröffentlicht wird.

Die EG-Zugehörigkeit der Bundesrepublik Deutschland setzt dem Entscheidungsspielraum der Bundesregierung und des BML Grenzen. Die Behinderung technischer Fortschritte oder ihrer Nutzung auf nationaler Ebene führt grundsätzlich zu Wettbewerbsnachteilen für den Agrarsektor des betreffenden Mitgliedstaates. Solche Maßnahmen (Beispiele: Gesetzliche Bestandsobergrenzen in der Tierhaltung, Verbot der Käfighaltung von Legehennen) sind in der Regel deshalb nicht durchsetzbar oder werden von der

3) Zum Begriff und Wesen des organisatorisch-technischen Fortschritts, siehe SEUSTER, 1988.

Bundesregierung abgelehnt, weil diese damit ihrer Verantwortung für die langfristige Entwicklung des Sektors nicht gerecht würde. Ein Gegenbeispiel ist die sogenannte offene Deklaration der Mischfuttermittel, der eine gewisse wettbewerbsverzerrende Wirkung zugeschrieben wird, die aber ausdrücklich vom landwirtschaftlichen Berufsstand befürwortet wurde.

3 Politische und administrative Steuerung des agrartechnischen Fortschritts

Wegen ihrer Tragweite bedürfen staatliche Einflußnahmen auf den technischen Fortschritt in der Regel der politischen Legitimation und unterliegen somit der Entscheidung der gewählten Mandatsträger. Der Administration kommt sowohl die Aufgabe zu, solche Entscheidungen umzusetzen als auch Entscheidungen geringer Tragweite selbst - jedoch orientiert an politisch bestimmten Leitlinien - zu treffen und umzusetzen. Zwischen technischem Fortschritt und politisch-administrativem Handeln bestehen vielfältige Wechselbeziehungen. Es empfiehlt sich, die Betrachtung hier auf die staatlichen Maßnahmen und Instrumente zu beschränken, mit denen entweder direkt oder aber mittelbar, jedoch bewußt, auf den technischen Fortschritt Einfluß genommen werden soll.

Durch die Markt- und Preispolitik der EG werden über die Faktor- und Produktpreisrelation auch die Faktoreinsatzstruktur und die Produktionsstruktur verändert. Dies geschieht nicht in der Absicht, die technischen Fortschritte zu beeinflussen. Obwohl ein erheblicher Teil des technischen Fortschritts preisinduziert ist, wird die Markt- und Preispolitik hier nicht weiter diskutiert.

3.1 Forschung und Entwicklung

In der Bundesrepublik Deutschland wurden 1988 nach neuesten Schätzungen 61,4 Mrd. DM für Forschung und Entwicklung aufgewendet; davon entfallen etwa 64 % auf die Wirtschaft und 36 % auf die Gebietskörperschaften[4]. Für den Agrarbereich ist eine solche Gliederung nicht bekannt. Grob geschätzt, dürften die Ausgaben der öffentlichen Hand für Agrarforschung bei etwa 1 Mrd. DM liegen. Von dieser Gesamtsumme entfallen ca. 300 Mill. DM auf die Forschungsförderung durch BML (BRADHERING und GOCHT, 1987).

Vorrangiges Ziel der Ressortforschung des BML ist es, wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Politik der Bundesregierung zu erarbeiten. Diese Forschungsergebnisse lassen sich nur in sehr begrenztem Umfang in technische Fortschritte für den Agrarsektor umsetzen. Darüber hinaus kommt aber die Ressortforschung den Zielgruppen der jeweiligen Ministerien, hier dem Agrarsektor, zugute. Diese Ausgaben werden u.a. damit begründet, daß die Landwirtschaft aufgrund fehlender Finanzkraft und der kleinbetrieblichen Strukturen eine eigene Forschung nicht finanzieren und durchführen kann.

4) Pressemitteilung des Presse- und Informationsamtes der Bundesregierung 1989.

Etwa 300 Mill. DM werden jährlich von den Bundesländern für Agrarforschung ausgegeben, und etwa 150 Mill. DM entfallen auf von Bund und Ländern gemeinsam geförderte Forschungseinrichtungen. Die Planungs- und Entscheidungsprozesse im Bereich der Forschung laufen in der Bundesrepublik Deutschland grundsätzlich dezentral, d.h. bei den einzelnen Forschungsträgern und Forschungseinrichtungen ab.

Mit der Veränderung der Gewichte der agrarpolitischen Ziele wechseln auch die Prioritäten in der Agrarforschung. Die produktionstechnische Forschung, die vorrangig auf eine Erhöhung mengenmäßiger Erträge ausgerichtet war, soll eingeschränkt werden. Andere Forschungsfelder, wie z.B.

- Senkung der Produktionskosten und Verminderung von Ertragsrisiken,
- Verbesserung der Produktqualität,
- Erschließung von Produktions- und Verwendungsalternativen sowie
- Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen

sollen dagegen verstärkt bearbeitet werden. Diese Prioritäten in der Forschung sind auch Ausdruck des Strebens nach mehr technischem Fortschritt in diesen Bereichen.

Das Mittel der unmittelbaren Behinderung der Forschung oder sogar gar des Verbots steht dem Staat grundsätzlich nicht zu Gebote. In Artikel 5 des Grundgesetzes der Bundesrepublik Deutschland heißt es: "Forschung und Lehre sind frei." Von staatlichen Institutionen bewußt oder unbewußt vernachlässigte Forschungsbereiche können von den Hochschulen und der Wirtschaft aufgegriffen und ausgefüllt werden. In Anbetracht der umfangreichen Forschungsausgaben der Wirtschaft ist davon auszugehen, daß dies auch geschieht, wobei auch in der Wirtschaft zahlreiche, voneinander unabhängige Entscheidungsträger über die Forschungsplanung befinden. Die starke Dezentralität des Forschungsprozesses entspricht den Entscheidungsstrukturen in unserer marktwirtschaftlichen Ordnung.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Möglichkeiten der politisch-administrativen Steuerung des technischen Fortschritts durch Forschungsförderung eng begrenzt sind, es sich bei der Forschungsförderung also um ein sehr weiches Instrument der Beeinflussung technischer Fortschritte handelt.

3.2 Gewerblicher Rechtsschutz

Ausschließlichkeitsrechte für die Nutzung von Erfindungen dienen der Absicherung von Pioniergewinnen. Mit der Ausgestaltung dieser Rechtsnormen läßt sich der Anreiz für die Hervorbringung von Innovationen beeinflussen. Bekannte, auch für den Agrarsektor bedeutsame Bestimmungen sind der Sorten- und Patentschutz. Zur Zeit wird diskutiert, ob sie als Schutzinstrument für biotechnologische Innovationen ausreichen, ob sie anzupassen sind oder ggf. eine eigene Rechtsnorm für neue Verfahren und Erzeugnisse der Biotechnologie zu schaffen ist. Z.B. weisen Unternehmen der Biotechnologie darauf hin, daß ihnen der bestehende Sortenschutz für Pflanzensorten nicht ausreicht, da er zuläßt, daß Dritte mit geschützten Sorten ohne Lizenzzahlungen weiterzüchten. Die Regelung

dieser Frage dürfte einen Einfluß auf das Innovationsinteresse und damit den technischen Fortschritt in der Biotechnologie haben.

3.3 Beihilfen und Subventionen

Die finanzielle Begünstigung erwünschter Verhaltensweisen oder Aktionen ist ein probates Mittel staatlicher Einflußnahme. Markantestes Beispiel in diesem Zusammenhang ist die einzelbetriebliche Investitionsförderung im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes". Mit Zuschüssen, öffentlichen Darlehen und Zinsverbilligungen werden die Begünstigten zur Neuausrichtung der Betriebe, zur Erneuerung veralteter Bausubstanz, zur Rationalisierung der Arbeitsabläufe und zur Modernisierung der Produktionsverfahren veranlaßt. Durch die Maßnahme wird nicht unmittelbar der technische Fortschritt gefördert, jedoch die einzelbetriebliche Voraussetzung für seine Implementation geschaffen und werden damit auch Impulse für die Entwicklung neuer technischer Fortschritte gegeben. Diese Aussage gilt für weitere Maßnahmen der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes".

3.4 Abgaben und Steuern

Durch Abgaben und Steuern können unerwünschte technische Entwicklungen gezielt eingedämmt oder gar unterbunden werden. Seit geraumer Zeit wird intensiv über die Einführung einer Stickstoff-Steuer diskutiert. Bei sachgerechter Ausgestaltung ergäbe sich eine Verringerung des N-Einsatzes und damit vor allem eine Verminderung der teilweise zu hohen Nitrateinträge in die Gewässer. Behindert würden auch wesentliche Komponenten des technischen Fortschritts im Pflanzenbau. Zum Beispiel würde die N-Steuer den Wachstumsreglern weitgehend die Grundlage entziehen. Auch ergäben sich veränderte Zuchtziele für die Kulturpflanzen[5)].

Finanzpolitische Instrumente können gleichfalls zur Förderung von Innovationen eingesetzt werden, so z.B. durch die Zulassung von Verlustzuweisungen aus technologieorientierten Firmenneugründungen oder besonderer Abschreibungen. Die staatliche Begünstigung von sog. Venture Capital fördert grundsätzlich die Anwendung technischer Fortschritte in der Praxis.

3.5 Auflagen

Durch gesetzliche Auflagen können bestimmte Entwicklungen ausgelöst, unterbunden oder verdrängt werden. Das Instrument wirkt i.d.R. strikter als finanzielle Anreize und Entmutigungen.

---

5) Siehe hierzu auch KÖHNE, 1989.

In der Tierhaltung werden aus Tierschutzgründen beispielsweise bestimmte technische Mindestnormen vorgeschrieben. Das Spektrum der technisch machbaren und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten wird eingeengt und der technische Fortschritt auf diese Weise in eine bestimmte Richtung gedrängt. BML fördert die Entwicklung und Erprobung von Haltungsformen, die den Schutzbedürfnissen der Tiere besser entsprechen.

Eine gesetzliche Auflage in diesem Sinne wird auch das Gentechnik-Gesetz (Gesetz zur Regelung der Gentechnik) sein, dessen Entwurf am 12. Juli 1989 vom Bundeskabinett beschlossen wurde. Es soll den rechtlichen Rahmen für die Erforschung, Entwicklung und Nutzung der wissenschaftlichen und technischen Möglichkeiten der Gentechnik schaffen. Ziel ist der Schutz vor möglichen Gefahren gentechnischer Verfahren und Produkte. Unbestreitbar ergeben sich durch die beabsichtigten Auflagen und Verfahrensvorschriften Hemmnisse für Entwicklung und Implementation gentechnischer Fortschritte. Diese werden in Kauf genommen, um den Schutzzweck zu erreichen. Die Bunderegierung war jedoch bestrebt, den Freiraum für Forschung, Entwicklung und Umsetzung so wenig wie möglich einzuengen, damit für Hochschulen und Unternehmen in der Bundesrepublik Deutschland keine Wettbewerbsnachteile entstehen[6].

3.6 Verbote

Die einschneidendste Möglichkeit zur Einflußnahme auf den technischen Fortschritt ist das Verbot (bzw. die Nicht-Zulassung). Auf diese Weise können bestimmte technische Entwicklungen völlig unterbunden und ggf. auch wieder rückgängig gemacht werden.

Beispiel für einen derartigen Eingriff des Staates ist das LVerbot des Einsatzes von Hormonen in der Tiermast. Der Streit um diese Maßnahme kann in mancherlei Hinsicht als exemplarisch für Auseinandersetzungen über die Realisierung technischer Fortschritte in Zukunft gelten[7]. Von einem Teil der Verbraucher wurde ein Verbot befürwortet, weil gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Konsum von auf diese LWeise erzeugtem Fleisch befürchtet wurden. Solche Ängste schlagen sich in Konsumenthaltung nieder. Die Tatsache, daß Gesundheitsbeeinträchtigungen bisher bei korrekter Anwendung wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden konnten, ist zwar dazu angetan, den Absatzrückgang zu mindern, kann ihn jedoch - wie das Beispiel der alternativen Nahrungsmittelmärkte zeigt - nicht vollends ausschließen. Das Problem gesundheitlicher Beeinträchtigungen der Konsumenten bei nicht sachgerechter Anwendung bleibt solange bestehen, wie Anwendungsfehler nicht ausgeschlossen werden können. Für den Kalb- und Rindfleischmarkt war eine zweifache Belastung zu erwarten: Angebotssteigerung wegen höherer technischer Effizienz und Absatzrückgang. Die Ablehnung des Hormoneinsatzes durch den Berufsstand war deshalb verständlich. Insbesondere Landjugendverbände begründeten ihre Forderung nach einem Verbot mit der Befürchtung, der Einstieg in derartige neue Technologien gefährde die überkommene Agrarstruktur und begünstige "Agrarfabriken". Ferner hielten sie es für ethisch fragwürdig, die Organismen der Tiere durch Hormone zu "manipulieren".

6) Siehe hierzu: Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG, et al., 1989.
7) Siehe hierzu: BERNER, R. et al., 1988.

3.7 Beratung und Information

Die Implementation technischer Fortschritte setzt die Information der Anwender über die technischen Möglichkeiten voraus. Daß dies auch als eine staatliche Aufgabe angesehen wird, läßt sich aus der Existenz der in der Bundesrepublik hoch entwickelten Offizialberatung ablesen. Bildung und Beratung fallen weitgehend in den Kompetenzbereich der Länder.

Der Bund wird seiner Aufgabe, die Anwendung agrartechnischer Fortschritte zu begünstigen, u.a. durch die institutionelle Förderung des Auswertungs- und Informationsdienstes für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID) gerecht. Dem AID obliegt es, relevante Kenntnisse zu sammeln, auszuwerten und den betroffenen Wirtschaftskreisen zugänglich zu machen. Ein Schwerpunkt seiner Arbeit besteht in der Aufbereitung und Verbreitung von Forschungsergebnissen, damit diese in die Praxis umgesetzt werden können.

4 Ausblick

In Anbetracht der Versorgungslage und der begrenzten Nachfrage nach Nahrungsgütern in der Europäischen Gemeinschaft werden technische Fortschritte im Agrarbereich weniger auf Wachstum, sondern stärker auf Entwicklung neuer Produkte, Verbesserung der Qualität sowie Verringerung der Kosten abzielen müssen. Aber auch diese Entwicklungen werden tendenziell den strukturellen Anpassungsdruck im Agrarbereich verstärken, weil kapitalintensive und komplizierte Techniken eher in größeren Produktionseinheiten wirtschaftlich eingesetzt werden können. Deshalb wird auch künftig die Behinderung technischer Fortschritte ein begehrtes Mittel zur Verminderung des strukturellen Anpassungsdrucks sein. Ein Vorgehen auf nationaler Ebene wird in den seltensten Fällen sinnvoll und durchsetzbar sein, weil sich dadurch unerträgliche Wettbewerbsverzerrungen innerhalb der Gemeinschaft ergäben. Die Sensibilität solchen Verzerrungen gegenüber wird sich durch die Schaffung des einheitlichen Binnenmarktes eher verstärken. Staatlich-administratives Handeln auf Gemeinschaftsebene setzt die im EG-Vertrag vorgeschriebenen Mehrheiten voraus. Kleine oder allein national operierende gesellschaftliche Gruppen werden es deshalb schwer haben, ihre Vorstellungen durchzusetzen.

Es wird aber auch künftig der Versuch unternommen werden, mit agrarpolitischen Argumenten bestimmte technische Entwicklungen auf Gemeinschaftsebene zu verhindern. Die jüngste Diskussion über die Zulassung von BST deutet darauf hin, daß agrarmarkt- und strukturpolitische Erwägungen an Gewicht gewinnen. So wurde z.B. vorgeschlagen, zu den bisherigen drei Prüfkriterien für die (Tier-) Arzneimittel-Zulassung - Wirksamkeit, Unbedenklichkeit, Qualität - als weitere Mindestbedingung das "Bedürfnis" hinzuzufügen. Inzwischen hat die EG-Kommission für den Bereich Tierarzneimittel und im Entwurf einer Verordnung für die Vermarktung gentechnisch veränderter Tiere und deren Erzeugnisse die Einbeziehung "sozio-ökonomischer Kriterien" gefordert. Sollte sich diese Betrachtungsweise durchsetzen, würde künftig die Zulassung bestimmter technischer Fortschritte davon abhängig gemacht, ob diese mit der aktuellen wirtschaftlichen und politischen Situation harmonieren . Die Entscheidungen wären wissenschaftlich

weniger nachvollziehbar und ihre gerichtliche Überprüfbarkeit erschwert. Je geringer die Rechtssicherheit ist, um so unsicherer werden die langfristigen Planungen der Wirtschaft. Der Einfluß partikularer Interessen auf die Technikentwicklung würde sich zweifelsfrei verstärken. Technische Fortschritte im Agrarbereich mit tiefgreifender Wirkung sind vor allem von der Biotechnologie zu erwarten, die von der Öffentlichkeit sehr kritisch beobachtet wird. Besonders in diesem Technologiebereich, aber auch hinsichtlich anderer technischer Fortschritte könnte es zu parallelen Interessen zwischen landwirtschaftlichem Berufsstand und größeren Teilen der Bevölkerung kommen.

Die Verhaltensweisen staatlicher Institutionen gegenüber technischen Fortschritten werden sich auch künftig im Spannungsfeld öffentlicher Meinung und partikularer Interessen bilden. Da die Medien großen Einfluß auf die öffentliche Meinung haben, werden sie künftig auch eine mehr oder weniger unbeabsichtigte Wirkung auf Entstehen und Anwendung agrartechnischer Fortschritte ausüben, und zwar um so mehr, je sensibler die Öffentlichkeit auf solche technischen Fortschritte anspricht. Da angstverursachende Zusammenhänge einen größeren Aufmerksamkeitswert haben als Berichte über reibungsloses Funktionieren, ist zu erwarten, daß Medien und öffentliche Meinung bestimmte agrartechnische Fortschritte be- oder verhindern werden.

Die Rolle des Staates in der Steuerung technischer Fortschritte wird sich deshalb künftig notwendigerweise verstärken. Die Debatte über "Reformen des Steuerungsinstrumentariums des technischen Wandels wird teilweise mit Vehemenz geführt" (SIMONIS, 1980). Vom Staat wird zukünftig verlangt werden, daß er alle relevanten Wirkungen einer technischen Innovation auf die verschiedenen Dimensionen der individuellen Lebensqualität und die gesamtwirtschatlichen Ziele ermittelt und bewertet, bevor er eine Entscheidung über Genehmigung, über Förderungsmaßnahmen oder die Vorgabe bestimmter Rahmenbedingungen fällt.

Literaturverzeichnis

BERNER, R., GARREIS, R. und GÖTZ, C.: Ökonomische, gesellschaftspolitische und ethische Aspekte des jüngsten "Hormonskandals" vom August 1988. - Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 66 (1989), H. 1, S. 27 ff.

BRADHERING, P. und GOCHT, H.: Forschungsplanung und Forschungskoordination im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. - Schriftenreihe des BML, Reihe A, Münster-Hiltrup 1987.

Bundesminister für Forschung und Technologie (Hrsg): Bundesbericht Forschung 1988. - Bonn 1988, S. 30.

Bureau Européen de Recherches S.A.: Report on the Impact of Biotechnology on Agriculture in the European Community to the year 2005. - Brüssel 1988, Schreibmaschine vervielfältigt.

DETZER, K.A.: Technischer Fortschritt und industrielle Verantwortung. - In: Industrieforschung; Technikfolgenabschätzung, - Hrsg.: BDI, Köln 1989, S. 28.

KÖHNE, M.: Landwirtschaft und Wasserschutz - Strategien und Kompromisse. - Agrarwirtschaft 38 (1989), H. 7, S. 201.

Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG; Booz. Allen und Hamilton sowie IFO-Institut für Wirtschaftsforschung: Biotechnologie - Abbau von Innovationshemmnissen im staatlichen Einflußbereich. - Köln 1989.

PLATE, R.: Agrarmarktpolitik, Band 1: Grundlagen. - München, Basel, Wien 1968, S. 109 ff.

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung: Pressemitteilung vom 8. April 1989.

SEUSTER, H.: Möglichkeiten und Beispiele des organisatorisch-technischen Fortschritts in der Landwirtschaft. - Berichte über Landwirtschaft 66 (1988), H. 4, S. 513 ff.

SIMONIS, U.E.: Ökonomie und Ökologie. Auswege aus einem Konflikt. - In: Leipert/Simonis: Alternativen wirtschaftlicher Entwicklung. Problembereiche, Ziele und Strategien. Karlsruhe 1980, S. 147 ff.

WILLER, H.: Technischer Fortschritt und Landwirtschaft. - Hamburg und Berlin 1967, S. 13 ff.

UHLMANN, L.: Ökonomische Bedeutung veränderter Einstellungen zum technischen Fortschritt. - Hrsg.: IFO-Institut für Wirtschaftsforschung, München 1988.

SELEKTIVE ADAPTION DES TECHNISCHEN FORTSCHRITTS IN DER SCHWEIZERISCHEN LANDWIRTSCHAFT

von

R. DUTTWEILER, Tänikon (Schweiz)

1 Einleitung

Für den "homo oeconomicus" ist technischer Fortschritt ein Mittel zu höherer wirtschaftlicher Effizienz. Wirtschaftlich bessere Lösungen sind zu adaptieren. Orientiert an Preis-/Kostenrelationen zeigt sich dabei in der Tendenz eine Entwicklung der Produktionsprozesse in Richtung grössere Produktionseinheiten und in Richtung konsequenter Einsatz der Agrochemie.

Die wirtschaftliche Überlegenheit großer Betriebe gegenüber kleinen Betrieben wird durch den technischen Fortschritt verstärkt, und die Gewinnvorteile des Chemieeinsatzes sind in der Regel unübersehbar. Zwei Beispiele sollen diese Aussage verdeutlichen:

- Das Potential an Strukturwandlungsdruck, ausgelöst durch technischen Fortschritt, kommt in einer Studie über den Einfluss der Kuhherdengröße auf die Kosten der Milchproduktion zum Ausdruck (DUTTWEILER et al., 1988). Gemäß dieser Studie kann das Kilogramm Milch in Betrieben mit 48 Kühen gegenüber Betrieben mit 12 Kühen (schweizerischer Durchschnittsbestand) um 45 Rappen günstiger produziert werden. Die dargelegte Kostendifferenz ist das Ergebnis eines auf produktionstechnische Grundlagen abgestützten normativen Kostenvergleichs.

- Langjährige Beobachtungen auf dem Versuchsbetrieb der Forschungsanstalt Tänikon zeigen, daß mit einer Pilzbekämpfungsspritzung im Weizenbau der Körnerertrag um ungefähr 15 Prozent gesteigert werden kann. Nach Abzug der variablen Kosten (Präparat und variable Maschinenkosten) resultiert je Hektar für weniger als zwei Stunden Arbeit eine Deckungsbeitragsverbesserung in der Größenordnung von 600 Franken.

Die Beispiele könnten durch weitere Wirtschaftlichkeitsstudien ergänzt werden. Die Aussage bliebe dieselbe. Sie deckt sich in der Tendenz mit Verhältnissen in anderen Industrieländern.

2 Staatliche Eingriffe schränken die Adaption technischen Fortschritts ein

Technisch-ökonomische Bedingungen werden in der Schweiz in besonderem Ausmaß durch Eingriffe des Staates abgeschwächt. Ein umfangreiches Maßnahmenpaket (Beweggründe siehe Abschnitt 3) verhindert oder verzögert die Entwicklung und setzt damit der Adaption technischen Fortschritts Grenzen. Die folgende Aufzählung enthält die restriktivsten Eingriffe. Nämlich:

- Milchkontingentierung (Durchschnittskontingent je Betrieb: 80 000 Kilogramm).

- Gesetzlich limitierte Höchstbestände in der Fleisch- und Eierproduktion. (Höchstbestände je Betrieb u.a. 200 Mastkälber oder 250 Stück großes Mastvieh oder 150 Mutterschweine oder 1 000 Mastschweine oder 12 000 Legehennen oder 12 000 Mastpoulets.)

- Für Betriebe, die die Höchstbestände in der Fleisch- und Eierproduktion nicht erreicht haben: Bewilligungspflicht bei Bauvorhaben ab einer Freigrenze. (Freigrenze je Betrieb u.a. 10 Mastkälberplätze, 10 Plätze großes Mastvieh, 10 Mutterschweineplätze, 60 Mastschweineplätze, 500 Legehennen und 1 000 Mastpoulets.)

- Bekämpfung von Konzentrationstendenzen im Pachtrecht. (Betrieben, die als überdurchschnittlich gute Existenzen gelten - das bedeutet ungefähr 30 Hektar bewirtschaften - kann die Zupacht zusätzlicher Flächen abgesprochen werden.)

- Behinderung der Faktormobilität durch ein generell hohes Einkommensniveau und spezielle Begünstigung kleiner Betriebe. (Über zehn einkommenswirksame Maßnahmen begünstigen Kleinbetriebe. Beispielsweise im Futtergetreidebau beträgt die Anbauprämie für die ersten zwei Hektar 1 500 Franken, zwischen 2 und 10 Hektar 1 400 Franken und ab 10 Hektar 1 100 Franken.)

In Vorbereitung mit guten Erfolgsaussichten sind:

- Bekämpfung der bodenunabhängigen Tierproduktion in der Gewässerschutz-Gesetzgebung. (Je drei Dünger-Großvieheinheiten muß für den Hofdünger ein Hektar eigenes, gepachtetes oder vertraglich abgesichertes Land zur Verfügung stehen, wobei die durch Gülleabnahme-Verträge gesicherte Fläche höchstens so groß wie die eigene und gepachtete Fläche sein darf.)

- Ausbau der Direktzahlungen gekoppelt mit ökologisch begründeten Bewirtschaftungsauflagen. (In Diskussion steht u.a. ein Verbot von Halmverkürzern im Getreidebau.)

- Förderung (teilweise Ausbau der Förderung) umweltschonender Bewirtschaftungssysteme (biologischer Landbau, integrierte Produktion).

3 Beweggründe

Die Leitlinie für die Agrarpolitik findet man im "Sechsten Landwirtschaftsbericht" (Schweizerischer Bundesrat, 1984). In diesem Bericht werden folgende Oberziele genannt:

- Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigen und gesunden Nahrungsmitteln zu günstigen Preisen;

- Vorsorge für Zeiten gestörter Zufuhren und Erhaltung der Produktionsbereitschaft;

- Schutz und Pflege der Kulturlandschaft, Beitrag zum Schutz von Umwelt, Pflanzen und Tieren;

- Erhaltung einer bäuerlich strukturierten Landwirtschaft und Beitrag zur dezentralisierten Besiedlung unseres Landes.

Die Oberziele sind in der Öffentlichkeit weitgehend unbestritten. sie begründen ein Stück weit die Eingriffe. Aber trotz einem weit verbreiteten Grundkonsens in den Zielen ist die Öffentlichkeit mit den Ergebnissen der Agrarpolitik nicht zufrieden und verlangt immer massivere Maßnahmen. Eine Kleinbauerninitiative ist im Juni 1989 mit Ja-Mehrheiten in den großen Städten vom Volk nur knapp verworfen worden. Weitere Initiativen sind in Vorbereitung.

Unbehagen verursachen dabei nicht so sehr die hohen Agrarschutzkosten. Vielmehr werden einige Erscheinungen der heutigen Landwirtschaft nicht mehr verstanden. Drei Punkte, die zusammenhängen und mit Adaption technischen Fortschritts in Verbindung zu bringen sind, lösen Kritik aus.
Nämlich:

- Hohe Umweltbelastung durch die Landwirtschaft.
- Produktionsüberschüsse.
- Permanenter Strukturwandlungsdruck bzw. Einkommensverteilungsprobleme.

Diese Ärgernisse abbauen, falls erforderlich auch unter Einschränkung des technischen Fortschritts, hat einen hohen politischen Stellenwert.

4 Ökonomische Theorie und fortschrittbegrenzende Eingriffe

Die oben beschriebenen Eingriffe sind politische Lösungen. Dabei hat der Ausgleich von Interessenkonflikten einen höheren Stellenwert als Empfehlungen, die sich allein an der ökonomischen Theorie orientieren. Als Agrarwirtschafter bewegt man sich in einem anderen Feld mit anderen Spielregeln. Eine Analyse muß sich nicht primär am politisch Machbaren orientieren.

4.1 Agrarschutzkosten, Faktorallokation und Einkommensverteilung

Es ist evident, daß teilweiser Verzicht auf technischen Fortschritt die Produktion verteuert. Mit jeder einschränkenden Maßnahme vergrößert sich die Kostendifferenz im Vergleich zum Ausland. Dazu kommen die ohnehin vorhandenen naturbedingten Standortnachteile. Der eingeschlagene Weg ist möglich, weil der Sektor Landwirtschaft innerhalb der Volkswirtschaft eine untergeordnete Bedeutung aufweist.

Neben höheren Agrarschutzkosten führen Eingriffe in die Marktwirtschaft zu Faktorallokations- und Einkommensverteilungsproblemen. Milchkontingente zuteilen, Tier-

bestandeslimiten festlegen, größeren Betrieben die Pacht zusätzlicher Flächen verweigern und viele andere Eingriffe haben mit Steuerung durch den Markt wenig zu tun. Nach welchen Prinzipien soll die Zuteilung erfolgen und wie ist die Einkommensbildung zu beeinflussen? Administrative Lösungen müssen Marktspielregeln ersetzen.

Die Achillesferse unseres Konzepts liegt in der ziemlich ausgebauten administrativen Steuerung.

4.2 Umweltbelastung, Produktionsüberschüsse und Strukturwandel

Technischer Fortschritt hat zu nachweisbaren Schäden und erhöhten Umweltrisiken geführt (vgl. DIERCKS, 1983). Agrochemie, Flurbereinigungen, konzentrierte Tierbestände und andere Elemente des Fortschritts verbessern nicht nur die Produktivität - sie belasten auch die Umwelt zusätzlich. Gewässerverschmutzung mitverursacht durch die Landwirtschaft oder Rückgang der Artenvielfalt sind Fakten, die sich die aller gebotenen Relativierung nicht vom Tische wischen lassen. Daß in diesem Punkt die Kritik der Bevölkerung einsetzt und eine Umorientierung verlangt, ist verständlich. Die Problemstellung deckt sich mit Fragestellungen der Umweltökonomie (vgl. z.B. FREY, 1985, oder SIEBERT, 1987).

Adaption technischen Fortschritts orientiert an Preis-/Kostenrelationen ist eine enge Sicht. Aber gerade diese enge Sicht grenzt in der Regel den entscheidungsrelevanten Bereich ab. Externe Effekte werden auf der Seite gelassen. Daß diese Sicht zu oben erwähnten Problemen führt, liegt auf der Hand. Agrochemie, um ein Beispiel zu nennen, würde einen anderen Stellenwert erhalten, wenn negative externe Effekte abgegolten werden müßten.

Fortschritt, der ohne Internalisierung der Kosten adaptiert wird, ist in Frage zustellen. Negative externe Effekte können nicht ohne Folgen vernachlässigt werden. Es braucht Eingriffe. Beispielsweise durch die Verhinderung konzentrierter Tierbestände wird infolge geringerer Gewässer- und Luftverschmutzung der öffentliche Nutzen verbessert. Den Tierbestand der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche anzupassen, ist eine Norm, die aus dieser Perspektive einen Sinn hat.

Es liegt in der Natur der Problemstellung, daß sich die erforderlichen Einschränkungen nicht exakt abgrenzen lassen. Umweltzerstörung ist ein schleichender Prozeß. Viele Produktionsverfahren liegen in einer Grauzone zwischen sicher schädlich und sicher unbedenklich. Entscheide für oder gegen ein Produktionsverfahren sind mit viel Unsicherheit behaftet. Je vorsichtiger vorgegangen werden soll, umso restriktiver müssen die Eingriffe sein.

Die Öffentlichkeit will fragwürdigen technischen Fortschritt begrenzen, weil die Umwelt und andere öffentliche Güter damit zu sehr belastet werden. Als positive Begleiterscheinung sollen Produktionsüberschüsse abnehmen. Mit einer Kombination von Geboten, Verboten und Abgaben der Absicht gerecht werden, müßte möglich sein. Es ist

beispielsweise denkbar, so viele Hecken anzupflanzen und so viele Fettwiesen in Magerwiesen umzuwandeln, bis die Produktionsmenge mit der Nachfrage übereinstimmt. Diese Strategie läuft darauf hinaus, die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen so zu setzen, daß der Boden extensiver bewirtschaftet wird. Der gedankliche Ansatz deckt sich weitgehend mit einer Umschreibung von WEINSCHENCK (1988): "Kurz, wer um Landschaftsqualität besorgt ist, wird der Ansicht sein, man könne Überschußprobleme lösen, indem man umweltfreundlicher und tierfreundlicher produziert. Technische Veränderungen sollten nach dieser Auffassung vor allem auf die Entwicklung von landschafts- und tierschonenden Verfahren gerichtet sein." Daß Übernutzung der Landschaft auch eine Folge von zuviel Agrarprotektionismus sein kann (siehe SCHRADER, 1988), wird in der schweizerischen Öffentlichkeit kaum in Erwägung gezogen. Die Diskussionen drehen sich nicht um weniger, sondern um qualitativ besseren Agrarschutz.

Durch extensivere Produktion die Umweltbelastung abbauen, läßt sich gedanklich nachvollziehen. Die Schwierigkeiten werden jedoch unüberwindbar, wenn auch noch die Strukturerhaltungs-Forderung gestellt wird. Ohne strukturelle Anpassungen die Produktion neu orientieren, ist ein Widerspruch. Hier liegt ein unbewältigter Konflikt vor. Einige Eingriffe sind nur verständlich, wenn man von der breiten, politisch begründeten Zielsetzung ausgeht.

5 Schlußbetrachtung

Insgesamt kann man den eingeschlagenen Weg als Sonderfall Schweiz bezeichnen. Die Eingriffe ins Marktgeschehen gehen weiter als anderswo. Daß die Eingriffe Wirkung zeigen, läßt sich anhand verschiedener Indikatoren feststellen. Beispielsweise mit einen Rückgang der Anzahl Betriebe (1975 bis 1985) von jährlich einem Prozent oder mit ungefähr 70 Kilogramm Reinstickstoff Handelsdünger je Hektar (Schweizerisches Bauernsekretariat, 1988) liegen Werte vor, die von den Werten anderer Industrieländer deutlich abweichen.

In den Markt eingegriffen wird, weil die Bevölkerung einen Teil der Konsequenzen des technischen Fortschritts nicht hinnehmen will. Wachsender Druck gegen negative Erscheinungen der heutigen Landwirtschaft ist aber auch in anderen Länder zu beobachten. Die Thematik muß den Agrarwirtschafter beschäftigen. Zudem wird die Aufgabe, der Bevölkerung wirtschaftliche Sachverhalte zu erklären, immer wichtiger.

Literaturverzeichnis

DIERCKS, Rolf: Alternativen im Landbau. - Stuttgart 1983.

DUTTWEILER, Rudolf et al.: Der Einfluss der Kuhherdengröße auf die Kosten der Milchproduktion. - Landwirtschaft Schweiz, Heft 4, 1988.

FREY, Bruno S.: Umweltökonomie. - Göttingen 1985.

SCHRADER, Jörg-Volker: Abgrenzung, Bewertung, Internalisierung externer Effekte der Landbewirtschaftung. - Vortragsmanuskript, 29. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwisschenschaften des Landbaues, e.V., Kiel 1988.

Schweizerisches Bauernsekretariat: Statistische Erhebungen und Schätzungen 1988. Eigenverlag Brugg, 1988.

Schweizerischer Bundesrat: Sechster Landwirtschaftsbericht. - Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1984.

SIEBERT, Horst: Economics of the Environment. - Berlin/Heidelberg 1987.

WEINSCHENCK, Günther: Mehr ökonomische Allokationseffizienz oder landschafts- und tiergerechter? - Agrarwirtschaft, Heft 10, 1988.

ÖKOSOZIALE AGRARPOLITIK ALS STEUERUNGSINSTRUMENT FÜR DEN TECHNISCH-BIOLOGISCHEN FORTSCHRITT IN DER LANDWIRTSCHAFT

von

G. POSCHACHER, Wien

Überhaupt hat der Fortschritt das an sich, daß er viel größer aussieht als er wirklich ist.
Johann Nestroy

Fortschritt bedeutet, daß wir immer mehr wissen und immer weniger davon haben.
Josef Meinrad

1 Einleitung

Die Entwicklung der Agrarpolitik und Landwirtschaft in Österreich kann nach dem 2. Weltkrieg in eine produktionsfördernde Phase (1945 - 1951), produktionslenkende und absatzsichernde Phase (1952 - 1961), marktwirtschaftlich qualitätsorientierte (1962 - 1967), in die strukturpolitische Phase (1968 - 1970) sowie in die Epoche der Neuorientierung der Agrar- und Förderungspolitik nach 1970 gegliedert werden, wobei ab 1980 der Übergang in einen integral-ökologischen Abschnitt der österreichischen Landwirtschaftspolitik nachweisbar ist (POSCHACHER, 1984). Meilenstein dieser Entwicklung waren die Schaffung des Marktordnungssystems im Jahre 1958 für Getreide, Milch sowie Vieh und Fleisch, das Landwirtschaftsgesetz 1960, das Weingesetz 1961, das Siedlungsgrundsatzgesetz 1967, das Qualitätsklassengesetz 1969, das Viehwirtschaftsgesetz 1976 sowie die Verwirklichung des Bergbauernsonderprogramms 1972 bzw. der Grenzlandförderung 1974. Die produktionslenkenden, qualitätsfördernden und absatzsichernden gesetzlichen Grundlagen fanden in den 80er Jahren ihre Ergänzung durch ein Düngemittel- und Chemikaliengesetz sowie durch die Schaffung von Grundlagen für ein Bodenschutzkonzept.

2 Auswirkungen des bio-technischen Fortschritts

Biologisch-technisch sowie organisatorisch-mechanische Fortschritt der vielfältigsten Art haben in den letzten Jahrzehnten das Bild der europäischen Landwirtschaft grundlegend verändert. Weltweit gesehen wurde die Agrarproduktion - gemessen an Kalorien und Eiweiß - von 1940 bis 1980 etwa verdoppelt, wenn die für das Jahr 2000 prognostizierten 6,2 Milliarden Menschen ausreichend ernährt werden sollen, muß noch etwa derselbe Zuwachs in zwei Jahrzehnten erreicht werden. Dies ist eine gewaltige Aufgabe, doch erscheint es im Hinblick auf die vielfältigen Möglichkeiten, welche die Nutzung der Bio- und Gentechnologie ermöglichen, realistisch zu sein (REISCH, 1984).

Der Begriff "technischer Fortschritt" ist allerdings durch einen vieldeutigen und wenig exakten Sprachgebrauch belastet. Dieser Tatbestand ist einmal auf das komplexe Phäno-

men des technischen Fortschritts zurückzuführen und zum anderen durch seine dominierende Stellung im wirtschaftlichen Wachstumsprozeß (WILLER, 1968).

Die Neuorientierung der Agrarpolitik ist weit über den Landwirtschaftsbereich hinaus von großer und internationaler Bedeutung. Ihr kommt auch eine Schlüsselstellung für die Umgestaltung der Wirtschafts- und Sozialpolitik zu, also eine Schlüsselstellung auf dem Weg in das nächste Jahrtausend. Vordringlich ist: Ökonomie und Ökologie zu versöhnen, natürliche Lebensgrundlagen zu erhalten, nachwachsende Rohstoffe sinnvoll zu nutzen. Im Dreischritt Ethik-, Ordnungs- und Technologiepolitik werden daher die Wege zu einem die Lebensgrundlagen und Freiheitsrechte erhaltenden Zivilisationsstil einzuschlagen sein. Darauf haben sich sowohl die sieben Regierungschefs der bedeutendsten Industriestaaten auf ihrem letzten Weltwirtschaftsgipfel 1989 in Paris geeinigt, als auch die Konferenz der OECD, die im Mai 1987 ein grundlegendes Dokument zur Neugestaltung der Agrarpolitik verabschiedete.

Im Allgemeinen Zoll- und Handelsabkommen (GATT) haben sich die vertragsschließenden Parteien zu einer liberalen Handelspolitik verpflichtet. Handelshemmnisse sollen abgebaut werden und die Erhebung von Zöllen eingeschränkt bleiben. GATT und OECD müssen sich aber bewußt sein, daß die soziale Aufgabe der Landwirtschaft nur erfüllt werden kann, wenn die inländische Produktion zumindest auf den Inlandsmärkten zu Preisen abgesetzt werden kann, bei denen die sich daraus ergebenden Einkommen oberhalb der Armutsgrenze liegen (WEINSCHENK, 1989).

3 Grundsätze der ökosozialen Agrarpolitik

Das bisherige Agrarsystem in Österreich gewährleistet zwar die regelmäßige und kontinuierliche Versorgung mit Lebensmitteln in ausreichender Quantität und Qualität, es ist aber nicht mehr in der Lage, die Überschüsse in den klassischen Produktionssparten wirksam zu senken, die öffentlichen Haushalte von den Verwertungskosten zu entlasten und zugleich die bäuerlichen Einkommen zu sichern (RIEGLER, 1989). Steuerzahler und Bauern werden in steigendem Ausmaß mit den Kosten der Überschußverwertung belastet.

3.1 Die Produktionsentwicklung

Wie vordringlich eine Neuorientierung der agrarischen Produktionspolitik in Österreich ist, wird durch den Produktionsfortschritt in der Landwirtschaft der letzten 30 Jahre eindrucksvoll aufgezeigt.

- Die Zahl der Erwerbstätigen in der Land- und Forstwirtschaft hat sich von 750 300 (1959) auf 235 100 (1988) vermindert, die Agrarquote sank von 23,7 auf 7,2 %.

- Obwohl das Ackerland in diesem Zeitraum flächenmäßig um fast 13 % auf 1,44 Mill. ha zurückging, die Wiesenflächen um 7 % auf 960 812 ha abnahmen und die landwirt–

schaftliche Nutzfläche insgesamt um 12,4 % auf 3,55 Mill. ha reduziert wurde, hat sich die gesamte Ertragsleistung stark erhöht.

- Von 1959 bis 1988 stieg zum Beispiel die Milcherzeugung um fast 21 % auf 3,35 Mill. t; die Milchlieferleistung in die Molkereien nahm um 53 % auf 2,22 Mill. t zu. Die Rinderproduktion erhöhte sich in diesem Zeitraum um fast 62 % auf 683 500 St., die Schweineerzeugung um 80,5 % auf 5,20 Mill. St.

- Die Getreideernte stieg um 112,4 % auf 3,66 Mill. t. Seit einigen Jahren müssen die Erträge von etwa 200 000 ha Getreide in den Export gebracht werden. 1988 waren zur Aufrechterhaltung des Brotgetreidemarktes 3,4 Mrd. Schilling Marktordnungsausgaben notwendig.

- Die Gesamtkosten des Marktordnungssystems, das in Österreich derzeit in heftiger Kritik steht, expandierten innerhalb von 10 Jahren um mehr als das Doppelte, nämlich von rd. 4 Mrd. Schilling (1979) auf fast 8,8 Mrd. Schilling 1988.

3.2 Konkrete Reformvorhaben der ökosozialen Agrarpolitik

A. Korrektur der Produktionsstruktur

Eine neue Agrarstrategie für die Ackerfläche war in Österreich dringend notwendig. Die langfristige Absicherung von Alternativproduktionen erforderte ihre Wettbewerbsverbesserung gegenüber Getreide und Mais. Mit der Förderung von Ökologieflächen und dem Anbau von Ölsaaten sowie Eiweißpflanzen wurde ein wichtiger Schritt zur notwendigen Produktionsstellung getan. Die im ökosozialen Agrarkonzept vorgesehene Ausweitung der Anbauflächen von Alternativkulturen mit dem Ziel, die Inlandsversorgung mit pflanzlichen Fetten und Ölen zu verbessern (Selbstversorgungsgrad 1978/79: 3 %, 1987/88: 30 %) sowie den Getreidemarkt zu entlasten, konnte teilweise erreicht werden. 1988 wurden 111 460 ha Alternativen angebaut.

Außerdem wird in Österreich versucht, die Erzeugung von "Rapsdiesel" für die bäuerliche Eigenversorgung und für den Treibstoffmarkt zu forcieren sowie den zielstrebigen Ausbau von Energieholzanlagen und deren wirtschaftlichen Verwertung durch Hackschnitzelheizungen zu intensivieren.

B. Marktordnung verbessert

Das Marktordnungssystem für Milch, Getreide, Vieh und Fleisch steht in Österreich in öffentlicher und widersprüchlicher Diskussion. Die Liberalisierung der Marktordnung erfolgte vor allem auch im Hinblick auf den angestrebten Beitritt zum EG-Binnenmarkt. Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit bei gleichzeitiger Erhaltung der Preis- und Absatzsicherheit für die Erzeuger von Milch und Getreide, die Entbürokratisierung sowie notwendige Strukturverbesserungen und mehr Beweglichkeit im Richtmengensystem waren die Grundüberlegungen der Marktordnungs-Gesetznovelle 1988.

Die ökosoziale Komponente dieser Maßnahme kommt in der Durchführung einer freiwilligen Lieferrücknahmeaktion (31 000, Lieferanten entlasteten den Milchmarkt um 78 000 t), mehr Marktorientierung sowie durch die Abgabe auf Düngemittel (Bodenschutzabgabe) zum Ausdruck[1].

Die ökosoziale Agrarpolitik hat sich in den letzten Jahren auch der Problematik der (industriellen) Massentierhaltung angenommen. In Österreich dominiert die bäuerliche Tierhaltung in Klein- und Mittelbetrieben.

Es besteht ein Verbot der Verwendung von Hormonen nach dem Lebensmittel- und Futtermittelgesetz, wobei im Rahmen der Fleischuntersuchung streng kontrolliert wird. Bei jeder Schlachtung von Kälbern ab einem Umfang von 10 Stück pro Verkaufsbetrieb werden in Österreich Rückstandsuntersuchungen vorgenommen, so daß ein Hormoneinsatz praktisch unmöglich gemacht wird[2].

Als flankierende Maßnahme zur Milchmarktordnung führt das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft seit 1. Januar 1979 eine Aktion zur Förderung der Mutterkuhhaltung durch (1988: 4 500 Betriebe etwa 30 000 Mutterkühe). Systemänderungen sind aber unvermeidbar. Von "freien Bauern" in Österreich (STEGER, 1988) ist kaum noch etwas übrig.

C. Neukonzeption der Agrarförderung

Die Verbesserung der landwirtschaftlichen Einkommen, die Notwendigkeit, öffentliche Gelder effizient einzusetzen und die Wettbewerbsfähigkeit der bäuerlichen Betriebe zu stärken, erfordern eine ständige Anpassung des landwirtschaftlichen Förderungskonzeptes. Die Förderungspolitik des Bundes soll außerdem weitgehend im Einklang mit den Marktbedingungen und der Umwelt stehen sowie eine sinnvolle Extensivierung landwirtschaftlicher Flächen erleichtern. Derzeit wird das einzel- und überbetriebliche Förderungskonzept des Bundes auch unter Einbeziehung von Meinungen und Kritikpunkten betroffener bäuerlicher Familien mittels Umfrage eingehenden Beratungen unterzogen.

Auf der Grundlage des neuen Landwirtschaftsgesetzes 1988, das starke ökosoziale Signale setzt und verbindlich den Schutz von Boden, Wasser und Luft normiert sowie erstmals auch eine Verankerung von Direktzahlungen an Betriebe in benachteiligten Regionen enthält, sieht der Grüne Plan für das Jahr 1990 ein koordiniertes, wirksames und problembezogenes Förderungsprogramm für die Bergbauern- und Grenzlandregionen vor, Schwerpunkte sind auch die Förderung von Innovationen und der Qualitätsproduktion.

---

1) Die Bodenschutzabgabe beträgt: Stickstoff (N) 5 S/100 kg Reinnährstoff; Phosphor (P_2O_5) 3 S/100 kg; Kali (K_2O) 1.50 S/100 kg.

2) Nach dem derzeit geltenden Viehwirtschaftsgesetz 1983 (zuletzt geändert durch BGBl. Nr. 332/1988) benötigen die Inhaber von Betrieben, in denen mehr als 100 Mastrinder oder 30 Kühe (ab 1988 50 Stück bei Betrieben ohne Einzelrichtmenge) oder 400 Mastschweine oder 50 Zuchtsauen oder 130 Mastkälber oder 22 000 Masthühner oder 10 000 Legehennen oder 22 000 Junghennen oder 8 000 Truthähne gehalten werden, eine Bewilligung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft.

Die Schwerpunkte der agrarökonomischen Forschung umfassen derzeit Projekte zur möglichst objektiven und konsensfähigen Quantifizierung nicht marktmäßig abgegoltener Leistungen der Land- und Forstwirtschaft, um in Zukunft die Möglichkeit zu haben, der Landwirtschaft die Erhaltung der Kultur- und Erholungsregionen abzugelten, ohne dabei auch negative externe Leistungen der Agrarwirtschaft unberücksichtigt zu lassen[3].

D. Legistische Maßnahmen

Das Bundesverfassungsgesetz (BGBl. Nr. 491/1984) hat den umfassenden Umweltschutz als Staatsziel festgesetzt und Bund, Länder und Gemeinden einbezogen.

Die von den Ländern wahrgenommene Zuständigkeit für den Schutz des Bodens vor schädigenden Stoffen hat sich in Klärschlammgesetzen und Bodenschutzgesetzen manifestiert. Regelungen auf dem Gebiete der Klärschlammausbringung sind bisher in Vorarlberg, Niederösterreich, Steiermark, Kärnten und Oberösterreich ergangen. In anderen Bundesländern stehen derartige Gesetze und Verordnungen in Ausarbeitung. Zu erwähnen ist auch das Chemiekaliengesetz, mit dem ein modernes Instrument hinsichtlich der Verwendung von Giften in der Landwirtschaft geschaffen wurde.

Im Rahmen des umfassenden Bodenschutzkonzeptes des Bundes wurde 1985 ein Düngemittelgesetz erlassen und im Landwirtschaftsgesetz 1988 die ökosoziale Agrarpolitik in den Zielkatalog (§ 1) aufgenommen. Der Entwurf eines modernen Pflanzenschutzmittelgesetzes nur mehr mit befristeten Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln wird in absehbarer Zeit dem Parlament zur Behandlung zugeleitet.

4 Ausblick

Genau 96 % der Bevölkerung halten eine eigenständige österreichische Landwirtschaft für sehr wichtig. Bei einem Zusammenbruch der österreichischen Landwirtschaft befürchten

- 75 % der Bevölkerung eine starke Verteuerung der Lebensmittel;
- 62 % eine unsichere Versorgung mit Lebensmitteln und
- 57 % eine Verschärfung der Arbeitslosigkeit.

Die Österreicher wissen somit um die wichtigsten direkten und indirekten Leistungen der Land- und Forstwirtschaft Bescheid.

Zur Steuerung des technisch-biologischen Fortschritts in der Landwirtschaft wird das ökosoziale Agrarkonzept international zur Diskussion gestellt und zusammenfassend folgendes hervorgehoben:

3) Im Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (1985), S. 368 heißt es: "Die Vergütung externer Leistungen der Landwirtschaft kann somit eine effiziente Allokation fördern, weil mit ihrer Hilfe private und soziale (Kosten) Erträge bei den Wirtschaftssubjekten berücksichtigt werden."

- Mit der Einführung der Kontraktaktion im Getreidebau sowie der Richtmengenregelung bei Milch wurden Adaptionen am autonomen bio-technischen Fortschritt vorgenommen.

- Die Bestandsgrenzen für die tierische Erzeugung sowie die Bodenschutzabgabe setzen eindeutige Signale in Richtung bäuerlicher Landwirtschaft und eines maßvollen Düngemitteleinsatzes.

- Die Modernisierung wichtiger Betriebsmittelgesetze verfolgt das Ziel, Dünge- und Pflanzenschutzmittel sachgerecht, ökonomisch sinnvoll und für den Konsum von Ernährungsgütern bedenkenlos anwenden zu können.

- Die Förderung des biologischen Landbaus, der Direktvermarktung sowie der Qualitätsverbesserung von Agrarprodukten soll Naturverbundenheit und bäuerlichen Produktionsmethoden noch stärker zum Durchbruch verhelfen; eine Abgrenzung zu Massenerzeugnissen aus industrieller Landwirtschaft wird angestrebt.

- Alternativen in der Tier- und Pflanzenproduktion vermindern Überschüsse, lockern die starren Fruchtfolgen auf und füllen Marktnischen.

- Forschungsschwerpunkte zur Quantifizierung nicht marktmäßig abgegoltener Leistungen der Land- und Forstwirtschaft unterstützen die Neuorientierung der Agrar- und Förderungspolitik.

- Die Bergbauernpolitik mit Direktzahlungen (1988: 498 Mill. Schilling für 54 461 Betriebe) sowie Förderungsmaßnahmen in benachteiligten Regionen (1988: 102 Mill. Schilling Investitionszuschüsse, 678,3 Mill. Schilling zinsverbilligte Kredite) leisten einen wichtigen Beitrag für eine flächendeckende Landbewirtschaftung (Grüner Bericht 1988).

Die Grundpfeiler der ökosozialen Agrarpolitik als Vorreiter des Umdenkens sind daher:

Der bäuerliche Betrieb ist die Basis,
Qualität ist Trumpf,
Wissen ist der Schlüssel,
der Markt entscheidet,
mit der Natur überleben.

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Grüner Bericht 1988. - Wien 1989.

POSCHACHER, G.: Entwicklung und Zukunftsaspekte der österr. Agrarförderung. - Dissertation, Wien 1984.

REISCH, E.: Entwicklungstendenzen des biologischen Fortschritts und seine Auswirkungen auf die Agrarwirtschaft der Industrie- und Entwicklungsländer. - Agrartagung 1984, Sonderausgabe der Zeitschrift Förderungsdienst, Wien 1984.

RIEGLER, J.: Wege und Perspektiven der österr. Landwirtschaft für die Neunziger Jahre. - Chance Landwirtschaft, Wien 1988.

STEGER, G. (Hrsg.): Grünbuch - Krise und Perspektiven der österreichischen Landwirtschaft. - Wien 1988.

WEINSCHENCK, G.: Kritische Bemerkungen zum freien Welthandel mit Agrarprodukten. - Agrarwirtschaft 38 (1989), H. 8.

WILLER, H.: Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft. - Hamburg/Berlin 1967.

PODIUMSDISKUSSION

Notwendigkeiten und Möglichkeiten der Steuerung des technischen Fortschritts

TEILNEHMER

Dr. H. SCHOLZ, Ministerialdirektor im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn.

Dr. R. SCHNIEDERS, Generalsekretär des Deutschen Bauernverbandes e.V., Bonn.

Dipl.-Ing. agr. G. STUMPENHAUSEN, Direktor der Landwirtschaftskammer Hannover.

Frau Dipl.-Ing. agr. Monika HARTMANN, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt.

Dr. H. Scharpf, Landesverband Niedersachsen im Bund für Umwelt und Naturschutz e.V., Hannover.

Leitung: Prof. Dr. M. KÖHNE, Göttingen.

Kurzreferat von H. SCHOLZ, Bonn

Vorbemerkung:
Technischer Fortschritt und Ethik-Standortbestimmung (siehe Übersicht 1).

1. Welche aktuellen technischen Entwicklungen im Agrarbereich beurteilen Sie zur Zeit besonders positiv, negativ und warum?

p o s i t i v:
Das Bemühen, den Integrierten Pflanzenbau zu verwirklichen (siehe Übersicht 2).
Die Bemühungen, integrierte tierische Produktion zu verwirklichen (siehe Vortrag von Prof. SCHÖN am 4. Oktober 1989, Seite 7-10).

n e g a t i v:
- Derzeitige Gülletechnik in Regionen mit sehr starker Viehhaltung,
- Erosionsschäden durch falsche Anbautechnik,
- zum Teil mangelndes Wissen über richtige Produktionstechnik.

2. Was muß nach Ihrer Ansicht getan werden, um erwünschte technische Entwicklungen zu fördern, weniger erwünschte zu dämpfen?

- Förderung der Agrarforschung für umweltschonende Produktionsverfahren (Integrierter Pflanzenbau, Integrierte tierische Produktion),

- Förderung der Ausbildung, der Weiterbildung und der Beratung,

- Beschränkung bei den Rechtsvorschriften auf das notwendige Maß.

3. Welche spezifischen Aufgaben sehen Sie im Rahmen der beiden genannten Fragenkomplexe für die Agrarforschung?

- Entwicklung umweltschonender Produktionsverfahren,

- Wissenschaftliche Bewertung von chemischen Analyseergebnissen, zum Beispiel Pflanzenschutzmittel im Grundwasser,
= aus gesundheitlicher Sicht,
= aus der Sicht umweltschonender Agrarproduktion.

Veröffentlichung dieser Ergebnisse in kurzer und allgemeinverständlicher Form.

Übersicht 1:

Technischer Fortschritt und Ethik

Es ist leichter, über technischen Fortschritt ohne Mißverständnisse zu sprechen, wenn man am Anfang der Diskussion seinen persönlichen ethischen Standort erläutert.

In Anlehnung an Ziche[1)] möchte ich drei unterschiedliche ethische Hauptströmungen bei der Beurteilung technischer Fortschritte nennen:

1. Der Mensch steht im Zentrum der Betrachtung.
   Bewertung technischer Fortschritte nach dem Nutzen für den Menschen.

2. Die "Natur" steht im Zentrum der Betrachtung.
   Bewertung technischer Fortschritte nach dem Nutzen für die "Natur". Der Mensch hat sich der "Natur" unterzuordnen. Moderner agrartechnischer Fortschritt wird abgelehnt, weil er gegen die "Natur" ist.

3. Der Mensch hat Verantwortung für die "Natur".
   Technische Fortschritte sind erforderlich, aber sie müssen umweltschonend wirken.

   Ziel: qualitatives Wachstum - Leistungen und Produkte eines Systems verbessern und gleichzeitig den Einsatz an Energie, Rohstoffen und Betriebsmitteln je Leistungs- und Produktionseinheit verringern.

Mein Standort: ethischer Hauptstrom 3.

1) J. Ziche: Hauptströmungen zur ethischen Bewertung technischer Fortschritte in der Landwirtschaft; Vortrag Tagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues am 4. - 6. Oktober 1989 in Braunschweig-Völkenrode

Übersicht 2:

Biologisches System Pflanzenbau / Integrierter Pflanzenbau

Biologisches System Pflanzenbau

Konkurrenz
der Kulturpflanzen und
der Schadorganismen
um
Licht, Wasser, Nährstoffe, Standort

Maßnahmen Integrierter Pflanzenbau:

- Resistente Pflanzensorten mit hoher Auswertung der angebotenen Nährstoffe standortgerecht anbauen,
- optimale Bodenbearbeitung (und Glück mit dem Wetter) / Humusversorgung,
- vielseitige Fruchtfolgen,
- Aussaat- und Anbauverfahren am Standort optimieren, systematische Bestandskontrollen,
- bedarfsgerechte Pflanzenernährung / Bodenuntersuchungen / Nährstoffbilanz,
- chemischen Pflanzenschutz im Agro-Ökosystem optimieren / enge Zusammenarbeit mit Pflanzenschutzdienst / Biologie der Schädlinge genau kennen / Schadensschwellenprinzip verwirklichen / gezielte Anwendungstechnik / Warndienst beachten / selektive, schnell abbaubare Mittel einsetzen / mechanische Unkrautbekämpfung, wenn möglich / Zucht und Einbürgerung von Nutzinsekten
- Ausbau der Agrarforschung, Ausbildung, Weiterbildung, Beratung
- Rechtsvorschriften

Kurzreferat von R. SCHNIEDERS, Bonn

Ich möchte mit den Beurteilungsmaßstäben für den technischen Fortschritt anfangen:

1. Fortschritt ist für mich nicht alles Neue, Fortschritt ist für mich nicht einfach, wenn mit weniger Aufwand mehr Güter erzeugt, schneller ein Ortswechsel vorgenommen werden kann und daß das Leben bequemer wird. Fortschritt ist das, was dem Menschen dient. Und dabei gehe ich von einem christlichen Menschenbild aus.

Auf die Landwirtschaft übertragen heißt das:
Ziel muß es sein, den Menschen zu ermöglichen, in ihrer Heimat eine zufriedenstellende Existenz zu finden, möglichst viel selbständige Betriebe zu erhalten. Ich sehe meine Aufgabe darin, innerhalb unserer Gesellschaftsordnung mich dafür einzusetzen.

Unter diesem Aspekt muß auch die Beurteilung von Wohlfahrtsverlusten gesehen werden. Auch die Verteilungskomponente gehört darum zur Bewertung des Fortschritts.

Es ist zu prüfen, was richten wir mit dem technischen Fortschritt an?

Einerseits wird effektiver mit weniger Aufwand produziert. Andererseits wachsen die Umweltbelastungen. Vielfach wird erst 20 Jahre später deutlich, was der Umwelt an Belastungen zugemutet wurde. Ein gewisses Unbehagen überkommt jeden Nachdenklichen über die heutigen technischen Möglichkeiten.

2. Notwendigkeiten für die Steuerung können sich im Einzelnen ergeben:

2.1 Teilhaben aller Menschen an dem Einkommens- und Wohlstandszuwachs, ohne ihnen die Bereitschaft, ihr Schicksal selbst zu steuern, zu nehmen. Dazu ist ein Korrektiv nötig, da das wirtschaftliche Machtstreben Einzelner der Teilnahme aller am Wohlstandszuwachs entgegenstehen kann. Wenn die Gewerkschaften mit Hilfe ihrer starken monopolartigen Stellung eine 35-Stunden-Woche bei vollem Lohnausgleich durchsetzen, ist es auf die Dauer politisch nicht tragbar, daß die landwirtschaftliche Bevölkerungsgruppe nach Einkommen und Wohlstandszuwachs weit von den Entwicklungen in anderen Bevölkerungskreisen abgekoppelt bleibt (Verteilungskomponente).

2.2 Zur Sicherung, Erhaltung und Verbesserung der Leistungskraft der natürlichen Ressourcen ein menschenwürdiges Leben zu ermöglichen (Umweltkomponente).

2.3 Sicherung der Versorgung mit gesunden Nahrungsmitteln zu angemessenen Preisen (Versorgungskomponente).

2.4 Erhaltung des Landschaftsbildes, dörflicher Denkmäler und Ensembles, Arten- und Naturschutz (die kulturelle Komponente).

3. Was ist positiv und was ist negativ an den bisherigen Entwicklungen?

Negativ ist die Entleerung des ländlichen Raumes und der Dörfer. Die übermäßige Konzentration in den Ballungsgebieten, die Belastung der Umwelt, die über das Regenerationsvermögen von Luft, Wasser und Boden hinausgehen einschließlich der bedrohlichen Klimaveränderungen.

Negativ ist auch alles, was etwa bei Nahrungsmitteln zur Verunsicherung der Verbraucher führt - hier bewegen wir uns natürlich in einem Bereich, der wissenschaftlich sehr schwer zu fassen ist - (ich nenne nur BST, Bestrahlung von Nahrungsmitteln, Zulassung von Imitaten, Wachstumsförderern, Genmanipulation).

Negativ ist auch das Zurückbleiben der landwirtschaftlichen Einkommen insgesamt.

Positiv sind alle Maßnahmen, die der Arbeitserleichterung dienen, wobei auch hier die Übergänge zwischen Arbeitserleichterung und Arbeitsersparnis fließend sind, umweltschonende Maßnahmen, Maßnahmen, die Energie und Rohstoffe sparen, Pflege und Erhaltung der Landschaft.

4. Welche politischen Instrumente sind zur Steuerung vorzugsweise anzuwenden?

4.1 Förderung des Erziehungs- und Bildungswesens. Alles, was den Charakter der Menschen in Richtung auf bestimmte Grundwerte fördert. Das beginnt im Elternhaus, setzt sich fort in der Schule, Kirche, Haltung der Medien (Bereitschaft zur Verantwortung, zur Solidarität usw.). Erziehung und Bildung des Menschen sind die Grundlage für einen verantwortungsbewußten Umgang mit dem technischen Fortschritt (Carl-Friedrich von Weizsäcker ...). Das reicht allein nicht aus.

4.2 Deswegen benötigen wir Anreize, Vergünstigungen, um bestimmte Ziele zu erreichen. Der Konzentration in der Tierhaltung oder der Flächenballung kann dadurch begegnet werden, daß die Schwächeren gestärkt werden. Die Instrumente der Agrarstrukturförderung, Steuererleichterungen (Strukturgesetz, 330 VE-Regelung, Förderung benachteiligter Gebiete, Kulturlandschaftsprogramm).

4.3 Instrumente der Steuerung durch Abgaben.

4.4 Ordnungspolitische Instrumente, Vorschriften (die in alle Bereichen der Wirtschaft und des menschlichen Lebens hineinwirken, z.B. im Bundesbaugesetz, Raumordnungsgesetz, im Naturschutzgesetz, Trinkwasser-VO, Düngemittelgesetz, im Umweltschutzrecht usw.) dazu gehören auch Marktordnungen, Preisstützungsmaßnahmen, einzelbetriebliche Quoten, Anwendungsverbote (z.B. Somatotropin, Clenbuterol).

Zusammengefaßt:

Ziel sollte sein, eine Agrarpolitik wie die Schweiz zu betreiben.

4.5 Staatliche Forschungsförderung

5. Welche spezifischen Aufgaben sehen Sie im Rahmen der Fragenkomplexe für die Agrarforschung?
Begünstigung von Forschungen mit positiven Effekten.

Forschungsbedarf im Speziellen: EDV-Einsatz, Standards für Hofprogramme, Minimierungsstrategien für die Umweltbelastung, wie sie die Niederländer betreiben. Bessere Steuerung der Stickstoffverwertung, Artenschutzforschung, was ist von grundsätzlicher Bedeutung, Erarbeitung von Konzepten für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Im Bereich der GeWiSoLa im Speziellen: Mehr Forschung, die von den politischen Zielen der Agrarpolitik ausgeht und weniger von dem Versuch, den Politikern die eigenen agrarpolitischen Forderungen aufzudrängen.

Kurzreferat von G. STUMPENHAUSEN, Hannover

Grundsätzliche Bemerkungen:

Technischer Fortschritt muß gewollt sein, wenn er die Lebensbedingungen für Mensch und Tier und die Arbeitsbedingungen für den Menschen verbessert.
Technischer Fortschritt ist abzulehnen, wenn die Verbesserung der Lebens- und Arbeitsbedingungen nachhaltige, nicht umkehrbare negative Veränderungen im Wirkungsgefüge des Naturhaushaltes hervorrufen und damit auch die Lebensgrundlage des Menschen gefährden würde.

Aus zeitlichen Gründen möchte ich mich bei meiner einführenden Stellungnahme beschränken auf die Bereiche der Pflanzenproduktion und Tierproduktion.

Beide Produktionsbereiche sind in mehrfacher Hinsicht dem technischen Fortschritt ausgesetzt. So wirkt der technische Fortschritt z.B. in der tierischen Produktion über die Veränderung der Haltungssysteme, die sowohl den Stallbau als auch die Fütterungs- und Betreuungstechnik umfassen; andererseits nutzt die tierische Produktion die biotechnischen Fortschritte; schließlich bietet die Fortentwicklung der Gentechnologie im Züchtungsprozeß landwirtschaftlicher Nutztiere Möglichkeiten weiterer Leistungssteigerungen und Verbesserungen der Vitalität (Resistenz) der Tiere und der Qualität tierischer Produkte.

Der biotechnische Fortschritt muß also im Zusammenhang der gesamten Tierproduktion gesehen werden.
Nach SMIDT ist "Tierproduktion die Nutzung biologischer Prozesse zur Gewinnung von Nahrungsmitteln und anderen Erzeugnissen sowie für an Tierhaltung gebundene Dienstleistungen".
Eine gleichlautende Aussage kann für die Pflanzenproduktion gemacht werden.

Unter diesem Aspekt sind in der Pflanzenproduktion als positive technische Entwicklungen beispielhaft anzuführen die Forschung zur Übertragung der (nif-)Gene, die für die Stickstoffixierung verantwortlich sind, auf andere Kulturpflanzen, oder die Embryo- und Ovarienkultur oder die Zellfusion, die es dem Züchter ermöglicht, bestimmte Erbanlagen von Pflanzen zu kombinieren, die auf dem natürlichen Wege der Kreuzung nicht zu erreichen sind, oder die vegetative Vermehrung im Labor, mit deren Hilfe solche Pflanzen in kurzer Zeit in großer Stückzahl hergestellt werden können, die über herkömmliche Methoden nur schwer zu vermehren sind, die Meristemkultur oder die Antherenkultur.

Für den Tierproduktionsbereich möchte ich als positive Beispiele anführen solche biotechnischen Verfahren, die der Kontrolle und Überwachung von Körperfunktionen wie z.B. Brunst, Ovulation, Aufnahme und Trächtigkeit, Geburt, Wachstumsprozesse und Gewichtsentwicklung dienen, oder auch die hier in Völkenrode laufenden bzw. schon abgeschlossenen Forschungsarbeiten zu rechnergestützten Verfahren bei der Fütterung und bei der Gesundheits- und Reproduktionsüberwachung in der Milchviehhaltung.

Als Negativ-Beispiele sind Überlegungen im Ausland anzuführen, die die Züchtung einer Riesenmaus betrafen oder die Produktion von speziellen Mutanten von Mäusen, deren Augenlinsen durch bestimmte Genübertragung zerstört werden.

Auch der Einbau von Herbizid-Resistenzen in Nutzpflanzen ruft Bedenken hervor, wenn man daran denkt, daß es hierdurch zu einem vermehrten Einsatz solcher Mittel in der pflanzlichen Produktion kommen kann.

Unerwünschte Entwicklungen in diesen Bereichen, insbesondere im Fachbereich Tierproduktion, zu dämpfen oder einzuschränken oder gar auszuschließen wird maßgeblich von dem Verantwortungsbewußtsein der in der Forschung Tätigen und von den in der entwickelnden Wirtschaft Entscheidung Treffenden beeinflußt werden; ethisch-moralische Gesichtspunkte werden hierbei eine gewichtige Rolle spielen.

Dennoch kann m. E. die Gefahr nicht ausgeschlossen werden, daß die im bio-technischen Fortschritt liegenden Möglichkeiten nicht immer zielgerichtet eingesetzt werden.

Steuerung muß deshalb sein.
Ihre Schwierigkeit liegt in der meist erforderlichen komplexen Abwägung; denn dem verantwortungsbewußten Abwägungsprozeß müssen interdisziplinäre Informationen und vernetzte Denkanstöße auch über längere Zeiträume zugrundeliegen.

Abwägungsbedarf fällt in verschiedenen Entscheidungsebenen unseres Gemeinwesens an.

Verschiedene Steuerungsinstrumente - wie parlamentarische oder außerparlamentarische Diskussionen, gesetzliche Regelungen, Förderungsprogramme, Besteuerung, Ausgleichsregelungen - können hierbei zum Tragen kommen.

In den von mir angesprochenen Bereichen, für die bei den meisten Menschen eine besondere Sensibilität aufgrund der möglichen Gefährdungen besteht, halte ich es derzeit

für unabdingbar, daß gesetzliche Regelungen getroffen werden, deren Einhaltung allerdings auch überprüfbar sein muß.

Dies gilt ganz besonders für den Fall der Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen.

Ich befürworte daher die Bemühungen des Gesetzgebers, gentechnologische Forschungs- und Produktionsanlagen genehmigungspflichtig zu machen und vorzuschreiben, daß bestimmte gentechnische Arbeiten einer zentralen Kommission für biologische Sicherheit vorgelegt werden müssen.

Erwünschte technische Entwicklungen - und hierzu zähle ich nach wie vor, auch in einer Zeit der den möglichen Absatz übersteigenden Produktionsmengen, das Gebiet der Produktionstechnik, dies ist nicht als Gegensatz zu den Ausführungen von Dr. LÜCKEMEYER gedacht - müssen aufgrund entsprechender politischer und administrativer Prioritätensetzung durch finanziell und personell ausreichend abgesicherte Forschungsprogramme gefördert werden.

Schlußbemerkung

Der auf verschiedene Ursachen zurückgehende Rationalisierungsprozeß hat die Landwirtschaft zu verstärkter Nutzung des biotechnischen Fortschritts gezwungen.
Der gegenwärtige biotechnische Entwicklungsstand und die zu erwartende weitere Entwicklung bringen auch Auswirkungen mit sich, die über den engeren Einflußbereich des einzelnen Betriebes hinausgehen können oder deren zumindest kurzfristige Umkehrbarkeit infrage zu stellen ist.
(Beispiele: Viehhaltung - Immissionen - Bauleitplanung; Grünlandintensivierung - Artenverarmung; Flurbereinigung - Biotopverarmung; Pflanzenschutz - Nahrungsmittelqualität - Rückstände im Grundwasser.)

Landwirtschaftskammern und andere Institutionen der Offizialberatung haben bei der Bewältigung der mit diesem vielfältigen Fragenkomplex verbundenen schwierigen Aufgaben u.a. Bildungs- und Beratungsprogramme zu entwickeln, die verstärkt Umweltgesichtspunkte beinhalten.

Sie werden im Rahmen ihres Bildungsauftrages in noch stärkerem Maße als bisher ihr Anliegen darin sehen müssen, bei den Landwirten ein zunehmendes Bewußtsein für diese Problematik zu wecken, so daß auch der einzelne Landwirt verantwortungsbewußt handeln kann.

Kurzreferat von M. HARTMANN, Frankfurt

1 Einleitung

Der Einsatz moderner Technologien im Agrar- und Ernährungsbereich ist in jüngster Zeit verstärkt ins Kreuzfeuer der öffentlichen Diskussion geraten. Während die Befürworter den technischen Fortschritt als grundlegende Voraussetzung und wesentlichen Bestimmungsgrund für die Steigerung der menschlichen Wohlfahrt ansehen, betrachten seine Kritiker ihn als Hauptverursacher für die wachsenden Umweltprobleme und Gesundheitsrisiken. Ein pauschaler Fortschrittsnihilismus wird dennoch selbst von letzteren nur selten als adäquate Lösung angesehen. Vielmehr fordern die Kritiker moderner Technologien, durch eine gezieltere Steuerung des technischen Fortschritts die mit ihm verbundenen ökologischen und gesundheitlichen Risiken zu minimieren.

Vor diesem Hintergrund zeigt der folgende Beitrag die Möglichkeiten der Steuerung des technischen Fortschritts auf. Dabei wird vor allem der Frage nachgegangen, wann eine Steuerung des technischen Fortschritts durch den Staat aus Sicht der Verbraucher notwendig und wünschenswert erscheint.

2 Steuerung von Innovationen auf freien und preisgestützten Märkten

Welche Möglichkeiten der Steuerung von Innovationen existieren? Folgt man der Theorie des induzierten technischen Fortschritts, so lassen sich die beiden folgenden Anreizstrukturen für das Entstehen technischer Fortschritte unterscheiden:

- Steuerung über den Markt durch die Marktteilnehmer,
- Steuerung durch den Staat.

Letzteres schlägt sich insbesondere in dem Umfang und der Struktur der direkten staatlichen Forschungs- und Entwicklungsförderung nieder. Es impliziert aber auch die Korrektur fortschrittsbedingter unerwünschter Marktergebnisse. Innovationen vollziehen sich demnach nicht im luftleeren Raum und fallen auch keineswegs wie das 'Manna vom Himmel', vielmehr werden sie in entscheidendem Maße durch die Marktteilnehmer und den Staat beeinflußt. Auf funktionierenden Märkten beeinflußt der technische Fortschritt somit nicht nur einseitig die Verbraucher in Form sinkender Preise (Verfahrensinnovationen) bzw. einer Vergrößerung der Angebotsvielfalt (Produktinnovationen), sondern der Verbraucher nimmt selbst auch Einfluß auf die Struktur des technischen Fortschritts. In dem Ausmaß, wie Konsumenten Produktinnovationen oder Qualitätsverbesserungen in bestimmten Bereichen honorieren bzw. ablehnen, bestimmen sie zukünftige Forschungsrichtungen mit. Denn nur, wenn die Entwicklung neuer Güter und Produktionsverfahren die Bedürfnisse der Konsumenten besser befriedigen als bisherige Güter und Verfahren, haben sie Durchsetzungschancen am Markt.

In der EG sind die Marktmechanismen im Agrarbereich z.T. außer Kraft gesetzt. Dadurch werden die wechselseitigen Einflußmöglichkeiten zwischen technischem Fortschritt und den Verbrauchern gehemmt und verzerrt. Insbesondere bei den sogenannten

harten Marktordnungsprodukten, denen darüber hinaus nur ein geringer Teil an komplementären Sach- und Dienstleistungen zugefügt wird (z.B. Milch), kommt es als Folge von Verfahrensinnovationen kaum zu Realpreissenkungen. Gleichzeitig wird die Möglichkeit des Konsumenten, Forschungsaktivitäten durch Präferenzänderungen zu induzieren, begrenzt. Die Preisstützungspolitik verzerrt somit nicht nur die Struktur des technischen Fortschritts zugunsten der Hochpreisprodukte, sondern sie verursacht darüber hinaus eine teilweise Entkopplung des natürlichen Steuerungsmechanismus zwischen Marktteilnehmern und technischen Fortschritt.

3 Notwendigkeit und Möglichkeiten der staatlichen Einflußnahme

Sowohl im Fall freier als auch preisgestützter Märkte gibt es Bereiche, wo die Marktmechanismen zur sinnvollen Steuerung des technischen Fortschritts nicht ausreichen und der Staat lenkend eingreifen sollte. Dies ist immer dann der Fall, wenn sich als Folge von Innovationen negative externe Effekte ergeben. So schädigt z.B. im Ernährungsbereich der Konsum schadstoffbelasteter Nahrungsmittel nicht nur den Verbraucher, sondern auch die Gesellschaft als Ganzes. In diesen Fällen sollte der Staat für eine Internalisierung der externen Effekte sorgen. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen, wie z.B. durch

- Information und Beratung,
- Lizenzsysteme,
- Steuern/Anreize,
- Auflagen (Verordnungen).

Je nach Art der externen Effekte sollte dasjenige Instrument gewählt werden, daß möglichst dicht an der Divergenzstelle ansetzt und damit möglichst geringe Opportunitätskosten verursacht. Im Ernährungsbereich ist das Lebensmittelgesetz sicherlich ein Beispiel für die Möglichkeit der Reduzierung externer Effekte durch staatliche Steuerung.

Gleichwohl besteht auch hier die Gefahr, über das Ziel hinauszuschießen. Der Schutz der Verbraucher vor negativen Auswirkungen des technischen Fortschritts ist wichtig und macht staatliche Interventionen z.T. notwendig. Manchmal scheint der Verbraucherschutz aber auch als politischer Deckmantel mißbraucht zu werden, um im Prinzip völlig andere Ziele zu verfolgen. So stellt sich z.B. die Frage, inwieweit die Verbote von Imitationsprodukten tatsächlich dem Schutz der Konsumenten dienen. Braucht der mündige Verbraucher wirklich eine strenge Rezepturvorschrift mit der Folge einer bedeutenden Einschränkung seiner Wahlmöglichkeiten, oder wäre hier nicht eine vernünftige Kennzeichnungspflicht aller Produkte ausreichend? In solchen Fällen läßt sich die Angemessenheit staatlicher Interventionen sicherlich anzweifeln.

Im Fall preisgestützter Märkte kann es darüber hinaus einen zusätzlichen Lenkungsbedarf geben. Es darf nämlich nicht übersehen werden, daß die Gemeinsame Agrarpolitik der EG, die zu einer partiellen Aussetzung der marktimmanenten Steuerungsmechanismen des technischen Fortschritts führt, gleichzeitig die Notwendigkeit staatlicher Eingriffe

vergrößert. Die aktuelle Diskussion um die Zulassung bzw. das Verbot des Einsatzes von Bovinem Somatotropin (BST) in der Milchproduktion mag hier als anschauliches Beispiel dienen. Nach wissenschaftlichen Erkenntnissen hat der sachgerechte Einsatz von BST keine negativen Auswirkungen auf die Tiergesundheit und die Milchqualität. Dennoch gibt es eine Tendenz, die Zulassung dieses technischen Fortschritts zu verbieten, da u.a. seine wirtschaftliche Vorzüglichkeit vor dem Hintergrund des EG-Quotensystems bezweifelt und ein Nachfragerückgang von Milch aufgrund der geringen Verbraucherakzeptanz behauptet wird. Auf funktionierenden Märkten sind dies sicherlich keine Fragen, mit denen sich der Staat beschäftigen muß. Der Erfolg und die Verbreitung von BST müßte auf freien Märkten nicht vom Staat antizipiert und gesteuert werden, sondern ergäbe sich als Ergebnis der Interaktion zwischen Anbietern und Nachfragern. Der Staat hätte lediglich sicherzustellen, das nur gesundheitlich unbedenkliche Produkte auf den Markt gelangen.

WORKSHOP

Methoden zur Mesung der Wirkungen technischer Fortschritte

(vor Beginn der Tagung durchgeführt am 4. Oktober 1990 vormittags)

Eröffnung durch Prof. Dr. E. Neander, Braunschweig-Völkenrode

REFERENTEN

Dr. H. Guyomard und C. Tavéra, INRA, Rennes/Frankreich.

Dr. H. Becker und Dr. K. Frenz, Braunschweig-Völkenrode.

Dr. J. Michalek, Amsterdam/Niederlande.

Dr. F. Bonnieux, INRA, Rennes/Frankreich.

Dipl. Ing. agr. H. Hockmann, Göttingen.

Leitung: Dr. H. Schrader, Braunschweig-Völkenrode

TECHNICAL CHANGE AND AGRICULTURAL SUPPLY-DEMAND ANALYSIS PROBLEMS OF MEASUREMENT AND PROBLEMS OF INTERPRETATION

von

H. GUYOMARD and C. TAVÉRA, Rennes (Frankreich)

Introduction

The purpose of the present paper is to explore various issues related to the measurement of technical change and incidentally to the measurement of total factor productivity growth rate.

As some degree of temporariness is likely to characterize the equilibrium of most industries and especially agricultural activity, many empirical studies on supply-demand analysis are based on a restricted or short-run partial equilibrium framework, fixing certain inputs such as capital, land and/or family labour (BROWN and CHRISTENSEN, 1981). Equally important fixities may exist among production outputs. Consequently the first objective of this study is to show the importance of taking into account the quasi-fixity of some inputs and/or outputs (non-marginal cost pricing, production quotas) in order to estimate the patterns of technical change and total factor productivity (section 1).

The problem with defining and measuring technical change biases when some inputs are treated as being quasi-fixed is then explored on the basis of a restricted (or short-run) cost function : the relevant concepts of biases are defined and related to different possible equilibria (section 2). This analysis can be easily extended to technical change biases on the output side.

Section 3 is devoted to econometric issues. In the empirical literature on technical change, one often encounters regression equations that include a linear time trend as a proxy for technical change. However, as was shown in several papers on non-stationarity, empirical results of such equations can be highly misleading and can be subject to the spurious regression phenomenon. As a result, the estimated coefficients of time and exogeneous variables can widely overstate the size of autonomous and incorporated technical change. In order to avoid such problems, non-stationarity properties of time series data must be carefully examined. We show that standard regression methods including a time trend can lead to erroneous conclusions on technical change when data series are not stationary around a function of time, but rather are stationary in first difference. Tests for stationarity in difference as opposed to stationarity around a trend line developed by DICKEY and FULLER (1981) can be used to determine the appropriate transformation of time series data (section 3).

1 Total factor productivity growth and technical change: Theoretical background and empirical implications

1.1. Theoretical background

There is no single generally accepted way to measure productivity or productivity growth. Following SOLOW (1957), the more common procedure directly related to the structure of production begins with a production function representation of the process of transformation of inputs to output. Total factor productivity is then defined in terms of the efficiency with which inputs are transformed into output, assuming that homogeneous inputs produce a homogeneous output. More precisely, in the context of a production function, it is tradional to measure total factor productivity growth by the residual method, that is the growth in output quantity minus the growth in input quantities. In other words the multifactor productivity residual measure is linked to outward shifts in product long-run isoquant whereas the input effect, that is the effect measured by weighted growth rates of inputs, is associated with substitution effects along the isoquant. Under certain regularity conditions to be specified below, in the context of a total or long-run cost function, the dual total factor productivity measure can also be defined by the growth rate of average total cost minus the Divisia index of input prices : this residual is linked to downward shifts in unit or average long-run cost curves.

In numerous empirical studies, the continuous growth rates are replaced by the annual differences in the logarithms of the variables and the shares used as weights are replaced by annual arithmetic averages. The resulting indexes are the Tornquist indexes of total factor productivity growth, respectively primal and dual (see, for example, BERNDT and FUSS, 1986).

$$(\dot{TFP}/TFP) = \dot{Y}/Y - \Sigma_i \ (w_i X_i / p\ Y)\ (\dot{X}_i / X_i) \qquad (P_1)$$

$$\approx \log Y(t) - \log Y(t-1) - \Sigma_i \ [M_i(t) + M_i(t-1)]/2 \ (\log X_i(t) - \log X_i(t-1)) \qquad (P_2)$$

$$(\dot{TFP}/TFP) = \dot{CT}/CT - \dot{Y}/Y - \Sigma_i \ (w_i\ X_i/CT)(\dot{w}_i/w_i) \qquad (D_1)$$

$$\approx (\log CT(t) - \log CT(t-1)) - (\log Y(t) - \log Y(t-1)) - \Sigma_i \ [S_i(t)+S_i(t-1)]/2.(\log w_i(t) - \log w_i(t-1)) \qquad (D_2)$$

where $Y \geq 0$ is the output with price $p \geq 0$, $X' = (X_1,...,X_N) \geq 0$ the row vector of inputs with associated row price vector $w' = (w_1,...,w_N) \geq 0$, CT the total cost function, M_i the income input shares and S_i the cost input shares. Dots over variables indicate derivatives with respect to time. P_1 (respectively D_1) is the primal (respectively dual) Divisia index of total factor productivity growth, P_2 (respectively D_2) its Tornquist approximation.

How such measures, easy to compute, of total factor productivity are related to technical change measured by the rate at which the production function shifts? SOLOW has shown that technical change and total factor productivity primal measure are two equivalent concepts if the following assumptions are satisfied : constant returns to scale, Hicks neutral technical change and perfect competition in both output and input markets. Furthermore, under these three restrictive assumptions, OHTA (1974) has shown that primal and dual non parametric measures are the negatives of one another. Assuming a translog representation of either the production function or the cost function, BERNDT and JORGENSON (1975), DIEWERT (1976) have proved that the assumption of neutral technical change is not necessary to have this equivalence. In other words, the non-parametric measures of total factor productivity growth rates equal the rate of technical change (the rate at which the production function shifts or the rate at which the long-run total cost function shifts) if the three following assumptions are verified:

- constant returns to scale
- input and output markets are competitive
- inputs and outputs are in long-run Marshallian equilibrium.

When one of these assumptions is violated, simple corrections can be applied to relate the non-parametric indexes of growth rate of total factor productivity to technical change. Assuming that some inputs are quasi-fixed, we partition the input vector X into a subvector X^0 of variable inputs and a subvector X^1 of quasi-fixed inputs. Indeed, the hypothesis that all inputs instantaneously adjust to their long-run equilibrium levels seems restrictive, especially for the agricultural technology since certain factors cannot vary freely within the period of observation. The principal source of fixity is the lack of mobility of self-employed farm labour which is enhanced by high unemployment in other economic sectors (BROWN and CHRISTENSEN, 1981; GUYOMARD and VERMERSCH, 1989). At the farm level, available agricultural land is often fixed over short to medium adjustment periods . At the macroeconomic level, land can be considered as a fixed factor even over long adjustment periods . A similar partition applies to output vector $Y = (Y^0, Y^1)$ in order to take into account the quasi-fixity (cattle) or the fixity (production quotas) of some outputs and also in order to take into account the possibility of a non-marginal cost pricing of certain outputs. Furthermore, we do not assume long-run returns to scale.

Total costs are variable (or restricted) costs plus fixed costs, that is, $CD(Y^0,Y^1,w^0,w^1,X^1,t)= CR(Y^0,Y^1,w^0,X^1,t) + {}^1_j w^1_j X^1_j$. The calculated rate at which total factor productivity primal measure changes is always equal to :

$$(\dot{TFP}/TFP)_P = \Sigma^0_r R_r \dot{Y}^0_r/Y^0_r + \Sigma^1_s R_s \dot{Y}^1_s/Y^1_s - \Sigma^0_i S_i \dot{X}^0_i/X^0_i - \Sigma^1_j S_j \dot{X}^1_j/X^1_j . \quad [1]$$

where R_r (respectively R_s) is the cost share of output Y^0_r (respectively Y^1_s).

Technical change is defined by - log CD/ t, that is the rate at which the disequilibrium total cost function CD shifts. Then, it can be shown that technical change and the traditional total factor productivity non-parametric measure are related by the following equation[1].

$$
\begin{aligned}
- \delta \log CD/\delta t &= \Sigma^{o}{}_{r} \; (p^{o}{}_{r} \; Y^{o}{}_{r}/CD - p^{o}{}_{r} \; Y^{o}{}_{r}/ RT) \; \dot{Y}^{o}{}_{r}/ Y^{o}{}_{r} \\
&+ \Sigma^{1}{}_{s} (\hat{p}^{1}{}_{s} \; Y^{1}{}_{s}/CD - p^{1}{}_{s} \; Y^{1}{}_{s}/RT) \; . \; \dot{Y}^{1}{}_{s}/Y^{1}{}_{s} \\
&- \Sigma^{1}{}_{j} \; \hat{w}^{1}{}_{j} \; X^{1}{}_{j}/CD \; . \; \dot{X}^{1}{}_{j}/X^{1}{}_{j} + \Sigma^{1}{}_{j} \; w^{1}{}_{j} \; X^{1}{}_{j}/CD \; . \; \dot{X}^{1}{}_{j}/X^{1}{}_{j} \\
&+ (\dot{TFP}/TFP)_{p}
\end{aligned}
\qquad [2]
$$

where p^1_s and w^1_j are the dual or shadow prices of "quasi-fixed" outputs and inputs, respectively, RT the total revenue function.

1.2 Consequences for empirical studies

Equation [2] shows that when some netputs are in disequilibrium (quasi-fixities and/or non-marginal cost pricing) the non-parametric measure of total factor productivity TFP/TFP does not equal the rate of technical change. Nevertheless when all markets are in long-run Marshallian equilibrium and if returns to scale are constant, equation [2] collapses to the usual expression[2].

$$\dot{TFP}/TFP = - \delta \log CT/\delta t \qquad [3]$$

In order to analyse the consequences of the simplifying assumptions allowing to show the equivalence between total factor productivity growth rate and technical change, we consider a particular case where returns to scale are constant, all inputs variable (no quasi-fixity on the input side) but some output markets in disequilibrium[3]. Assuming that all outputs may be in disequilibrium, equation [2] becomes :

$$(\dot{TFP}/TFP)_{p} = - \varepsilon_{CTt} + \Sigma_{s} \; (p_{s} Y_{s}/RT - \hat{p}_{s} Y_{s}/CD) \; . \; \dot{Y}_{s}/Y_{s} \qquad [4]$$

The direction of the bias induced by a non-marginal tarification of outputs depends on the gap between market output shares $p_s Y_s/RT$ and "marginal" output shares $p_s Y_s/CD$, where $p_s = CR/ Y_s$ is the marginal cost of output Y_s. As an example, let us consider the case of the dairy quota which is binding since its implementation in 1984 in EEC. Using a theoretical model developed by Mahé and Guyomard (1989), which links

1 see Guyomard, Tavera (1989) for more details.
2 In such a case, CT=CD ; $p^1_s = \hat{p}^1_s$ for all s, $w^1_j = \hat{w}^1_j$ for all j , = 1 and CT = RT
3 In the first version of the paper (Guyomard, Tavera, 1989), two other cases are examined : the first corresponds to the situation of non constant returns to scale, the second to the problem of quasi-fixed inputs.

the endogeneous dual price of milk p^M_s to its determinants (output and variable input prices, quasi-fixed input levels and prices, milk-quota level and technical change), it is possible to calculate the dual milk price growth rate for each year. The results for France and Germany are presented in table 1.

Table 1: Observed and dual milk nominal price growth rate, milk quota rate; France and Germany, 1984 to 1988, national prices (preliminary results, in percent)

	FRANCE		
	dual price/	market price/	quota level
1984	-2.2	+4.1	-2.0
1985	-4.1	+4.1	+0.0
1986	-2.8	+3.0	+0.2
1987	-11.3	+1.3	-5.6
1988	-5.8	+2.5	-2.6

	GERMANY		
	dual price /	market price/	quota level
1984	-3.3	-2.6	-6.7
1985	-1.0	-1.1	-0.3
1986	-3.5	+1.3	0
1987	-8.6	-0.2	-5.9
1988	-3.2	-0.03	-2.7

Assuming that dual and market prices are equal for the base period 1984, that is assuming that the milk market is in equilibrium in 1984, we can compute the dual price level of milk for each year and consequently we can calculate the bias induced by the milk quota system in measuring technical change by the traditional non-parametric index of total factor productivity. As an example, in 1984 the bias is equal to -0.031 % in France and -0.017 % in Germany. The bias, which depends not only on the gap between dual and market prices but also on the milk quota growth rate, increases with time since the difference between dual and observed milk prices increases too (see table 1).

2 Neutral or biased technical change: Problems of definitions

Technical change is often characterized as neutral or biased. Based on original Hick's definition and assuming a two input - one output linearly homogeneous technology, technical change is said to be neutral if it leaves unchanged the marginal product of input X_1 relatively to that of input X_2. However, as noted by BLACKORBY, LOVELL and THURSBY (1976), "to compare situations before and after technical change, something must be held constant. Exactly what is to be held constant has been the subject of some debate and constitutes the crux of the issue at hand". KENNEDY and THIRLWALL (1972) among others argue that factor endowments must be held constant at least at the macro level and consequently technical change effects must be measured with respect to a ray where factor proportions remain unchanged. At the firm level and also at the macro level in a sector like agriculture where enterprises are more often assumed price-takers, it is most useful to define neutrality holding factor price ratio

constant (BINSWANGER, 1974). Consequently in this study like in most studies applied to agricultural technologies, biases and neutrality are defined with respect to an expansion path, that is in terms of the proportional change in the input ratio holding factor price ratio constant. In other words,

$$\frac{\delta(X_1/X_2)}{\delta t} \cdot \frac{1}{(X_1/X_2)} \quad \Bigg| \quad \begin{array}{l} > 0 \text{ input } X_2 \text{ saving} \\ = 0 \text{ neutral} \\ < 0 \text{ input } X_2 \text{ using} \\ \text{factor price ratio } (w_1/w_2) \text{ constant.} \end{array} \qquad [5]$$

In the two input case, the previous definition can easily be transformed into a definition in terms of factor shares at constant factor price ratio. Furthermore the share approach can be generalized to the manyinput case. The measure of bias for each factor proposed by BINSWANGER is given by,

$$B_{1t} = \frac{\delta S_1}{\delta t} \cdot \frac{1}{S_1} \quad \Bigg| \quad \begin{array}{l} > 0 \text{ input } X_1 \text{ using} \\ = 0 \text{ input } X_1 \text{ neutral} \\ < 0 \text{ input } X_1 \text{ saving} \\ \text{factor price ratio } (w_1/w_j) \text{ constant.} \end{array} \qquad [6]$$

where S_i is the share of input X_i in total costs. Technical change biases are then defined on the basis of a dual representation of the technology, assuming that there exists a long-run total cost function CT(Y, w, t) where all inputs are variable. It is interesting to note that if the long-run technology is not homothetic with respect to Y, it is necessary to hold constant not only relative factor prices but also output levels. Following SATO (1970), the bias B_{it} can be interpreted using the following decomposition,

$$\begin{aligned} B_{1t} &= \delta S_1/\delta t \,.\, 1/S_1 \Big|_{Y,\ w_1/w_1} \\ &= \delta \log(w_1 X_1(Y,w,t)/CT(Y,w,t))/\delta t \\ &= \delta \log X_1(Y,w,t)/\delta t - \delta \log CT(Y,w,t)/\delta t \\ &= \varepsilon_{1t} - \varepsilon_{CTt} \end{aligned} \qquad [7]$$

Consequently the bias is the difference of two effects: the percentage change in demand for the input X_i minus the average percentage variation in inputs. The sign of this second effect is known unambiguously if technical change occurs ($_{CTt} < 0$). Then a technical change which is input X_i saving decreases expenditure on that factor because the reduction in X_i from a change in t is greater than average. This technical change is input X_i using, when it increases expenditure on that factor, that is when the average effect is greater than the specific effect. An alternative interpretation perhaps less intuitive is given by MORRISON (1988) : she notes that each technical change bias B_{it} may be expressed as $B_{it} = 1/S_i(\,^2\log CT/\log w_i\, t) = 1/S_i\ (\,_{CTt}/\log w_i)$ and consequently B_{it} measures also the effect on total cost diminution from a change in w_i. Finally, note that if there are n inputs, there will be n measured biases B_{it}. Nevertheless it may be useful to define biases as follows:

$$Q_{ij} = B_{it} - B_{jt} = \delta \log S_i/\delta t - \delta \log S_j/\delta t \qquad [8]$$

In this case there will be n!/2(n-2)! measures. Q_{ij} greater than zero implies that technical change has resulted in using more of factor X_i relative to factor X_j.

The assumption that a long-run Hicksian equilibrium can be achieved by the observed technology is crucial to the development of the previous analysis in terms of total cost shares. However, we have shown that such an assumption is too restrictive and unrealistic. When one input is quasi-fixed it appears as an argument in the restricted cost function $CR(Y,w^o,X^1,t)$ and in the total disequilibrium cost function $CD(Y,w^o,w^1,X^1,t)$. Consequently two short-run measures of technical change may be defined,

$$\begin{aligned} B^{CR}{}_{it} &= \delta \log S^{CR}{}_i/\delta t \Big|_{w^o{}_i/w^o{}_1,\ Y,\ X^1} \\ &= \delta \log X^{oCR}{}_i\ (Y,w^o,X^1,t)/\delta t - \delta \log CR(Y,w^o,X^1,t)/\delta t \qquad [9] \\ &= \varepsilon^{CR}{}_{it} - \varepsilon_{CRt} \end{aligned}$$

where $S^{CR}{}_i$ is the restricted cost share of input $X^o{}_i$.

$$\begin{aligned} B^{CD}{}_{it} &= \delta \log S^{CD}{}_i/\delta t \Big|_{w^o{}_i/w^o{}_1,w^1,Y,\ X^1} \\ &= \delta \log X^{oCR}{}_i\ (Y,w^o,X^1,t)/\delta t - \delta \log CD(Y,w^o,w^1,X^1,t)/\delta t \\ &= \varepsilon^{CR}{}_{it} - \varepsilon_{CDt} \qquad [10] \end{aligned}$$

where $S^{CD}{}_i$ is the disequilibrium total cost share of input $X^o{}_i$.

Both derivations are based on constant relative variable input prices as well as output and quasi-fixed input levels. Furthermore the second definition implies also that fixed input rental prices are constant. $B^{CR}{}_{it}$ and $B^{CD}{}_{it}$ are linked by the following equality,

$$\begin{aligned} B^{CD}{}_{it} = \varepsilon^{CR}{}_{it} - \varepsilon_{CDt} &= \varepsilon^{CR}{}_{it} - \varepsilon_{CRt} - (\varepsilon_{CDt} - \varepsilon_{CRt}) \\ &= B^{CR}{}_{it} - \varepsilon_{CRt}\ (CR/CD - 1) \\ &= B^{CR}{}_{it} - \varepsilon_{CRt}(-\Sigma^1{}_j\ w^1{}_j\ X^1{}_j\ /CD) \end{aligned} \qquad [11]$$

Consequently, $B^{CD}{}_{it} \leq B^{CR}{}_{it}$. If technical change is short-run equilibrium input $X^o{}_i$ saving, then it is also short-run disequilibrium input $X^o{}_i$ saving. In the same way, if $B^{CD}{}_{it}$ is greater than or equal to zero, then $B^{CR}{}_{it}$ is also greater than zero. Finally note that technical change can be short-run equilibrium input $X^o{}_i$ using ($B^{CR}{}_{it} \geq 0$) and short-run disequilibrium input $X^o{}_i$ saving ($B^{CD}{}_{it} \leq 0$). In such a case, a change in t implies that $^{CR}{}_{it} \leq {}_{CDt}$ so that the specific effect of t on $X^o{}_i$ is greater than the average effect measured with respect to the disequilibrium cost function but this specific effect is smaller than average as measured with respect to the restricted cost function. This analysis shows that certain biases can be difficult to interpret and consequently that

policy implications must be derived with caution. Nevertheless it is more useful to analyse technical change biases defined in terms of disequilibrium cost shares because these definitions are more easily visualized and more directly comparable to long-run equilibrium biases. Finally note that if we define short-run biases in terms of differences, $Q^{CR}_{ij} = B^{CR}_{it} - B^{CR}_{jt} = B^{CD}_{it} - B^{CD}_{jt} = Q^{CD}_{ij}$, the previous difficulty of interpretation vanishes.

Short-run, equilibrium or disequilibrium, technical change biases do not take into account the ability to adjust the quasi-fixed inputs in the long run. Consequently, these measures are not calculated with respect to the global expansion path relative to all inputs insofar as the quasi-fixed factors are not necessarily initially at their optimal levels. In order to take into account the full response of variable and quasi-fixed inputs, we use the fact that long-run responses can be deduced solely from the estimated parameters of the short-run cost function. This property has been extensively used to derive long-run price elasticities from their short-run counterparts (see, for example, BROWN and CHRISTENSEN, 1981). This property can easily be extended to technical change biases. As a consequence, long-run measures take into account the adjustment of quasi-fixed inputs induced by time.

$$
\begin{aligned}
B_{it} &= \delta \log S^{CD}{}_i (Y, w^o, X^1(Y, w^o, w^1, t), t)/\delta t \Big|_{w^o{}_i/w^o{}_1,\, w^1{}_j/w^o{}_1,\, Y} \\
&= \delta \log X^{OCR}{}_i . (Y, w^o, X^1(Y, w^o, w^1, t), t)/\delta t \\
&- \delta \log CD(Y, w^o, w^1, X^1(Y, w^o, w^1, t), t)/\delta t \\
&= \varepsilon^{CR}{}_{it} + \Sigma^1{}_j \; \delta \log X^{OCR}{}_i/\delta \log X^1{}_j . \delta \log X^1{}_j(.)/\delta t \\
&- (\varepsilon_{CDt} + \Sigma^1{}_j \; \delta \log CD/\delta \log X^1{}_j . \delta \log X^1{}_j(.)/\delta t) \\
&= B^{CD}{}_{it} + \Sigma^1{}_j \; (\delta \log X^{OCR}{}_i/\delta \log X^1{}_j - \delta \log CD/\delta \log X^1{}_j) . \delta \log \\
&\quad X^1{}_j(.)/\delta t \qquad [12] \\
&= B^{CD}{}_{it} + \Sigma^1{}_j \; (\varepsilon^{CR}{}_{ij} - \varepsilon_{CDj}) . \delta \log X^1{}_j(.)/\delta t \\
&= B^{CD}{}_{it} + \Sigma^1{}_j \; \varepsilon^{CR}{}_{ij} \; \delta \log X^1{}_j(.)/\delta t
\end{aligned}
$$

since in the long-run, $\delta CD/\delta X^1{}_j = 0$.

This equation shows that the long-run technical change bias B_{it} is the sum of two effects: the short-run disequilibrium bias and the "expansion" technical change bias. The signs of B_{it} and B^{CD}_{it} may differ depending on the relative magnitude of this "expansion" effect which can be either positive or negative. In other words, technical change may be input X^o_i long-run saving and short-run disequilibrium using.

3 Use of time trend as a proxy for technical change

A great deal of empirical works on technical change use a time trend as a proxy for technical change (or, more precisely, for the Autonomous Component of Technical Change (ACTC)) in regressions such as :

$$Y_t = \alpha + \beta t + \sum_{i=1}^{K} \delta_i Z_{it} + e_t \qquad [13]$$

where Y_t is the log of output, $Z_t = (Z_{1t},..., Z_{Kt})$ a set of K exogeneous variables (each taken in log), t a linear time trend and e_t a series of white noise (o, ^2_e) residuals.

However, several recent papers on non-stationarity have shown that results from the estimation of equation [13] are strongly subject to the spurious regression phenomenon and have to be interpreted with caution if Y_t and the Z_{it} (i=1,...,K) are non-stationary. More precisely, model [13] implicitely assumes that the ACTC can be written as :

$$ACTC_t = Y_t - \sum_{i=1}^{K} \delta_i Z_{it} = \alpha + \beta t + e_t \qquad [14]$$

The ACTC is thus assumed purely deterministic (the ACTC is said to follow a Trend Stationary (TS) process) and forecasts made with such a model are thus based on the hypothesis that only the Stochastic Component of Technical Change (SCTC) can be altered by a given policy in the long run.

However if the ACTC is not deterministic but instead fluctuates stochastically according to (in such a case, the ACTC is said to follow a Difference Stationary (DS) process),

$$ACTC_t = Y_t - \sum_{i=1}^{K} \delta_i Z_{it} = ACTC_{t-1} + \beta + e_t' \qquad [15]$$

then using first differences of [13], that is,

$$(Y_t - Y_{t-1}) = \beta + \sum_{i=1}^{K} \delta_i . (Z_{it} - Z_{it-1}) + e_t' \qquad [16]$$

would put it in the form suitable for estimation. This is due to the fact that if the ACTC is DS, estimating a relationship such as [13] amounts to estimate a relationship similar to :

$$Y_t = Y_o + \beta t + \sum_{i=1}^{K} \delta_i Z_{it} + \sum_{j=1}^{t} e_{t-j}' \qquad [17]$$

with non-stationary residuals.

NELSON and KANG (1984) have discussed the consequences of estimating the relationship in levels [13] when the differenced relationship [16] is in fact the one with

stationary disturbances. Their main results can be summarized as follows :
a) OLS estimates of '=($_1$, ..., $_K$) and ß in [17] are unbiased but inefficient since the disturbances between time periods in [17] are correlated.

b) OLS estimates of ' in levels are subject to the spurious regression phenomenon. That is, conventional t and R^2 tests are biased in favour of indicating a relationship between the variables when none is present. This is due to the fact that an OLS estimation of ' in [17] can be thought of as a regression of detrented Y on detrended Z according to :

$$Y^*_t = \sum_{i=1}^{K} \delta_i \; Z^*_{it} + e^*_t \qquad [18]$$

where stars denote detrented variables.

However if Z_t and e_t are both DS processes in equation [13], then Y_t is also DS. In this case, relation [18] shows that estimating ' by OLS in [17] is equivalent to a regression where the independent variable and the error term are both detrented random walks and thus have the same autocorrelation function (CHAN-HAYYA, Ord, 1977)[4]. As a result, the precision of the estimate of ' will be greatly overstated if serial correlation in the regression errors is ignored.

c) A related issue is that R^2 will exagerate the extend to which movement of the data is actually accounted for by time and exogeneous Z variables. Using a Monte Carlo experiment, Nelson and Kang have shown that time and a random walk will typically explain about 50 % of the variation in a random walk which are in fact unrelated to either.

d) Estimating a relationship similar to [17] leads to spurious sample autocorrelations of residuals which exponentialy decline as it is the case in a first order autoregressive process. If the investigator believes the regression disturbances to be stationary, then he can use the value of autocorrelation at lag one f_1 as an estimate of the autoregressive coefficient in the following transformed regression equation :

$$(Y_t - f_1 \; Y_{t-1}) = \alpha . \; (1-f_1) + \beta \; .(t-f_1 (t-1)) + \sum_{i=1}^{k} \delta_i . (Z_{it} - f_1 Z_{it-1}) + (e_t - f_1 \; e_{t-1}) \qquad [19]$$

Regression [19] would be properly specified if f_1 were set at unity. Only in this case, which is equivalent to take first differences of equation [13], residuals (e_t-e_{t-1}) would be random. However, as was pointed out by Nelson and Kang the empirical standard deviation of f_1 is only 0.064 around the mean of 0.852 and sample values of f_1 are thus rarely close to unity. The problem of non-random and non-stationary disturbances is still present in [19]. It can be shown that the problem of spurious relationship of Y to time is partly alleviated by the transformation but it is still very strong. Lastly, continued

4 Chan-Hayya and Ord (1977) have shown that when the true model of a time series is a random walk (or more generally a DS model), the use of a linear deterministic time trend to eliminate a suspected trend will produce large spurious positive autocorrelations in the first few lags.

iteration of the Cochrane-Orcutt procedure improves the properties of estimates but only taking first differences is the correct and adequate procedure.

In order to avoid such problems, non-stationarity properties of time series data must be carefully examined. Thus, the tests for stationarity in difference as opposed to stationarity around a linear trend (DICKEY and FULLER, 1981) should be conducted prior to modelisation of non-stationary series in order to adequately determine the appropriate transformation of time series data. Most of the time, such tests can help avoiding to overestimate the size of the ACTC.

4 Concluding remarks

Although a great deal of empirical research on productivity and technical change measurement has taken place in the last decade, some important problems, which have been reviewed in this paper, have not been treated in a completely satisfactory manner. As an example, the existence of the dairy quota in the EC requires further analysis in order to correctly measure the impact of this policy instrument on the traditional index of total factor productivity. More generally, lessons derived from economic theory and time series analysis can contribute to a better understanding of the sources of variations in the patterns of productivity growth and technical change.

References

BERNDT, E.-R. and JORGENSON, D-W.: Energy, intermediate goods and production in an inter-industry econometric model of the US, 1947-71. - Paper presented at the World Congress of the Econometric Society. Toronto 1975.

BERNDT, E.-R. and FUSS, M-A.: Productivity measurement with adjustment for variations in capacity utilization and other forms of temporary equilibrium. - Journal of Econometrics 33 (1986), p.7-29.

BINSWANGER, H-P.: The measurement of technical change biases with many factors of production. - American Economic Review, vol. 64 (1974), p.964-976.

BLACKORBY, C., KNOX LOWELL, C.-A. and THURSBY, M.-C.: Extended Hicks neutral technical change. - Economic Journal, vol. 86, 1976, n°344, p. 845-852.

BROWN, R.-S. and CHRISTENSEN, L.-R.: Estimating elasticities of substitution in a model of partial static equilibrium: an application to U.S. agriculture, 1947 to 1974. - In: Berndt and Field (ed.): Modelling and Measuring Natural Resource Substitution, Cambridge MA, MIT Press, 1976.

CHAN, K.-H., HAYYA, J.-C. and ORD, J.-K.: A note on trend removal methods: the case of polynomial regression versus variate differencing. - Econometrica 45 (1976), p. 737-744.

DICKEY, D.-A. and FULLER, W.-A.: Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. Econometrica 49 (1981), p. 1057-1072.

DIEWERT, W.-E.: Exact and superlative index numbers. - Journal of Econometrics 4 (1976), p. 115-145.

GUYOMARD, H. and VERMERSCH, D.: Derivation of long-run factor demands from short-run responses. - Agricultural Economics, vol.3 (1989), p. 213-230.

GUYOMARD, H. and TAVERA, C.: Technical change and agricultured supply-demand analysis: problems of measurement and problems of interpretation. - Working paper, INRA-ESR RENNES, 1989, 41 p.

KENNEDY, C. and THIRLWALL, A.: Technical progress: a survey. - Economic Journal, vol. 82 (1971), p. 11-72.

MAHE, L.-P. and GUYOMARD, H.: Supply behavior with production quotas and quasi-fixed factors. - Paper presented at 6èmes journées de microéconomie appliquée. Orléans, June 1989.

MORRISON, C.-J.: Subequilibrium in the North American Steel Industry: a study of short-run biases from regulation and utilisation fluctuations. - The Economic Journal, vol.98 (1988), p. 390-411.

NELSON, C.-R. and KANG, M.: Pitfalls in the use of time as an explanatory variable in regression. - Journal of Business and Economic Statistics 2 (1988), p.73-82.

NELSON, C.-R. and PLOSSER, C.: Trends and random walks in macroeconomic time series, some evidence and implications. - Journal of Monetary Economics 10 (1988), p.139-162.

OHTA, M.: A note on the duality between production and cost functions: rate of returns to scale and rate of technical progress. - Economic Studies Quarterly 25 (1974), p. 63-65.

SATO, R.: The estimation of biased technical progress and the production function. - International Economic Review, Vol. 11 (1974), p. 179-208.

SOLOW, R.: Technical change and the production function. - Review of Economics and Statistics, Vol. 39 (1957), n°3, p. 312-320.

SCHÄTZUNG VON PRODUKTION, FAKTOREINSATZ UND TECHNISCHEM FORTSCHRITT MIT EINER TRANSZENDENTAL LOGARITHMISCHEN GEWINNFUNKTION

von

H. BECKER und K. FRENZ, Braunschweig-Völkenrode

1 Einleitung

In den 60er und 70er Jahren wandte sich die Produktionstheorie, die sich zuvor vor allem mit dem traditionellen neoklassischen Ansatz mit Produktionsfunktionen und ihren mathematischen Ableitungen befaßte, verstärkt dem modernen dualen Ansatz mit Kosten- und - allgemeiner - Gewinnfunktionen zu, der ausgiebig von der mathematischen Theorie konvexer Mengen Gebrauch macht (ANTLE und CAPALBO, 1988, S. 24). Die empirische Anwendung von Kosten- und Gewinnfunktionen zur Schätzung von Faktornachfrage, Angebot sowie Formen des technischen Fortschritts fand in den letzten 15 Jahren unter neoklassisch orientierten Agrarökonomen weite Verbreitung (vgl. z.B. CAPALBO, 1988; GRINGS, 1985).

In diesem Beitrag sollen Ergebnisse von begrenzten Gewinnfunktionen vorgestellt werden, welche anhand von Durchschnittsdaten verschiedener wohlspezifizierter Betriebsgruppen geschätzt werden. Entsprechend den Möglichkeiten des Ansatzes werden mehrere Faktoren und mehrere Produkte einbezogen (vgl. z.B. WEAVER, 1983; HIGGINS, 1986 und SHUMWAY, 1983). Angebots-, Faktornachfrage- und Schattenpreisfunktionen (für fixe Faktoren) ergeben sich als Ableitungen der Gewinnfunktion. Aussagen über den technischen Fortschritt werden mit Hilfe einer Zeitvariablen aus den zugehörigen geschätzten Koeffizienten abgeleitet.

Der technische Fortschritt ist wesentliche Triebfeder der Produktivitätsentwicklung. Unabhängig von der geschätzten Gewinnfunktion werden anhand eines multilateralen TÖRNQVIST-Indexes Differenzen der Gesamtproduktivität zwischen verschiedenen Betriebsgruppen und zwischen verschiedenen Zeitpunkten geschätzt. Der Törnqvist-Index ist mit der gewählten transzendental logarithmischen Gewinnfunktion kompatibel und wird anhand der gleichen Daten ermittelt. Er stellt insofern eine adäquate Ergänzung der Berechnungen anhand der Gewinnfunktion dar.

Im zweiten Kapitel wird die Theorie des Konzeptes der Gewinnfunktion skizziert, ihre speziell gewählte Form dargestellt sowie der Törnqvist-Index kurz erläutert. Im dritten Kapitel werden zunächst die Daten und das praktische Vorgehen besprochen und schließlich Ergebnisse vorgestellt. In der Schlußbemerkung (Kapitel 4) wird auf Begrenzungen des Ansatzes hingewiesen, und es werden entsprechende Folgerungen für eine mögliche Verbesserung der Schätzungen gezogen.

2 Begrenzte Gewinnfunktion und Törnqvist-Index

Die Produktionsmöglichkeiten des landwirtschaftlichen Familienbetriebes sind generell begrenzt durch fixe oder quasi-fixe Produktionsfaktoren, Betriebsleiterfähigkeiten, Stand der Technik, die natürlichen Bedingungen usw. Diese durch Einschränkungen gekennzeichnete Produktion führt zu entsprechenden begrenzten Gewinnfunktionen, welche begrenzte Kosten- und Einnahmefunktionen als Sonderfälle einschließen (McFADDEN, 1978, S. 4). Es wird angenommen, daß die Betriebe den Gewinn maximieren, wobei sie I variable Produkte (positiv) und Produktionsfaktoren (negativ) Yi (i = 1, 2, ..., I) bei Vorliegen der Preise für variable Faktoren und Produkte Pi sowie von J fixen oder quasi fixen Faktoren Xj (j = 1, 2, ..., J) optimal kombinieren. Wj seien die Schattenpreise der fixen Faktoren. Der Stand der Technik der Betriebe in einer bestimmten Periode sei gegeben durch die Zeitvariable T und der Satz aller Produktionsmöglichkeiten durch das Symbol Z. Die begrenzte Gewinnfunktion G für ein Unternehmen ist dann gegeben durch (vgl. z.B. McKAY u.a., 1983, S. 323 ff)

$$(1) \quad G(P, X, T) = \max_{Y} \left\{ P \cdot Y;\ (Y, X, T) \in Z \right\}$$

Im Falle linear homogener Produktionsfunktionen ist (1) die Zielfunktion eines linearen Optimierungsmodells, das mit dem Ansatz der Gewinnfunktion die Annahme der Gewinnmaximierung gemein hat, welche problematisch ist. Die begrenzte Gewinnfunktion soll folgende Eigenschaften für alle Produktionsmöglichkeiten Z aufweisen (McKAY u.a., 1983, S. 325):

(2.1) G (P, X, T) ist linear homogen, stetig und konvex in P

(2.2) G (P, X, T) ist für alle gegebenen P stetig und konkav und linear homohomogen in X (zur linearen Homogenität, d.h. konstanten Skalenerträgen, vgl. BOUSSARD, 1987, S. 254)

(2.3) G (P, X, T) ist nicht abnehmend in X für alle vorgegebenen P und nicht abnehmend (nicht zunehmend) in Pi für alle X, wenn i ein Produkt (einen variablen Faktor) bezeichnet.

Wenn die genannten Eigenschaften erfüllt sind und die Erzeuger den Gewinn maximieren, enthält die Gewinnfunktion hinreichende Informationen, um die Transformationsfunktion zu bestimmen.
Ist die Gewinnfunktion differenzierbar, so gelten

(3) $\partial G / \partial P_i = Y_i$ (Hotellings Lemma)

und

(4) $\partial G / \partial X_j = W_j$ (Wj = Schattenpreis des fixen Faktors j)

Für die Berechnungen wurde folgende transzendental logarithmische Gewinnfunktion gewählt (vgl. z.B. WEAVER, 1983, S. 48 und McKAY u.a., 1983, S. 326 ff):

(5)

$$\ln G(P; X, t) = A + A_T \ln t + A_{TT} (\ln T)^2 + \sum_{i=1}^{I} a_{io} \ln P_i$$

$$+ \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{I} \sum_{h=1}^{I} a_{ih} \ln P_i \ln P_h + \sum_{i=1}^{I} a_{iT}\, t \ln P_i + \sum_{i=1}^{I} e_{iE} (0,1) \ln P_i$$

$$+ \sum_{j=1}^{J} b_{jo} \ln X_j + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{J} \sum_{k=1}^{K} b_{jk} \ln X_j \ln X_k$$

$$+ \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} c_{ij} \ln P_i \ln X_j + \sum_{j=1}^{J} b_{jT}\, t \ln X_j + \sum_{j=1}^{J} z_{jE} (0,1) \ln X_j$$

Die Zeit wird einbezogen, um Aussagen über die Art des technischen Fortschritts zu machen (vgl. BINSWANGER, 1974, S. 967). Die eiE und zjE sind Parameter, um Unterschiede zwischen den Betrieben zu berücksichtigen, die (vordergründig) mit unterschiedlicher Effizienz wirtschaften.
Um Symmetrie der Ableitungen zweiter Ordnung sicherzustellen, werden folgende Restriktionen in das Modell aufgenommen:

(5.1) $$a_{ih} = a_{hi},\ b_{jk} = b_{kj},\ i, h = 1, \ldots, I;\ j, k = 1, \ldots, J$$

h für variable Faktoren und Produkte
j für fixe Faktoren

Die Annahme linearer Homogenität in den Preisen sowie in den fixen Faktoren ergibt:

(5.2) $$\sum_{i=1}^{I} a_{io} = 1, \quad \sum_{i=1}^{I} a_{ih} = 0 \quad \text{for all } h \neq 0$$

$$\sum_{i=1}^{I} c_{ij} = 0 \quad \text{for all } j \neq 0, \quad \sum_{i=1}^{I} a_{iT} = 0, \quad \sum_{i=1}^{I} e_{iE} = 0$$

und

(5.3) $$\sum_{j=1}^{J} b_{jo} = 1, \quad \sum_{j=1}^{J} b_{jk} = 0 \quad \text{für alle } k \neq 0$$

$$\sum_{j=1}^{J} c_{ij} = 0 \quad \text{for all } i \neq 0, \quad \sum_{j=1}^{J} b_{jT} = 0, \quad \sum_{j=1}^{J} z_{jE} = 0$$

Die gewünschten Eigenschaften der Kurve erfordern, daß die Hessesche Matrix der Elemente $\partial^2 G / \partial P_i \ \partial P_h$ positiv semi-definit und die Hessesche Matrix der Elemente $\partial^2 G / \partial X_j \ \partial X_h$ negativ semi-definit ist. Dies wird nicht im voraus sichergestellt.

Die ökonometrische Schätzung beruht auf den Anteilen (Si) der Variablen Yi am Gewinn, welche sich zu Eins addieren sowie den Anteilen (Rj) der fixen Faktoren Xj am Gewinn, die sich ebenfalls zu Eins addieren. Wegen dieser Additionseigenschaft sind nur I-1 plus J-1 Anteilsgleichungen zu schätzen (vgl. McKAY u.a., 1983, S. 328). Diese Anteilsgleichungen haben folgende Form:

$$(6)\quad S_i = \frac{\partial \ln G}{\partial \ln P_i} = a_{io} + \sum_{h=2}^{I} a_{ih} \ln (P_i/P_1) + \sum_{j=2}^{J} c_{ij} \ln (X_j/X_1) + a_{iT}\, T + \sum_{i=1}^{I} e_{iE}\ (0,1)$$

$$(7)\quad R_j = \frac{\partial \ln G}{\partial \ln X_j} = b_{jo} + \sum_{j=2}^{J} b_{jk} \ln (X_j/X_1) + \sum_{i=2}^{I} c_{ij} \ln (P_i/P_1) + b_{jT}\, T + \sum_{j=1}^{J} z_{jE}\ (0,1)$$

Die Koeffizienten aiT und bjT sind ein Maß für den "Bias" des technischen Fortschritts. Ein positives aiT bedeutet, daß der technische Fortschritt auf eine Erhöhung der Variablen i, d.h. Erhöhung des betreffenden Outputs bzw. Verminderung des betreffenden variablen Faktoreinsatzes (im Modell negativ) hinwirkte. Ein negatives (positives) bjT zeigt, daß der technische Fortschritt auf einen verminderten (vermehrten) Anteil des fixen Faktors j hinwirkte.

Aus den Koeffizienten der Gleichungen (6) und (7) und den Anteilen Si und Rj lassen sich verschiedene Elastizitäten gewinnen (McKAY u.a., 1983, S. 329):
Die partielle Elastizität der variablen Menge Yi (Produkte und variable Inputs) bezüglich des Preises h:

$$(8)\quad \frac{\partial Y_i}{\partial P_h}\frac{P_h}{Y_i} = \varepsilon_{ih}\ (P;\ X,\ T) = \begin{cases} S_h + a_{ih} / S_i & i,\ h = 1,\ \ldots,\ I\ \ i \neq h \\ S_i + a_{ii} / S_i - 1 & i = 1,\ \ldots,\ I \end{cases}$$

Die partielle Elastizität des Schattenpreises des fixen Faktors j (Wj) bezüglich der Menge des fixen Faktors k:

$$(9)\quad \frac{\partial W_j}{\partial X_k}\frac{X_k}{W_j} = \eta_{jk}\ (P;\ X,\ T) = \begin{cases} R_k + b_{jk} / R_j & j,\ k = 1,\ \ldots,\ J\ \ j \neq k \\ R_j + b_{jj} / R_j - 1 & j = 1,\ \ldots,\ J \end{cases}$$

Die partielle Elastizität der variablen Menge Yi bezüglich der Menge des fixen Faktors j:

$$(10)\quad \frac{\partial Y_i}{\partial X_j}\frac{X_j}{Y_i} = \xi_{ij}\ (P;\ X,\ T) = R_j + c_{ij} / S_i \qquad \begin{matrix} i = 1,\ \ldots,\ I \\ j = 1,\ \ldots,\ J \end{matrix}$$

Die partielle Elastizität des Schattenpreises des fixen Faktors j (Wj) bezüglich des Preises Pi:

$$(11)\quad \frac{\partial W_j}{\partial P_i}\frac{P_i}{W_j} = \rho_{ji}\ (P;\ X,\ T) = S_i + c_{ij} / R_j \qquad \begin{matrix} i = 1,\ \ldots,\ I \\ j = 1,\ \ldots,\ J \end{matrix}$$

Die zeitliche Entwicklung der Gesamtproduktivität kann als Maß für den technischen Fortschritt betrachtet werden. Die verwendeten Anteilsgleichungen (6) und (7) lassen keinen Schluß auf die globale Produktivitätsentwicklung zu. Der Törnqvist-Index ist das einer translogarithmischen Produktionsfunktion entsprechende Produktivitätsmaß (DIEWERT, 1974, S. 79 ff). Er wird zusätzlich zu den Gleichungen (6) und (7) verwendet, um Aussagen über den technischen Fortschritt sowie die Produktivitätsunterschiede zwischen Betriebsgruppen zu machen. Der Törnqvist-Index λ fg ist wie folgt definiert:

$$(12) \qquad \lambda_{f,g} = \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M} (Q_m^f + \bar{Q}_m) \ln \frac{L_m^f}{\bar{L}_m} - \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M} (Q_m^g + \bar{Q}_m) \ln \frac{L_m^g}{\bar{L}_m}$$

f, g bezeichnen Beobachtungen im Datensatz (unterschiedliche Betriebe, Betriebsgruppen und/oder Zeitpunkte). Qm Anteil des Faktors m (negativ) bzw. des Produkts m (positiv) am Wert der Produktion (es gilt das Ausschöpfungstheorem). Lm Volumen des Faktors m (negativ) bzw. des Produkts m (positiv). In den Index gehen die gleichen Faktoren und Produkte ein wie in die translogarithmische Gewinnfunktion. Es wird ebenfalls eine linear homogene Produktionsfunktion sowie Gewinnmaximierung unterstellt. Der Index λ fg ist Eins, wenn die beiden miteinander verglichenen Betriebe (Betriebsgruppen) eine gleiche Gesamtproduktivität aufweisen.

3 Empirische Berechnungen

3.1 Verwendete Daten und Vorgehen

Zur Schätzung der translog-Gewinnfunktion (5) anhand der Anteilsgleichungen (6, 7) wurden für den Zeitraum 1977/78 bis 1987/88 jährliche Betriebsdaten (insgesamt rd. 200 Betriebe) aus vier Kammerbezirken in Norddeutschland (Hannover, Weser-Ems, Westfalen-Lippe, Rheinland) verwendet. Die Daten wurden differenziert nach Regionen, Betriebsformen (Übersicht 1), Gewinnhöhe (hoch 25 %, mittel 50 %, niedrig 25 % der Betriebe) und Fläche (< 20 ha, 20-30 ha, 30-50 ha, 50-100 ha). Die Produktpreise wurden aus veröffentlichten Betriebserhebungen gewonnen und für die Produktkategorien (Übersicht 1) gewogene Preisindizes gebildet. Das Volumen (Yi im Modell positiv) der verkauften Produkte wurde anhand der aktuellen Verkäufe durch Deflationieren mit entsprechenden sektoralen Preisindizes ermittelt. Das Volumen des fixen Faktors Boden wurde anhand der Pachtpreise ermittelt. Der produktionswirksame Kapitaleinsatz wurde durch Abschreibung (Gebäude auf 25 Jahre, Maschinen und Anlagen auf 10 Jahre) und durch eine Bewertung des vorhandenen Kapitals mit den aktuellen Zinssätzen gewonnen. Das Viehkapital wurde proportional zum Viehbestand angenommen. Das Arbeitsvolumen bzw. der Anteil der Arbeit am Gewinn wurde nicht direkt bestimmt. Diese Größen ergeben sich als Rest, da der Anteil aller fixen Faktoren am Gewinn Eins sein muß (lineare Homogenität). Die Volumina der variablen Inputs und ihrer Gewinnanteile ergeben sich aus den Aufzeichnungen der Betriebe. Die Preise variabler Inputs wurden aus regionalen Daten unter Annahme steigender Tendenz mit sinkender Betriebsgröße und sinkendem Gewinniveau ermittelt.

Wesentliche Parameter der translog-Gewinnfunktion wurden anhand der Anteilsgleichungen (6) und (7) unter Berücksichtigung der Bedingungen (5.1), (5.2) und (5.3) mit Hilfe des von Zellner entwickelten Verfahrens zur Schätzung scheinbar beziehungsloser (seemingly unrelated) Regressionsgleichungen gewonnen, wobei nur J-1 (Zahl variabler Faktoren und Produkte minus Eins) plus I-1 (Zahl der fixen Faktoren minus Eins) Anteile geschätzt wurden. Die benötigten relativen Preise wurden gewonnen, indem die ursprünglichen Preise durch den Preis des nicht direkt einbezogenen Produkts (andere tierische Produkte) geteilt wurden. Der Anteil der Arbeit am Gewinn wurde indirekt

die ursprünglichen Preise durch den Preis des nicht direkt einbezogenen Produkts (andere tierische Produkte) geteilt wurden. Der Anteil der Arbeit am Gewinn wurde indirekt ermittelt. Alle Datensätze, in denen rechnerisch ein n e g a t i v e r Anteil der Arbeit am Gewinn resultiert, wurden von den Berechnungen ausgeschlossen. Die Schätzungen erfolgten zunächst für die Betriebsformen (Übersicht 1) anhand der Zeitreihen der Querschnittsdaten (Berücksichtigung von Unterschieden der Flächen und der Gewinnhöhe durch 01-Variable). Darüber hinaus wurden für Betriebe mit unterschiedlicher Fläche und unterschiedlichem Gewinn jeweils getrennte Schätzungen durchgeführt.

Übersicht 1: Variablen des translog-Gewinnmodells für unterschiedliche Betriebsformen

Variablen \ Betriebsformen	Futterbau-betriebe	Marktfrucht-betriebe	Veredlungs-betriebe	Gemischt-betriebe
Vorleistungen				
Zugekauftes Futter	x	x	x	x
Viehzukäufe	x	x	x	x
Mineraldünger	x	x	x	x
Übrige Vorleistungen	x	x	x	x
Produkte				
Getreide 1)		x		
Übrige Feldfrüchte	x	x	x	x
Schweine	x	x	x	x
Milch 2)	x			x
Andere tierische Produkte	x	x	x	x
Fixe Faktoren				
Arbeit	x	x	x	x
Boden	x	x	x	x
Kapital I 3)	x	x	x	x
Kapital II 4)			x	

1) Sofern Getreide nicht gesondert berücksichtigt ist, ist es in den "übrigen Feldfrüchten" enthalten.
2) Sofern Milch nicht gesondert berücksichtigt ist, ist sie in den "anderen tierischen Produkten" enthalten.
3) Maschinen, Anlagen, Gebäude und Viehkapital für alle außer intensiven Viehhaltungsbetrieben.
4) Viehkapital gesondert nur für intensive Viehhaltungsbetriebe.

3.2 E r g e b n i s s e

3.2.1 Die globale Faktorproduktivität

Die Aussagen zur globalen Faktorproduktivität beruhen auf dem TÖRNQVIST-Index (12). Der Produktivitätsindex in Übersicht 2 zeigt an, wie sich die Produktivität der regionalen Betriebsformen (Durchschnitt) zur durchschnittlichen Produktivität a l l e r einbezogenen Betriebe verhält. Futterbau- und Gemischtbetriebe weisen in allen Regionen eine überdurchschnittliche Produktivität auf (Index > 1). Außer in Westfalen-Lippe ist die Produktivität der Veredlungsbetriebe am geringsten.

Übersicht 2: Produktivitätsindex und weitere Kennzahlen nach Regionen und Betriebsformen

Region Betriebsform	Produktivitätsindex	Pacht DM/ha	Verkäufe (DM/ha) tier. Produkte	Verkäufe (DM/ha) Marktfrüchte	Käufe (DM/ha) Vieh	Käufe (DM/ha) Düngemittel	Käufe (DM/ha) Pestizide	Käufe (DM/ha) Futtermittel	Verbrauch von eigenerzeugtem Kraftfutter	Viehbestand GVE/100 ha	Gewinn DM/ha
Hannover											
Futterbaubetriebe	1.049	309	4472	416	356	362	50	1129	336	185	865
Marktfruchtbetriebe	0.947	420	1673	2765	401	403	196	540	250	72	842
Veredlungsbetriebe	0.745	385	9041	895	1041	301	104	4056	863	428	1278
Gemischtbetriebe	1.060	368	5240	896	855	362	97	1676	693	229	827
Alle Betriebe	0.972	373	3824	1560	507	373	126	1252	395	167	896
Weser-Ems											
Futterbaubetriebe	1.045	379	5651	198	491	361	29	1717	289	224	1011
Marktfruchtbetriebe	0.903	437	2328	2149	640	345	189	930	1091	116	511
Veredlungsbetriebe	0.812	443	10052	771	1692	304	80	4719	855	496	1165
Gemischtbetriebe	1.060	420	7895	594	1589	368	72	2912	734	324	1122
Alle Betriebe	0.968	413	6993	687	1103	345	73	2730	648	309	1019
Westfalen-Lippe											
Futterbaubetriebe	1.094	347	6751	300	1120	380	47	2003	499	253	1012
Marktfruchtbetriebe	0.805	393	3536	1871	1010	389	165	914	787	147	746
Veredlungsbetriebe	0.958	429	11123	524	2058	325	106	4396	1417	505	1456
Gemischtbetriebe	1.059	379	8851	500	2307	361	88	2676	1036	351	1166
Alle Betriebe	0.981	385	7460	789	1564	365	99	2464	908	309	1088
Rheinland											
Futterbaubetriebe	1.102	394	6627	516	573	397	41	1814	200	247	1458
Marktfruchtbetriebe	1.091	513	2616	3503	669	452	186	1002	167	107	1228
Veredlungsbetriebe	0.978	460	11386	1517	2039	329	118	4892	881	501	1723
Gemischtbetriebe	1.112	502	8334	1657	1925	416	115	2978	494	355	1401
Alle Betriebe	1.083	454	6001	1785	915	409	108	2034	303	241	1408

Durchschnitte aus Betriebsdaten (Landwirtschaftskammer), Zeitraum 1977/78 bis 1987/88.
Gewinn, eigenerzeugtes Kraftfutter, Käufe und Verkäufe in Volumen/ha.

Für Westfalen-Lippe ergeben sich beim Vergleich mit allen einbezogenen Betrieben der Region für unterschiedliche Betriebsformen, Flächenausstattung und Gewinniveaus die in Übersicht 3 aufgeführten durchschnittlichen Produktivitätsindizes. Die Produktivität ist in Futterbau- und Gemischtbetrieben am höchsten und sinkt - wie zu erwarten - in der Regel (Ausnahme intensive Viehhaltungsbetriebe unter 20 ha) mit abnehmendem Gewinniveau. Wegen der begrenzten Datenmenge wurde für größere Betriebe teilweise nur ein (durchschnittliches) Gewinniveau berücksichtigt (Übersicht 3). Die Zahlen lassen auch in den übrigen Betriebsgruppen nicht auf eine mit der Fläche ansteigende Faktorproduktivität schließen. Die globale Faktorproduktivität stieg - je nach den Umständen - zwischen Null und 3 % p.a. an.

Übersicht 3: Produktivitätsindex verschiedener Betriebsformen in Westfalen-Lippe nach Größen- und Gewinnniveau

Betriebs-größe	Gewinn-niveau	Futterbau-betriebe	Marktfrucht-betriebe	Veredlungs-betriebe	Gemischt-betriebe
unter 20 ha	hoch	1.201		0.894	1.206
unter 20 ha	mittel	1.061		1.040	1.068
unter 20 ha	niedrig	0.881		0.896	0.868
20 bis unter 30 ha	hoch	1.200	1.121	1.220	1.215
20 bis unter 30 ha	mittel	1.084	0.944	1.060	1.059
20 bis unter 30 ha	niedrig	0.968	0.628	0.967	0.865
30 bis unter 50 ha	hoch	1.265	1.044	1.237	
30 bis unter 50 ha	mittel	1.114	0.969	1.053	1.111
30 bis unter 50 ha	niedrig	0.961	0.879	0.952	
bis 100 ha	hoch	1.287			
bis 100 ha	mittel	0.981	0.943	0.749	1.110
bis 100 ha	niedrig	0.870			

Auf der Grundlage von durchschnittlichen Betriebsdaten (Landwirtschaftskammer).

Es ist zu betonen, daß die vorgestellten Ergebnisse unter der Annahme konstanter Skalenerträge und gewinnmaximierenden Verhaltens gewonnen wurden.

3.2.2 Ergebnisse anhand der begrenzten translogarithmischen Gewinnfunktion

Die Eigenpreiselastizitäten lassen erste Schlüsse auf die Eignung des Modellansatzes zu. Die Eigenpreiselastizitäten der variablen Faktoren haben in den einzelnen Regionen und Betriebssystemen das nach Annahme (2.2) erwartete negative Vorzeichen (Übersicht 4). Die Eigenpreiselastizitäten des Produktangebots sind entgegen den Erwartungen und theoretischen Annahmen oft negativ. So zeigen z.B. die Futterbaubetriebe in den Kammerbezirken Hannover und Weser-Ems bei allen Produktgruppen das "falsche" (negative) Vorzeichen.

In der Regel hat die Elastizität der Schattenpreise bezüglich der Menge des jeweiligen fixen Faktors das erwartete negative Vorzeichen (Ausnahmen: Weser-Ems, Futterbaubetriebe, Arbeit und Kapital I sowie Rheinland, Futterbaubetriebe, Arbeit bzw. Marktfruchtbetriebe, Kapital I).
Mindestvoraussetzung einer zuverlässigen Schätzung des Verhaltens der Betriebe ist, daß sämtliche Elastizitäten das "richtige" Vorzeichen aufweisen. Auch Durchschnittsbildung für Mengen mehrerer Jahre oder Einbeziehen von zeitlich versetzten Preisvariablen änderten wenig an dem mißlichen Umstand, daß die Reaktionen oft das falsche Vorzeichen aufweisen. Durch entsprechende Ungleichungen könnten "richtige" Vorzeichen erzwungen werden (ANTLE und CAPALBO, 1988, S. 83). Es ist jedoch sehr willkürlich, wenn in einem quantitativen Modell schon qualitative Merkmale erzwungen werden müssen.

Die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Produkten und Faktoren zeigen sich in entsprechenden Kreuzbeziehungen. In Übersicht 5 sind als Beispiel partielle Elastizitäten von Veredlungsbetrieben in Westfalen-Lippe dargestellt. Die Eigenpreiselastizität der Faktornachfrage bei Futter und Zuchtvieh ist (absolut) sehr hoch, während die Eigenpreiselastizität der Mineraldüngernachfrage sehr gering ist (Übersicht 5, Rechteck I). Die Vorzeichen der Kreuzbeziehungen zwischen den Betriebszweigen zeigen keine Konkurrenzbeziehungen an. Dies ist z.B. im Falle "Schweine - andere Viehhaltung" zumindest verwunderlich. Die hohe Eigenpreiselastizität der Schweineproduktion entspricht hingegen den Erwartungen. Wird der Preis eines beliebigen variablen Faktors erhöht, so nehmen die Mengen aller variablen Faktoren und Produkte ab. Dies deutet auf einen stark komplementären Charakter der Produktion hin. Dies wird erhärtet durch die in der Regel positiven Einflüsse der Produktpreise auf alle variablen Mengen (Ausnahme: Sinnwidriges negatives Vorzeichen der Eigenpreiselastizität der Marktfrüchte). Die "Mengen-Mengen-Beziehungen" (Übersicht 5, Rechteck II) zeigen eine starke positive Beziehung zwischen dem Viehkapital einerseits, und der Futtermenge, dem zugekauften Vieh, der Schweineproduktion und der Viehhaltung andererseits auf. Eine schwächere positive Beziehung weisen Arbeit und Fläche einerseits und die variablen Faktor- und Produktmengen andererseits auf. Der Einfluß von Gebäuden und Anlagen auf die variablen Input- und Outputmengen erscheint sehr gering. Die Schattenpreise der fixen Faktoren reagieren besonders stark negativ auf Preissenkungen für Schweine. Der Schattenpreis für Boden reagiert erwartungsgemäß stark auf Änderungen der Marktfruchtpreise. Die Schattenpreise sinken mit zunehmenden Input- und abnehmenden Outputpreisen (Ausnahme: Mineraldünger - Gebäude und Anlagen sowie Viehkapital).

Übersicht 4: Eigenpreiselastizität von Faktoren und Produkten in norddeutschen Regionen nach Betriebsformen

Betriebsform Region	Vorleistungen				Produkte					Inverse Schattenpreiselastizität fixer Faktoren			
	Futter	Vieh	Dünger	Übrige Vorleistungen	Getreide	Übrige Feldfrüchte	Schweine	Milch	Übrige tier. Produkte	Arbeit	Boden	Kapital I 1)	Kapital II 2)
Futterbaubetriebe													
Hannover	-1.63	-1.03	-2.35	-0.24		-0.80	-1.42	-0.45	-0.84	-0.73	-0.81	-0.61	
Weser-Ems	-2.64	-1.70	-1.89	-1.94		-0.10	-0.22	-0.01	-0.55	0.06	-0.21	0.31	
Westfalen-Lippe	-1.44	-0.90	-1.38	-2.09		1.49	-0.87	-0.48	-1.12	-0.57	-0.77	-0.58	
Rheinland	-1.87	-1.66	-1.23	-2.32		1.62	-0.21	0.53	-0.92	0.06	-0.45	-0.26	
Marktfruchtbetriebe													
Hannover	-1.46	-1.06	-1.43	-2.45	1.28	0.06	-1.15		-0.81	-0.15	-0.21	-0.16	
Weser-Ems	-2.12	-1.04	-1.32	-2.03	0.49	-1.18	0.03		-0.75	-0.58	-0.37	-0.50	
Westfalen-Lippe	-2.70	-1.17	-1.08	-4.08	0.39	-0.91	0.05		-0.20	-0.60	-0.60	-0.60	
Rheinland	-1.75	-0.68	-0.84	-2.16	1.37	-1.63	0.05		0.17	-0.27	-1.27	0.12	
Veredlungsbetriebe													
Hannover	-2.64	-1.71	-1.61	-2.20		0.46	1.39		-0.88	-0.53	-1.56	-0.69	-1.38
Weser-Ems	-2.88	-1.39	-1.15	-1.74		-0.28	1.66		-0.65	-0.86	-1.28	-0.86	-1.33
Westfalen-Lippe	-2.85	-2.83	-0.78	-1.57		-0.39	2.02		0.42	-0.36	-0.86	-0.80	-1.52
Rheinland	-2.08	-0.86	-1.10	-1.60		-0.64	0.94		0.47	-0.87	-0.87	-0.99	-1.49
Gemischtbetriebe													
Hannover	-1.65	-0.73	-1.33	-1.82		-0.11	0.09	-0.27	-0.85	-0.44	-1.32	-0.45	
Weser-Ems	-2.48	-1.69	-0.77	-3.14		-0.28	0.77	-0.77	-0.38	-0.15	-0.76	-0.08	
Westfalen-Lippe	-1.48	-2.06	-1.19	-1.70		-0.37	0.90	-0.15	-0.50	-0.11	-0.52	-0.19	
Rheinland	-3.61	-3.10	-1.95	-3.23		-0.34	1.90	-0.90	-0.69	-0.44	-0.01	-0.50	

Quelle: Translog-Modell für die Betriebsformen mit den Durchschnittsdaten für alle Gewinniveaus und Betriebsgrößen
1) Maschinen, Gebäude und Anlagen sowie Viehkapital für Futterbau-, Marktfrucht- und Gemischtbetriebe.
Für Veredlungsbetriebe ohne Viehkapital.
2) Viehkapital gesondert für Veredlungsbetriebe.

Der Mehreinsatz eines fixen Faktors führt c.p. stets zu einem sinkenden Schattenpreis desselben (Übersicht 5, Rechteck IV, Diagonale). Das Vorzeichen der Kreuzbeziehungen deutet in der Regel auf komplementäre Beziehungen zwischen den fixen Faktoren hin (Ausnahme: Gebäude und Anlagen - Viehkapital).

Die Schätzungsergebnisse sind schon wegen der zum großen Teil negativen Eigenpreiselastizität des Angebots unbefriedigend und widersprechen den theoretischen Annahmen. Dies gilt auch für die Veredlungsbetriebe in Westfalen-Lippe (z.B. negative Angebotselastizität für "andere Früchte"). Es ist anzunehmen, daß mit den teilweise widersinnigen Angebotskoeffizienten auch die Koeffizienten verzerrt sind, die Aufschluß über den technischen Fortschritt geben (aiT bzw. bjT in den Gleichungen (6) und (7)). Dennoch sollen einige Ergebnisse vorgestellt werden.

Das Vorzeichen des Bias (Übersicht 6) deutet an, daß der technische Fortschritt die Nutzung der Faktoren Arbeit (fix), zugekauftes Vieh und Düngemittel (variabel) in der Regel relativ verstärkte und den Einsatz von Boden, Kapital (fix), Futter und anderen variablen Faktoren relativ verminderte. Der technische Fortschritt begünstigte überwiegend die Produktion von Feldfrüchten und Milch, also Boden nutzende Aktivitäten. Für die Schweineproduktion und die Erzeugung anderer tierischer Erzeugnisse lassen sich keine generellen Aussagen machen.

4 Folgerungen

Anhand der linearen Optimierung läßt sich zeigen, daß fast alle Betriebe ihren Gewinn steigern könnten. Somit sind Zweifel angebracht, daß die Betriebe - wie bei der vorgestellten Anwendung der Gewinnfunktion unterstellt - tatsächlich den Gewinn maximieren und sich jederzeit im entsprechenden Gleichgewicht befinden. Die vorhandenen Daten lassen auf große individuelle Unterschiede der einzelnen Betriebe im Verhalten und der jeweils angewandten Technik schließen. Diesem Umstand wird der Ansatz nicht gerecht. Durch die Annahme eines zu jedem Zeitpunkt bestehenden statischen Gleichgewichts werden wichtige dynamische Aspekte vernachlässigt. Diese sollten, wie z.B. schon 1972 von Johansen betont, stärker in die Betrachtung einbezogen werden. Trotz dieser Einwände könnte versucht werden, die Berechnungen im vorgestellten Modell befriedigender zu gestalten.

Es bieten sich u.a. folgende Modifikationen an:
1. Verwendung von Mehrjahresdurchschnitten für Faktor- und Produktmengen, um den Zufallscharakter dieser Größen (Wetter) zu nivellieren.
2. Verwendung der Daten von identischen Betrieben.
3. Berechnung der optimalen Produktion bei gegebenem Faktoreinsatz und Verwendung der errechneten "optimalen Produktion" für die Bestimmung des technischen Fortschritts.

Übersicht 5: Partielle Elastizitäten für Veredlungsbetriebe in Westfalen-Lippe

		Preis				Preis				Volumen			
		Futter	Zugek. Vieh	Dünger	Übrige Vorleistungen	Feld-früchte	Schweine	Übrige tier. Erzeugnisse		Arbeit	Boden	Maschinen, Gebäude, Anlagen	Vieh-kapital
Volumen													
Futter	I	-2.85	-0.91	-0.09	-0.22	2.79	0.66	0.38	II	0.13	0.15	-0.34	1.01
Zugek. Vieh		-2.43	-2.83	-0.27	-0.57	3.16	1.74	0.97		0.50	0.16	0.01	1.25
Düngemittel		-1.64	-1.80	-0.78	-0.42	2.49	1.60	0.31		0.42	0.11	-0.02	0.09
Andere Vorleistungen		-1.27	-1.25	-0.14	-1.57	2.60	0.62	0.78		0.43	0.13	-0.02	-0.12
Feldfrüchte		-2.02	-1.16	-0.07	-0.25	-0.39	1.02	0.54		0.46	0.13	0.00	0.21
Schweine		-1.75	-0.90	-0.13	-0.29	2.77	2.02	0.37		0.32	0.11	-0.11	0.78
Übrige tier. Erzeugnisse		-1.92	-1.82	-0.09	-0.67	3.02	2.13	0.42		0.59	0.39	-0.13	0.52
Schattenpreis													
Arbeit	III	-1.37	-0.36	-0.10	-0.24	0.31	2.47	0.30	IV	-0.36	0.12	0.11	0.01
Boden		-1.88	-0.84	-0.24	-0.32	1.43	2.50	0.34		0.66	-0.86	0.20	0.06
Maschinen, Gebäude, Anlagen		-1.84	-1.03	0.01	-0.29	0.76	3.09	0.31		0.35	0.12	-0.80	-0.10
Viehkapital		-1.80	-1.02	-0.05	-0.28	0.55	3.11	0.39		0.12	0.13	-0.38	-1.52

I = partielle Elastizität der Vorleistungen und Produkte bezüglich der Preise
II = partielle Elastizität der Vorleistungen und Produkte bezüglich des Volumens fixer Faktoren
III = partielle Elastizität der Schattenpreise fixer Faktoren bezüglich der Preise von Vorleistungen und Produkten
IV = Schattenpreiselastitzität fixer Faktoren bezüglich des Volumens fixer Faktoren

Übersicht 6: Kennzahlen des nicht-neutralen technischen Fortschritts

Betriebsform Region	Kennzahlen für Vorleistungen 1)				Kennzahlen für Produkte 2)					Kennzahlen für fixe Faktoren 3)			
	Futter	Vieh	Dünger	Übrige Vorleistungen	Getreide	Übrige Feldfrüchte	Schweine	Milch	Übrige tier. Produkte	Arbeit	Boden	Kapital I 4)	Kapital II 5)
Futterbaubetriebe													
Hannover	0.074	-0.056	-0.064	0.046		0.012	0.004	0.032	-0.048	0.087	-0.016	-0.071	
Weser-Ems	0.063	-0.081	-0.069	0.089		0.081	0.056	-0.091	-0.045	0.080	-0.018	-0.062	
Westfalen-Lippe	0.079	-0.090	-0.082	0.094		0.021	0.017	-0.027	-0.012	0.113	-0.030	-0.083	
Rheinland	0.050	-0.055	-0.077	0.082		0.053	0.053	0.002	-0.107	0.095	-0.026	-0.069	
Marktfruchtbetriebe													
Hannover	-0.065	-0.056	-0.037	0.159	0.060	-0.128	0.047		0.020	0.065	-0.032	-0.033	
Weser-Ems	0.057	-0.087	-0.107	0.136	0.002	0.116	-0.106		-0.011	0.155	-0.045	-0.110	
Westfalen-Lippe	0.039	-0.098	-0.082	0.141	-0.019	0.109	0.004		-0.094	0.145	-0.058	-0.087	
Rheinland	0.006	-0.035	-0.057	0.085	0.098	-0.005	-0.095		0.003	0.096	-0.047	-0.049	
Veredlungsbetriebe													
Hannover	0.180	-0.043	-0.161	0.025		0.163	-0.077		-0.087	0.077	-0.016	-0.051	-0.010
Weser-Ems	0.413	-0.076	-0.359	0.023		0.344	-0.594		0.250	0.140	-0.030	-0.081	-0.029
Westfalen-Lippe	0.459	-0.039	-0.351	-0.070		0.358	-0.622		0.265	0.173	-0.053	-0.095	-0.025
Rheinland	0.340	0.070	-0.456	0.048		0.419	-0.834		0.416	0.174	-0.052	-0.093	-0.029
Gemischtbetriebe													
Hannover	0.071	-0.118	-0.068	0.116		-0.039	0.002	0.046	-0.010	0.104	-0.029	-0.075	
Weser-Ems	0.211	-0.046	-0.185	0.020		0.148	-0.390	0.142	0.100	0.110	-0.020	-0.090	
Westfalen-Lippe	0.134	-0.092	-0.172	0.130		0.084	-0.280	0.079	0.117	0.112	-0.026	-0.086	
Rheinland	0.024	-0.164	-0.005	0.145		0.029	0.093	-0.094	-0.028	0.050	-0.013	-0.037	

Quelle: Translog-Modell mit regionalen Durchschnittsdaten

1) a_{iT} der jeweiligen Vorleistungen minus durchschnittliches a_{iT} aller Vorleistungen (Gleichung 6).
Positive Kennzahl bedeutet fortschrittsbedingte Einsparungen im Vergleich zum Durchschnitt aller Vorleistungen.

2) a_{iT} des jeweiligen Produkts minus durchschnittliches a_{iT} aller Produkte (Gleichung 6).
Positive Kennzahl bedeutet forschrittsbedingte Mehrproduktion im Vergleich zum Durchschnitt aller Produkte.

3) b_{jT} des jeweiligen fixen Faktors minus durchschnittliches b_{jT} aller fixen Faktoren (Gleichung 7).
Positive Kennzahl bedeutet fortschrittsbedingten Mehreinsatz im Vergleich zum Durchschnitt aller fixen Faktoren.

4) Maschinen, Gebäude und Anlagen sowie Viehkapital für Futterbau-, Marktfrucht- und Gemischtbetriebe.
Für Veredlungsbetriebe ohne Viehkapital.

5) Viehkapital gesondert für Veredlungsbetriebe.

Soll die Dynamik der Entscheidungen über Produktionsfaktoren und Produktionsmengen (ANTLE, 1988, S. 336; BERNDT u.a., 1981) berücksichtigt werden, so ergeben sich u.a. folgende Probleme:

1. Formulierung unterschiedlicher Erwartungen und Ziele, um die bestehenden Gewinnmaximierungsmodelle zu ergänzen oder zu ersetzen.
2. Entwicklung von anwendbaren Modellen, welche die unterschiedlichen Erträge von quasi-fixen Faktoren und Kapital sowie Liquiditätsaspekte berücksichtigen.
3. Abbildung der Anpassungsprozesse und -kosten für quasi-fixe Inputs.

Literaturverzeichnis

ANTLE, J.M.: Dynamics, Causality, and Agricultural Productivity. - In: CAPALBO, S.M. und ANTLE, J.M. (Hrsg.): Agricultural Productivity. O.O. 1988, S. 332-365.

ANTLE, J.M. und CAPALBO, S.M.: An Introduction to Recent Developments in Production Theory and Productivity Measurement. - In: CAPALBO, S.M. und ANTLE, J.M. (Hrsg.): Agricultural Productivity. O.O. 1988, S. 17-95.

BERNDT, E.R.C., MORRISON, C.J. und WATKINS, G.C.: Dynamic Models of Energy Demand: An Assessment and Comparison. - In: BERNDT, E.R. und FIELD, B.C. (Hrsg.): Modelling and Measuring Natural Resource Substitution. Cambridge (Massachusetts) and London 1981.

BOUSSARD, J.M.: Economie de l'agriculture. - Paris 1987.

BINSWANGER, H.P.: The Measurement of Technical Change Biases with Many Factors of Production. - American Economic Review 64 (1974), S. 964-976.

CAPALBO, S.M.: A Comparison of Econometric Models of U.S. Agricultural Productivity and Aggregate Technology. - In: CAPALBO, S.M. und ANTLE, J.M. (Hrsg.): Agricultural Productivity. O.O. 1988, S. 159-188.

DIEWERT, W.E.: Application of Duality Theory. - In: INTRILLIGATOR, M. und KENDRICK, D.A. (Hrsg.): Frontiers of Quantitative Economics, Vol II. Amsterdam 1974, S. 106-171.

GRINGS, M.: Ein Angebotsmodell für den Agrarsektor der Bundesrepublik Deutschland. Ökonometrische Schätzung auf der Grundlage der Dualitätstheorie. - Schriften zur angewandten Ökonometrie, Heft 15. Frankfurt am Main 1985.

HIGGINS, J.: Input Demand and Output Supply on Irish Farms - A Micro-Economic Approach. - European Review of Agricultural Economis, Vol 13 (1986), S. 477-493.

JOHANSEN, L.: Production Functions. - Amsterdam 1972.

Landwirtschaftskammer Hannover, Weser-Ems, Westfalen-Lippe und Rheinland: Diverse Jahrgänge: Betriebsstatistik 1978/79 - 1987/88. Hannover, Oldenburg, Münster und Bonn.

McFADDEN, D.: Cost, Revenue, and Profit Functions. - In: FUSS, M. und McFADDEN, D. (Hrsg.): Production Economics. A Dual Approach to Theory and Applications, Vol I. Contributions to Economics Analysis 110. Amsterdam, New York and Oxford 1978, S. 3-109.

ESTIMATION OF TECHNOLOGICAL PROGRESS ON THE BASE OF FLEXIBLE COST FUNCTION

von

J. MICHALEK, Amsterdam

One of the most popular approaches which allows for the measurement of technological progress is based on the estimation of production, cost or profit function.
There are some important methodological requirements which one should take into account when the modelling of technological progress using the concept of production function (or its' dual form i.e. cost function) is considered. The necessary requirement is that technological progress should bring about a diminution of the average costs of production, given constant output and input price level.

Moreover technological progress should be allowed to:
1. affect the elasticity of substitution between two inputs, given constant output and input price ratio (technological progress embodied in i-factor),

2. affect the magnitude and the rate of economies of scale (e.q. effect of learning by doing),

3. cause the bias in output-mix (technological progress output-biased),

4. appear as an exogenous variable independent on output and price level (autonomous technological progress),

5. change over time at a non-constant rate.

However, only few empirical studies are known with application to agriculture in which the effects of technological progress on the change of production technology were modelled and tested statistically using above criteria. In a number of studies which dealt with the measurement of technological progress usually only some of these criteria are preselected (rather ambiguously), the rest is simply ignored. New developments in the establishing flexible forms as well as the advantages stemming from duality theory made possible to weaken strong a priori assumptions recognized earlier as a straitjacket of economic analysis of technology. However, application of flexible forms for the analysis of producer behaviour and for the measurement of technological progress can be the subject to massive critique unless the appropriate theoretical requirements necessary to represent an optimization approach are ensured.

In order to represent producer's optimization behaviour (i.e. cost minimization approach) the cost function must possess the following properies:

1. positivity i.e. the cost function is positive for positive input prices and positive level of output,

2. homogeneity i.e. the cost function is homogenous of degree one in input price,

3. monotonicity i.e. the cost function is increasing in input prices and level of output,

4. concavity i.e. the cost function is concave in input prices.

Employment of flexible forms (i.e. translog. cost function) for the modelling of producer behaviour and technological progress does not ensure, however, that all of these properties will be a priori fulfilled. Some of these requirements can be ensured by the appropriate restrictions imposed on the parameters (i.e. homogeneity, symmetry restrictions), unfortunately monotonicity and concavity conditions are checked usually in applied work given parameters estimated i.e. ex post. If the estimated flexible form of the cost function, given input price ratio, fulfils all desirable properties it can be said to be a reasonable representation of a producer behaviour around this point. However, when concavity and (or) monotonicity conditions are not fulfilled the employment of a given expenditure function as a representative of the cost minimizing producer behaviour is problematic.

First, the whole interpretation of the obtained results is questionable since these would only be valid under the assumption of producer's optimization behaviour (cost minimization or profit maximization approach). Second, if monotonicity and (or) concavity conditions in a dual approach are not fulfilled also a primal optimization problem is not retrievable (both problems are in one-to- one correspondence only under appropriate regularity conditions).

Estimation of technological progress on the base of flexible form (i.e. translog cost function) implies that within this framework technological progress can be considered as a non-systematic factor which affects the rate of elasticities of substitution and economies of scale, which can be input and output biased etc. and therefore fulfils all desirable requirements of its own characteristics mentioned above.

In general one can distinguish three major assumptions which decisively impact upon econometricaly estimated rate of technological progress:

1. first set assumptions regards a general specification of technology and particulary allowing for non-homotheticity, variable elasticity of substitution and non-constant rate of technological progress;

2. second set of assumptions concerns the functional relationship between technological progress and other characteristics of technology i.e. allowing for technological progress which can be scale augmenting, input and output biased, autonomous etc.;

3. third set of assumption concerns an assumed functional form of estimated production, cost, profit or price function (different functional specifications of flexible forms which include time as a proxy for technological progress are presented in Appendix 1).

However, allowing for non-neutral technological progress within more general description of technology (as presented by flexible forms) can cause additional concavity problems which do not appear under different technological progress specification. It is well known that if the production process is a subject to Hick's neutral technological progress the isoquants move towards the origin having their shapes unaffected. However, if technological progress is not Hick's neutral and if technological progress is simultaneously allowed to affect the rate of economics of scale a completely different set of equilibria can occur.

An affirmative answer on the question whether concavity properties of the used cost function could depend on the form and characteristic of technological progress was already given in some studies (comp. MORONEY/TRAPANI, 1981; BERNDT/WOOD, 1985). It has been found that when technological progress is not neutral, the estimated translog cost functions is not locally concave. However, when the statistically rejected Hick's neutral technological progress restrictions are imposed, the estimated translog cost function is found to be locally well-behaved.

Of course local concavity properties can be imposed on the function in different ways. However, using these approaches one has to be aware of the trade-offs which usually exist between concavity conditions on one side and the flexibility of the used form on the other side. An example which shows that these methods often fail to yield satisfactory results in practice is the study of JORGENSON & FRAUMENI (1981). After employing JORGENSON & FRAUMENI concavity conditions which are based in the Cholesky decomposition of positive definite matrix BERNDT/WOOD 1985 found that with data used these restrictions imply C-D representation of technology. Not only the estimated bias of technological progress was dramatically altered when J-F global concavity conditions were imposed. Additionally to the alteration of the specification of technological progress by imposing negative semidefiniteness on the Hessian matrix severe restrictions on the own and cross price elasticities had to be imposed.

Choosing therefore in practice between forms of production function and simultaneously having in mind the necessity of estimation technological progress in agriculture in its most unrestricted form the relevant question which appears is: what considerations are relevant in the selection of one algebraic form over another using only a priori information, which is not specific to the particular data set?

There are several criteria that can be used as the base for the choice of adequate functionall form in general and specific which allow to estimate technological progress in its more unrestricted form. These are (LAU, 1986): a) theoretical consistency, b) domain of applicability, c) flexibility, d) computational facility, e) factual conformity. In practice it means that production/cost/profit function which is used for an estimation of technological progress should posses all these desirable characteristics. Unfortunately, comparison between well-known functional forms such as C-D, CES, translog, Generalized Leontief unit cost function according to above mentioned criteria has led LAU (1986) to the conclusion that there exist no algebraic functional form which simultaneously satisfies at least two of the most important criteria i.e. global

extrapolative domain of applicability and flexibility, thus in general one should not expect to find a algebraic form which satisfies all five criteria.

Since the most traditional functional specifications of technology are too restrictive for modelling different types of technological progress, an alternative would be to develop functional forms which are globally 'well behaved' and still flexible enough to analyze the basic characteristics of technology i.e. technological progress, economics of scale, elasticities of substitution in their most unrestricted form. A possible solution might be an estimation of technological progress using generalized Barnet cost function which is globally concave in input prices and simultaneously accounts to flexible forms. However, the main disadvantages associated with this form are (comp. DIEWERT, WALES, 1987):

1. it requires the imposition of a large number of inequality constraints on the coefficients,

2. a priori it requires many more parameters than other flexible forms,

3. even with the large number of parameters it cannot be proved that such a functional form is completely flexible (it is quasi flexible relative to the numerary good k).

Another possible solution to overcome this dilemma is to impose on the functional form certain regularity conditions without destroying its' flexibility.

One of the recent studies of DIEWERT, WALES 1987, suggests that this is possible using a technique proposed by WILEY & SCHMIDT (1973) which is based on the decomposition of a symmetric negative semidefinite matrix as a product of minus lower triangular matrix and its transpose. Employment of this method should ensure that the estimated flexible cost function will always be concave in input prices and therefore it will possess a property of the extrapolative domain of applicability even when technological progress is assumed to be non- neutral and estimated function exhibits non-constant returns to scale.

However, an example will show that also this method can be regarded as too restrictive and therefore limited for the empirical purpose.
In order to explain this we assume that the real cost function can be approximated by an non-homothetic version of translog cost function with not Hick's-neutral technological progress.

$$\begin{aligned} \ell nc = \alpha_0 &+ \sum_i \alpha_i \cdot \ell n\, p_i + \alpha_y \cdot \ell n_y + \alpha_t \cdot t + \tfrac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \cdot \ell n\, p_i \cdot \ell n\, p_j + \\ &+ \sum_i \alpha_{yi} \cdot \ell ny \cdot \ell n\, p_i + \sum_i \alpha_{ti} \cdot \ell n\, p_i \cdot t + \tfrac{1}{2} \alpha_{yy} \cdot (\ell ny)^2 + \alpha_{yt} \cdot \ell_{ny} \cdot \tfrac{1}{2}\alpha_{tt} \cdot t^2 \end{aligned} \tag{1.1}$$

where: t = time as a proxy for t.p., y = output, p = i-factor price.

If cost function is (quasi)concave in input prices its Hessian matrix must be negative (semi)definite. It means that matrix $S = [S_{ij}]$ with off-diagonal elements:

$$S_{ij} = \frac{\partial^2 c}{\partial p_i \cdot \partial p_j} = \frac{\partial(w_i \cdot c/p_i)}{\partial p_j} = \frac{c \cdot (\gamma_{ij} + w_i \cdot w_j)}{p_i \cdot p_j} \tag{1.2}$$

and diagonal elements:

$$S_{ii} = \frac{\partial^2 c}{\partial p_i \cdot \partial p_i} = \frac{\partial(w_i \cdot c/p_i)}{\partial p_i} = \frac{c \cdot (\gamma_{ii} + w_i^2 - w_i)}{p_i^2} \tag{1.3}$$

where w_i = factor i share

is negative semidefinite, or
the matrix of substitution elasticity (Allen-Uzawa) $[\delta_{ij}]$ defined as:

$$\sigma_{ij} = \frac{c \cdot (\frac{\partial^2 c}{\partial p_i \cdot \partial p_j})}{\partial c/\partial p_i \cdot \partial c/\partial p_j} = \frac{c \cdot \Sigma_{ij}}{\partial c/\partial p_i \cdot \partial c/\partial p_j} \quad \text{is negative semidefinite} \tag{1.4}$$

where Σ_{ij} are the elements of Slutsky matrix.

Both matrices represent the equivalent illustration of concavity of the cost function. Since 1.4 holds and

$$\sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ij}}{w_i \cdot w_j} + 1 \tag{1.4.1}$$

$$\sigma_{ij} = \frac{\gamma_{ii} + w_i^2 - W_i}{w_i^2} \tag{1.4.2}$$

the conditions for the Slutsky matrix to be negative semidefinite can be easily expressed in terms of appropriate conditions imposed on the Allen-Uzawa substitution elasticity $[\delta_{ij}]$ matrix.
The necessary conditions for matrix $[\delta_{ij}]$ to be negative semidefinite (which also ensure that all own-price substitutions elasticities are negative) are that K_{ii} is smaller than zero where:

$$K_{ii} = \gamma_{ii} + w_i^2 - w_i$$
$$K_{ii} < 0 \tag{1.5}$$

Sufficient condition is that all principal minors of $[\delta_{ij}]$ matrix will alternate their signs such that odd-numbered principal minors are negative and even-numbered principal minors are positive. For example for a 3 x 3 symmetric matrix of substitution elasticities $[\delta_{ij}]$, given homogeneity restrictions, the sufficient condition is that

$$\sigma_{11} \cdot \sigma_{22} - \sigma_{12}^2 > 0 \tag{1.6}$$

(negativity of the first principal minor is already ensured via 1.5).

From above conditions it follows that:

1. even given negative estimates of the diagonal elements of $[\delta_{ij}]$ matrix it does not yet ensure that the cost function is concave (until 1.6 holds).
2. from 1.5 we can see that necessary conditions for the cost function to be globally concave do not require that the diagonal elements of Γ matrix ($\Gamma = [\gamma_{ij}]$ are to be negative as it is in the case of the method proposed by WILEY, SCHMIDT (1973) in: DIEWERT, WALES (1987).

In order to ensure global concavity of the cost function DIEWERT & WALES (1987) propose to redefine matrix Γ to be negative definite and decompose it (based on Cholesky decomposition) such that Γ can be expressed as a lower triangular matrix times its transpose:

$$\Gamma = - [\hat{\gamma}_{ij,L}] \cdot [\hat{\gamma}_{ij,L}]^T \tag{1.7}$$

where: is the transformed lower triangular matrix with γ_{ij} lements from the cost function and to estimate Γ matrix in the form (example for 3 x 3 matrix)

$$\Gamma = \begin{pmatrix} -\hat{\gamma}_{11}^2 & -\hat{\gamma}_{11} \cdot \hat{\gamma}_{12} \\ -\hat{\gamma}_{11} \cdot \hat{\gamma}_{12} & -\hat{\gamma}_{11}^2 - \hat{\gamma}_{22}^2 \end{pmatrix} \tag{1.8}$$

where: (1.9)

$$\gamma_{11} = -\hat{\gamma}_{11}^2$$
$$\gamma_{12} = -\hat{\gamma}_{11} \cdot \hat{\gamma}_{12}$$
$$\gamma_{22} = -\hat{\gamma}_{11}^2 - \hat{\gamma}_{22}^2$$

Since (1.9) holds this method implies that all estimated elements of the Γ matrix must be negative, what is a much stronger condition compared to (1.5).

An imposition of the negative values on the diagonal elements τ of the Γ matrix in the case when in the free estimation τ_{ij} show statistically significant positive signs can lead to problems of estimation, especially when the gradient methods are used. In this case most what we can obtain by employing the method proposed in DIEWERT & WALES (1987) are the parameter estimates which will tend to zero (the change of the statistically significant sign of the parameter is imposed). This, however, reduces appropriate elasticities of substitution to 1 and our function to C-D form with significant loss of fit.

For an illustration of this problem we used the data of bookkeeping farms from Schleswig-Holstein (West-Germany) over the period 1961/62 - 1983/84 in order to estimate the non-homothetic version of translog cost function with Hick's non-neutral technological progress (given as in 1.1).

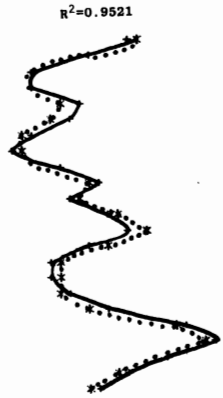
Since estimated translog function was not well-behaved for a certain range of input prices, in order to ensure global concavity of the cost function the method proposed by WILEY/SCHMIDT (1973) in DIEWERT & WALES (1987) was employed.

The unrestricted estimates of the cost function show a positive statistically significant value of the diagonal element of Γ matrix (τ_{11})
where: $\tau_{11} = \tau_{11}$ and τ_{11} = o.1591, t = 17.2 and very high R^2 coefficient of the estimated budget share equation w_1 (graph 1). Important is that even for such a high positive value of τ_{11} estimated within a function which allows for Hick's non-neutral technological progress

Graph 1: Unrestricted estimation of the budget share w1

PLOT OF ACTUAL(*) AND FITTED(+) VALUES

R^2=0.9521



ID	ACTUAL	FITTED	RESIDUAL
2	0.2400	0.2334	0.0066
3	0.2100	0.2080	0.0020
4	0.1700	0.1698	0.0002
5	0.1700	0.1706	-0.0006
6	0.1900	0.2027	-0.0127
7	0.1800	0.1954	-0.0154
8	0.1600	0.1667	-0.0067
9	0.1600	0.1548	0.0052
10	0.1900	0.1903	-0.0003
11	0.2100	0.2139	-0.0039
12	0.2000	0.1967	0.0033
13	0.2300	0.2186	0.0114
14	0.2500	0.2337	0.0163
15	0.2200	0.2089	0.0111
16	0.1900	0.1840	0.0060
17	0.1900	0.1844	0.0056
18	0.1900	0.1966	-0.0066
19	0.2100	0.2177	-0.0077
20	0.2700	0.2725	-0.0025
21	0.2900	0.2937	-0.0037
22	0.2600	0.2632	-0.0032
23	0.2300	0.2356	-0.0056
24	0.2100	0.2114	-0.0014

the appropriate cost function is concave for the range of the budget shares given by eq. 1.5-1.6.

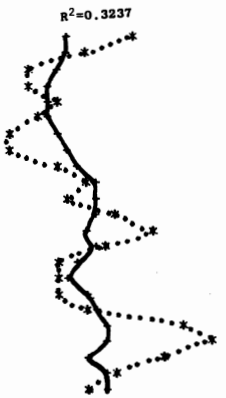
In our next step we imposed the statistically rejected hypothesis of Hick's neutrality of technological progress on the estimated cost function in order to compare the number of historical price ratios for which both estimated cost functions were locally concave. After imposing Hick's-neutral specification of technological progress the number of observations for which estimated cost function was locally concave increased by 44 %.

Further, in order to ensure that estimated cost function will be concave for all range of input prices we decomposed matrix $\Gamma = [\tau_{ji}]$ according to the method proposed by SCHMIDT & WILEY in: DIEWERT & WALES (1987). As expected, because the free estimate of the diagonal element of the matrix was originally positive and statistically significant after imposing restrictions 1.8-1.9 new estimated value of τ_{11} where $\tau_{11} = \tau_{11}^2$ appeared to be almost zero (τ_{11} = 2.89 E-08). Additional expense of the restrictions imposed on the cost function in [1.1] was a significant loss of fit of the estimated budget share. From $R^2 = 0.9521$, goodness of fit decreased to $R^2 = 0.3237$ (graph 2).

Graph 2: Concavity restricted estimation of the budget share w1

PLOT OF ACTUAL(*) AND FITTED(+) VALUES

ID	ACTUAL	FITTED	RESIDUAL
2	0.2400	0.1962	0.0438
3	0.2100	0.1965	0.0135
4	0.1700	0.1931	-0.0231
5	0.1700	0.1867	-0.0167
6	0.1900	0.1830	0.0070
7	0.1800	0.1834	-0.0034
8	0.1600	0.1936	-0.0336
9	0.1600	0.1977	-0.0377
10	0.1900	0.2041	-0.0141
11	0.2100	0.2153	-0.0053
12	0.2000	0.2187	-0.0187
13	0.2300	0.2136	0.0164
14	0.2500	0.2090	0.0410
15	0.2200	0.2139	0.0061
16	0.1900	0.2030	-0.0130
17	0.1900	0.1981	-0.0081
18	0.1900	0.2085	-0.0185
19	0.2100	0.2184	-0.0084
20	0.2700	0.2200	0.0500
21	0.2900	0.2232	0.0668
22	0.2600	0.2107	0.0493
23	0.2300	0.2246	0.0054
24	0.2100	0.2225	-0.0125



We conclude that the method proposed by SCHMIDT & WILEY in DIEWERT & WALES (1987) similar to the other methods which are based on the Cholesky decomposition of the negative definite matrix (comp. JORGENSON, FRAUMENI, 1981), can substantially affect flexibility of the estimated function. However, since the measurement of technological progress in its most unrestricted form simultaneously requires the maintenance of the principal properties of the estimated cost function, the basic dilemma which exists between the modelling of unrestricted form of technological progress and maintenance of concavity of the cost function has to be solved via further development of the functional forms which are at the same time globally theoretically consistent and flexible.

Appendix

Time (t) as a proxy for technological progress in different specifications of flexible cost functions:

<u>The Translog Cost Function</u>

$$\ln C(p,y,t) = a_o + \Sigma a_i \cdot \ln p_i + a_y \cdot \ln y + a_t \cdot t \qquad (1)$$
$$+ (1/2) \Sigma \Sigma a_{ij} \cdot \ln p_i \cdot \ln p_j$$
$$+ \Sigma a_{iy} \cdot \ln p_i \cdot \ln y + \Sigma a_{it} \cdot t \cdot \ln p_i$$
$$+ (1/2) a_{yy} \cdot \ln y \cdot \ln y + a_{yt} \cdot \ln y \cdot t$$
$$+ (1/2) a_{tt} \cdot t^2,$$

where: $a_{ij} = a_{ji}$ for all i, j.

$$\ln C(p,y,t) = a_o' + \Sigma a_i' \cdot \ln p_{it} + 1/2 \Sigma \Sigma \tau'_{ij} \cdot \ln p_i \cdot \ln p_j$$
$$+ \alpha_y' \cdot \ln y_t + 1/2 \tau'_{yy'} (\ln y)^2 + \Sigma \tau'_{yi} \cdot \ln y_t \ln p_{it}$$

where:

$$\alpha'_i = \alpha_i + \alpha_i \cdot t$$
$$\alpha'_o = \alpha_o + \alpha_o \cdot t$$
$$\tau'_{ij} = \tau_{ij} + \tau_{ij} \cdot t \qquad (2)$$
$$\alpha'_y = \alpha_y + \alpha_y \cdot t$$
$$\tau'_{yy} = \tau_{yy} + \tau_{yy} \cdot t$$
$$\tau'_{yi} = \tau_{yi} + \tau_{yi} \cdot t$$

<u>The Generalized Leontief Cost Function</u>

$$C(p, y, t) = \Sigma \Sigma b_{ij} \cdot p_i^{1/2} \cdot p_j^{1/2} \cdot y + \Sigma b_i \cdot p_i + \Sigma b_{it} \cdot p_i \cdot t \cdot y \qquad (3)$$
$$+ b_t \cdot (\Sigma \alpha_i \cdot p_i) \cdot t + b_{yy} \cdot (\Sigma \beta_i \cdot p_i) \cdot y^2$$
$$+ b_{tt} \cdot (\Sigma \tau_i \cdot p_i) \cdot t^2 \cdot y$$

<u>A Generalized McFadden Cost Function</u> (4)

$$C(p, y, t) = gl(p) \cdot y + \Sigma b_{ii} \cdot p_i \cdot y + \Sigma b_i \cdot p_i + \Sigma b_{it} \cdot p_i \cdot$$
$$t \cdot y + b_t \cdot (\Sigma \alpha_i \cdot p_i) \cdot t + b_{yy} \cdot (\Sigma \beta_i \cdot p_i)2 +$$
$$b_{tt} \cdot (\Sigma \tau_i \cdot p_i) \cdot t^2 \cdot y$$

where: $gl(p) \equiv (1/2) p_1^{-1} \cdot \Sigma \Sigma c_{ij} \cdot p_i \cdot p_j$

A Generalized Barnett Cost Function (5)

$$C(p, y, t) = g^1(p) \cdot y + \Sigma\, b_{ii} \cdot p_i \cdot y + \Sigma\, b_i \cdot p_i + \Sigma\, b_{it} \cdot p_i \cdot t \cdot y + b_t \cdot (\Sigma\, \alpha_i \cdot p_i) \cdot t + b_{yy} \cdot (\Sigma\, \beta_i \cdot p_i) + b_{tt} \cdot (\Sigma\, \tau_i \cdot p_i) \cdot t^2 \cdot y$$

where:

$$g1(p) = \Sigma\,\Sigma\, b_{ij} \cdot p_i^{1/2} \cdot p_j^{1/2} - \Sigma\,\Sigma\, d_{ij} \cdot p_1^2 \cdot p_i^{-1/2} \cdot p_j^{-1/2} - \Sigma\, d_i \cdot p_1^2 \cdot p_i^{-1},\ b_{ji} = b_{ij} \geq 0,\ d_{ij} = d_{ji} \geq 0,$$

$$b_{ij}\, d_{ij} = 0 \text{ for all } i, j.$$

References

BERNDT, E.R. und WOOD, D.O.: Concavity and the specification of technical progress in U.S. manufacturing. - In: FERICELLE, J. und LESOURD, J.B. (Hrsg.): Energie: Modelisation et Économétrie. Paris 1985, S. 444-471.

DIEWERT, E. und WALES, T.J.: Flexible functional forms and global curvature conditions. - Econometrica, Vol. 55, 1987, pp. 43-68.

JORGENSON, D.: Econometric Methods for Modeling Producer Behaviour. - In: GRILICHES (Hrsg.): Handbook of Econometrics. Intriligator, 1986, pp. 1842-1915.

JORGENSON, D. und FRAUMENI, B.: Relative Prices and Technical Change. - In: BERNDT, FIELD (Hrsg.): Modeling and Measuring Natural Resource Substitution. Cambridge, M.A. MIT Press, 1981, December.

LAU, L.J.: Functional Forms in Econometric Model Building. - In: GRILICHES (Hrsg.): Handbook of Econometrics, vol. III. Intriligator, Elsevier Science Publishers, 1986, pp. 1516-1566.

MORONEY, J.R. und TRAPANI, M.: Alternative Models of Substitution and Technical Change in Natural Resource - Intensive Industries. - In: BERNDT, FIELD (Hrsg.): Modeling and Measuring Natural Resource Substitution. M.A. MIT Press, 1981.

WILEY, D.E., SCHMIDT, W.H. und BRAMBLE, W.J.: Studies of Class of Covariance Structure Models. - Journal of American Statistical Association, 68 (1973), pp. 317-323.

REGIONAL DIFFERENTIALS IN PRODUCTIVITY AND TYPES OF FARMING IN FRANCE: 1980, 1985

von

F. BONNIEUX, Rennes (Frankreich)

Until the fifties French agriculture had been essentially static. As compared with other countries, it was underdeveloped and considered as an industry closely embedded in its environment. Since the mid-fifties France has experienced a dramatic transition, both output and productivity growth have accelerated after a long period of relative equilibrium. Since 1959 France has achieved a 2.2 percent annual rate of growth in output and a 2.6 percent annual rate of growth in total factor productivity (GUYOMARD, 1988, p. 57 and p. 79).

During the last decades, it has experienced the same path of development as comparable countries achieved before (RUTTAN et al., 1978, pp. 44-87). The driving force of production expansion has been factor substitution which resulted in a trend towards more intensive farming.

This process of development has led to more specialized farms concerned with either crops or animal production. The growth of poultry and pig enterprises is often quoted as an example of this path of evolution. However the major feature is the tremendous growth of the crop sector: cereals since the implementation of the CAP and oilseeds during the last decade. The average rates of growth vary markedly between commodities and therefore the output composition has changed: the share of cereals in total output (in volume) has increased from 9 % to 18 % during the last three decades.

The geographical spread of cereals has induced the emergence of new specialized regions in which other commodities have declined by large. This has been possible because the natural conditions through drainage and plot consolidation have been modified. So the other aspect of the growth process is an increasing regional specialization which in turn has involved a higher regional concentration for each commodity. In the early sixties highest levels of concentrations were achieved by cereals and vineyards, for which natural conditions are not completely man made. But the path towards higher regional concentration has been fastest for animal production. Now, except for wine, pig and poultry production are the most concentrated commodities. Dairy production is as concentrated as cereals and fruit production.

The geographical distribution of commodities has simplified so it has become possible to identify a small number of regional types of farming. It is the first issue we address in this contribution. The second point is concerned with spatial differences of productivity. We will consider them in combination with types of farming.

1 Regional types of farming

This section is based on the results of principal component, correspondence and clustering analyses. Their common objective was to establish regional typologies of French agriculture over the last three decades. We will emphasize their outcome for the most recent period, 1980-1985, for which needed data were available. Otherwise we will mainly present results restricted to a division of France into 22 regions. They correspond to level 2 of Eurostat nomenclature of statistical territorial units. But similar results are also available for a breaking-down into 90 units which are the départements, and is consistent with level 3 of the nomenclature. (BONNIEUX, 1986; BONNIEUX, FOUET and RAINELLI, 1987).

The data input includes agricultural outputs and materials. Different levels of aggregation of these variables were considered and up to 20 categories have been introduced in computer runs. Moreover extra variables were also taken into account in various tests. They concern the primary inputs and the distribution of holdings by size. The latter is useful since it gives some information regarding heterogeneity within regions. However our own experience, but it is only an empirical finding, demonstrates that several variables are redundant. If the purpose is restricted to the determination of a regional typology, the composition of production appears to be the most interesting information.

Both principal component and correspondence analyses lead to a dimension reduction. Regarding our objective we have given much greater attention to dimension reduction on the regions. A two-dimensional representation using either the first two principal components or the first two factors of correspondence analysis is fruitful since three clusters are visually evident. Data speak very freely and the symmetry between object space and variable space allows identifying three basic types of farming:

- field crops: cereals, roots,
- permanent crops: vineyards, fruit crops,
- animal production.

Data processing based on a stepwise clustering methodology leads to a similar outcome. The latter runs use a hierarchical algorithm in which similarity between regions' profiles is measured by a weighted squared distance. Categories remain valid whatever geographical division and years considered. Therefore we have obtained a firm conclusion but also a very naive one.

In order to go further it is necessary to break down basic types of farming. The linkage tree generated by the clustering process suggests the existence of subdivisions. Graphic representations using higher levels than level two, principal components or factors allow a better definition of clusters. As a matter of fact it is enough to consider up to the fourth component or factor since at this stage about 90 % of total variance of the data set are taken into account.

The carrying out of a regional typology is easier for the most recent years than it was for the beginning of the period. In 1960, in the Paris Bassin traditional mixed farming gave way to arable farming systems and the Mediterranean agricultural sector achieved its evolution towards highly specialized permanent crop farming. But in animal production areas the specialization process only started during the late fifties. At the regional level the emergence of intensive livestock farming with pigs or poultry has been significant in Brittany from the mid-sixties. Therefore the animal production category gathered overlapping clusters at the time. For instance to identify cattle farming and dairy farming it would have been necessary to consider very small areas and maybe the farm level. This division has occured gradually and is actually meaningful at a regional level.

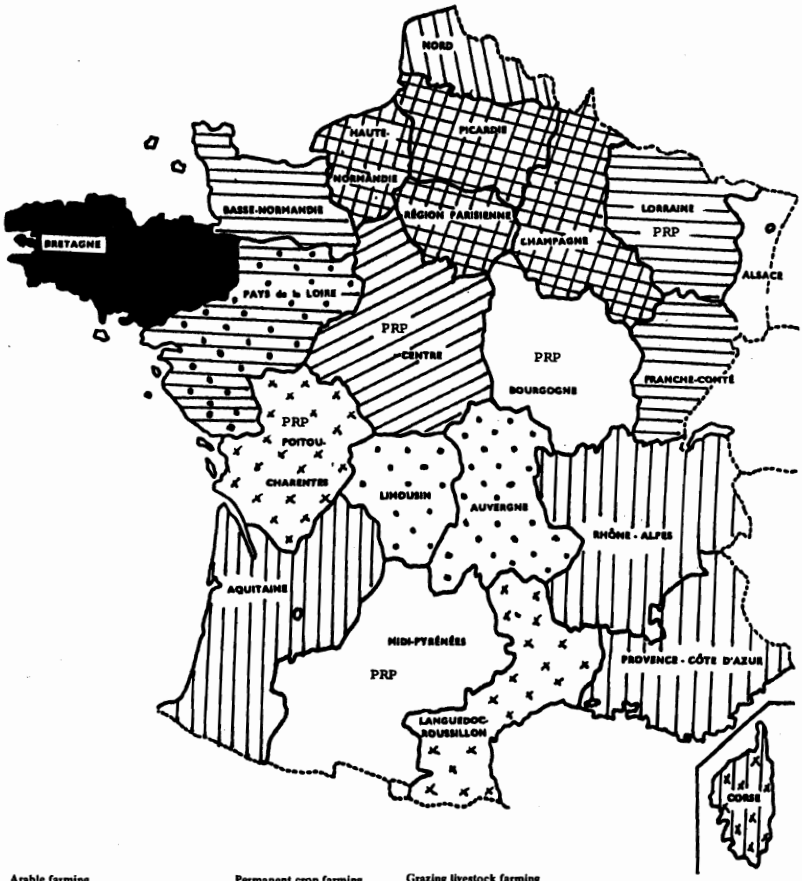
The map (Graph 1) is the output of 1985's data processing. It is simple but we think it gives a relevant view of French agriculture for the eighties. There are five basic categories but with the subdivisions and combinations of criteria many occurences are theoretically feasible. However such a classification is relevant if there is enough homogeneity within regions. The same computations run with 90 territorial units provide arguments which justify this implicit hypothesis. Obviously some départements are not classified in the same category as the region to which they belong, but their share in regional output is so small that it can be considered as being negligible at this stage of analysis. Nevertheless up to the mid-seventies the twenty-two region division is not relevant since heterogeneity within regions was important.

Table 1 shows regional coefficients of specialization. Each of them is a ratio of percentages: the numerator is the given commodity's percentage share of regional output and the denominator is the similar percentage calculated at the nation level.

Coefficients are reported for eight major commodities whose share is about 85 % of total output. Commodities as sheep or quality wine are not considered in table 1 since they are not preponderant at regional level. They do not really influence regional profiles, therefore they are not required to identify the various regional clusters. But let's point out it is not true for a more disaggregated geographical division. For instance départments' profiles depend upon quality wine production which has to be taken into account in order to characterize some farming systems prevailing at this level. Thus the concept of regional types of farming turns out to be contingent and yet instrumental as we will see afterwards.

All the coefficients higher than unity are reported in table 1. A simple inspection shows that in most cases, it is enough to consider one or two commodities to portray the agricultural sector at regional level. However some classifications are questionnable considering only these figures. It is not apparent for example that Haute-Normandie belongs to the arable farming category and thus is close to Centre or Picardie. The typology is based on all the information provided by the data set so it would be misleading to consider only the partial information conveyed by table 1. Computation of distances and similarity indexes between profiles is based on more than eight variables. For instance the division of the grazing livestock cluster into two categories requires to

Graph 1: Regional types of farming for the eighties



Arable farming
- cereals
- sugarbeets
- PRP protein rich products (Oilseeds, soyabeans, peas, lupins)

Permanent crop farming
- fruit and vegetables
- wine (table)

Grazing livestock farming
- cattle rearing and fattening
- cattle dairying (beef as a joint product)

Mixed farming
- crops and livestock
- o other production

Intensive livestock farming
- pigs and poultry

Table 1: Regional coefficients of specialization (1984 and 1985)
1980 - first; 1985 - second row

	cereals	sugar beets	PRP	fruits vegetables	wine table	beef	pigs poultry	milk
Ile-de-France	2.4	3.6	1.4	1.3				
	2.6	*2.6*	*1.3*	*1.4*				
Champagne-Ardennes	1.8	4.0	1.5					
	1.9	*2.8*	*1.9*					
Picardie	1.8	6.7						
	2.0	*5.6*						
Haute-Normandie	1.4	1.6	1.4			1.3		1.4
	1.5	*1.4*	*0.9*			*1.4*		*1.3*
Centre	2.7		3.2					
	2.5		*2.5*					
Basse-Normandie						1.8		2.4
						1.8		*2.5*
Bourgogne	1.5		2.8			1.6		
	1.4		*1.7*			*1.6*		
Nord-Pas-de-Calais		3.1				1.2	1.3	1.1
		2.6				*0.8*	*1.1*	*1.2*
Lorraine			1.9			1.4		1.8
			1.6			*1.2*		*1.9*
Alsace								
Franche-Comté						1.6		2.6
						1.5		*2.9*
Pays-de-la-Loire						1.7	1.2	1.5
						1.7	*1.3*	*1.5*
Bretagne						1.3	3.8	2.2
						1.0	*3.2*	*1.7*
Poitou-Charentes	1.3		2.1		3.3			
	1.2		*2.9*		*3.7*			
Aquitaine				1.5				
				1.3				
Midi-Pyrénées	1.1		2.1			1.1	1.2	
	1.0		*2.4*			*1.1*	*1.0*	
Limousin						3.0		
						3.2		
Rhône-Alpes				1.5			1.1	1.1
				1.3			*1.2*	*1.2*
Auvergne						2.0		1.4
						2.2		*1.6*
Languedoc-Roussillon				2.2	11.6			
				2.1	*12.1*			
Provence-Côte d'Azur				4.1	2.5			
				4.2	*2.2*			
Corse				2.1	11.3			
				3.2	7.1			

take into account other variables among them available land per worker is very discriminant.

Interference in the pricing mechanism is the main instrument of the CAP. Price measures create a wedge between the price received by farmer and that prevailing in international trade. The trade distorsion they involve have recently received considerable attention (OECD, 1978). They also involve distorsions in regional competition since they support some commodities more than others. In order to assess this aspect regional nominal protection rates have been calculated (BONNIEUX, MAHÉ and RAINELLI, 1979).

Arable farming mainly concerns the North-Eastern part of the country where the ratio of land per worker is the highest. However modern technology has made it possible to compensate deficiencies in natural conditions. Such improvements in combination with a high price support have favoured the diffusion of arable farming in the borders of this large area.

The natural conditions still have a strong impact on the location of permanent crops. So permanent crop farming is mainly confined in the Mediterranean area and along watersheds in the South-Western and the South-Eastern parts of the country. Price support is the lowest in these regions.

Regions which are highly specialized in dairy production are located in the East (Franche-Comté) and the West (Basse-Normandie). They enjoy a high level of protection whereas the intensive livestock farming region (Brittany) receives a support close to the national average.

2 Regional differentials in Productivity

In this section we apply the methodology developed by DENNY and FUSS (1980) to analyze sources of intertemporal and interspatial differences in productivity. We only consider cross-sectional data so the time dimension is not taken into account. Differences in output levels are attributed to differences in input levels and regional effects.

Previous work (BONNIEUX, 1986) have shown that the translog specification provides a reasonable approximation of the French agricultural technology. Therefore total output Y_n of region n is related to input levels X_{in} plus a regional technological index T_n:

Constant returns to scale hypothesis is maintained therefore the following conditions hold:

Regional differentials in productivity arise from differences in the production functions in each region: some parameters are common to all regions, others being specific. This

specification assumes that the differences only concern the constant term and the Cobb-Douglas component, the quadratic component is the same for all the regions.

There are too many independent parameters to identify this function. But if we consider it as the underlying production function it is straightforward to derive an index number formula allowing to perform regional comparison of total factor productivity. Assuming competitive markets and denoting by 0 the reference region, total factor productivity of region n is given by P_{no} such as:
where M_{in} and M_{io} are cost shares in regions n and o. In order to meet transitivity requirements for multilateral comparisons, the reference is defined by the geometric mean of regions.

This formula can be rearranged in order to make evident that the total factor productivity index is a weighted geometrical me an of partial factor productivity indexes. It is nothing more than the adaptation to the spatial context of the Tornqvist's approximation of Divisia's index often used for time series data. Modern theory of index number is now usually presented in both dimensions.

Major difficulties in implementing total factor productivity measurement are concerned with some lack of homogeneous and consistent data for regional capital since time series are not yet available. An important statistical work is still in progress but not completed. Therefore the following results are based on provisional figures for buildings and machinery which are nevertheless consistent with national accounts series.

For the calculation of indexes reported in this paper we have considered one output and four inputs: materials, capital, land and labour. Otherwise exploratory calculations were made with a higher level of disaggregation but their results are not discussed here.

Regional indexes are given in table 2 for 1980 and 1985. Figures are consistent for both years except for the smallest region Corsica. However there are some modifications in the ranking of regions according to total factor productivity level.

The range of index values is quite large: 82 to 149 in 1980 and 76 to 143 in 1985 for total factor productivity. But instead of commenting table 2 alone let's consider simultaneously the map. Classification of regions according to types of farming seems suitable to take into account differentials in total factor productivity. Arable farming achieves the best score it is followed by permanent crop farming. At the opposite there is cattle rearing and fattening, other types being distributed below national average.

A similar calculation at the département level for 1980 depicts the same ranking. Moreover the hypothesis that the category means are equal is rejected at a 1 % confidence level using a one way analysis of variance. Nevertheless within category variations are still important and this type of scaling must be considered as an approximation. It provides explicit recognition of the importance of output composition in describing productivity differentials.

Table 2: Regional indexes of productivity for 1980 and 1985
1980: first row; 1985: 2nd row; France = 100

	Total productivity	partial productivities materials	capital	land	labour
Ile-de-France	148	113	164	138	186
	143	*108*	*155*	*136*	*187*
Champagne-Ardennes	149	121	149	113	190
	132	*114*	*129*	*108*	*163*
Picardie	128	95	128	117	179
	124	*93*	*125*	*118*	*175*
Haute-Normandie	104	88	113	98	129
	109	*93*	*120*	*105*	*134*
Centre	115	100	121	87	142
	112	*100*	*115*	*87*	*136*
Basse-Normandie	94	97	88	98	89
	92	*92*	*100*	*98*	*91*
Bourgogne	109	112	109	75	115
	111	*114*	*107*	*78*	*117*
Nord-Pas de Calais	101	76	104	156	136
	104	*83*	*110*	*147*	*131*
Lorraine	95	98	72	71	106
	91	*89*	*78*	*71*	*107*
Alsace	111	128	99	157	89
	113	*138*	*86*	*162*	*89*
Franche-Comté	87	90	87	73	87
	91	*95*	*87*	*76*	*91*
Pays-de-la-Loire	93	88	77	114	102
	99	*88*	*109*	*125*	*109*
Bretagne	86	63	66	190	126
	94	*63*	*113*	*207*	*135*
Poitou-Charentes	87	85	88	84	90
	101	*105*	*90*	*89*	*102*
Aquitaine	83	88	83	107	66
	95	*104*	*89*	*123*	*76*
Midi-Pyrénées	79	86	72	73	73
	87	*98*	*73*	*81*	*76*
Limousin	82	113	60	50	55
	76	*100*	*54*	*49*	*53*
Rhône-Alpes	92	97	95	107	81
	90	*96*	*89*	*105*	*76*
Auvergne	83	100	71	56	69
	77	*90*	*63*	*54*	*66*
Languedoc-Roussillon	114	144	107	124	77
	114	*140*	*122*	*123*	*74*
Provence-Côte d'Azur	117	124	125	187	91
	121	*132*	*133*	*192*	*89*
Corse	110	138	167	69	64
	88	*100*	*122*	*44*	*56*

Evolution from 1980 to 1985 must be considered carefully because some inconsistencies, that we are not able to justify, arise. However it is possible to emphasize some trends. Globally regions oriented towards dairy production, protein rich products, or fruit and vegetables realized the highest total productivity growth whereas regions more specialized in cereals sugar beet or cattle production achieved below the average productivity increases.

A look at regional data shows marked differences in labour decline. By far the largest decrease took place in the Western part (Brittany, Pays-de-Loire, Poitou-Charentes) and the South-Western part (Aquitaine) of the country where agricultural income is relatively low. They achieved a rapid growth of labour productivity and some improvement in total productivity. At the opposite a more moderate diminution of labour in high agricultural income regions like Centre or Champagne accounts for a relative decline of productivity. Substitution of materials, capital and land to labour is still at work so labour migration and demography remain the driving forces behind the increase in total factor productivity.

It would be wrong to jump to the conclusion that there is a convergent path of regional productivities. Previous consideration rely on a very short story, half a decade and moreover regions with very low income have moved back (Limousin, Auvergne).

Arable farming regions give some evidence of a positive relationship between protection and productivity levels. But there are many counterexamples. Mediterranean regions and areas producing quality wine which does not come under the CAP are good ones. Cattle dairying farming regions provide another one since they enjoy a high level of protection but achieve below the average level of total factor productivity.

As it has been mentioned before, there are large differences in productivity within regions. The Centre region which is highly specialized in grain production is a good example of such internal disparities. In 1981, for instance, the index of total factor productivity ranged from 1 to 1.6 between extreme departements (Indre and Eure-et-Loir). The cereal sector has extended during the last decades because very favourable factors have acted but this geographical spreading raises an awkward question. It is concerned with the future of agriculture in less-favoured areas. In relative terms, the cereal industry has enjoyed fast technical progress and high prices. It has implied a perverse regional specialization in so far as many areas do not achieve a sufficient level of productivity.

A price reduction for cereals and other crop products as oilseeds will lead to a decrease in land rent and a giving up of marginal locations. The adjustment of the CAP with a diminution of protection could require major changes in arable farming regions. In our opinion hill farming, and more specifically dairy production in mountain areas, raises a different prospect. On the grounds of economic theory there are arguments to implement conservation policies. They would include incentives to maintain agriculture in these areas.

References

BONNIEUX, F.: Etude économétrique des disparités de l'agriculture française sur la base de données départementales. - INRA-ESR. Rennes 1986.

BONNIEUX, F., FOUET, J-P. and RAINELLI, P.: Dynamique des systèmes régionaux agricoles. - In Aspects régionaux du développement économique de l'agriculture: INRA-ESR, Actes et Communications n°1, 1987, pp. 51-84.

BONNIEUX, F., MAHE, L.-P. and RAINELLI, P.: La politique européenne des prix et les problèmes agricoles régionaux françaises. - Revue du Marché Commun n°326, 1989, pp. 248-255

DENNY, M. and FUSS, M.: Intertemporal and interspatial comparisons of cost efficiency and productivity. - Working Paper n° 8018, Institute for Policy Analysis, University of Toronto 1980.

GUYOMARD, H.: Investissement et choix techniques du secteur agricole français - étude économétrique. - Doctoral Dissertation, University of Rennes 1, 1988.

OECD, 1987: National policies and agricultural trade. - Paris 1987.

RUTTAN, V-W. et al.: Factor productivity and growth: a historical interpretation. - In: Binswanger and Ruttan (ed.): Induced innovation - technology, institutions and development. The Johns Hopkins University Press 1978.

AGGREGATIONSPROBLEME IN DER BERECHNUNG VON INDEXZIFFERN

von

H. HOCKMANN, Göttingen

1 Einführung

In den meisten empirischen Analysen sind Fragen bezüglich des verwendeten Aggregationsgrades von untergeordneter Bedeutung. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Verwendung eines Datensatzes auf disaggregierte Ebene einen sehr aufwendigen Datensuch- und auch -transformationsprozeß verlangt. Bei der Verwendung eines Datensatzes auf hohem Aggregationsniveau tritt jedoch das Problem der Verwendung nicht adäquater bzw. inkonsistenter Aggregate auf[1].

In dieser Arbeit werden einige Effekte verschiedener Aggregationsniveaus auf die Berechnung von Indexziffern der Entwicklung der totalen Faktorproduktivität vorgestellt. Hierfür wird auf zwei Verfahren der Messung der Produktivitätsänderungen, das sind die Berechnung parametrischer Indexziffern und die Berechnung einer nichtparametrischen 'production frontier' zurückgegriffen (HANAU und RUSTEMEYER, 1965, S. 3 f.). Für beide Vorgehensweisen werden die Bedingungen für die Bildung konsistenter Aggregate erläutert, und die Effekte, die sich aus der Aggregatbildung ergeben, anhand einer empirischen Analyse verdeutlicht.

2 Aggregationseffekte in der Berechnung parametrischer Indices

Unter Produktivität versteht man das Verhältnis von Produktion und Faktoreinsatz, beide gemessen in physischen Einheiten[2]. Bezieht man den gesamten Faktoreinsatz auf die gesamte Produktionsmenge, erhält man die totale Faktorproduktivität und damit ein Maß für die Effizienz des Faktoreinsatzes im Produktionsprozeß. Effizienzänderungen im Zeitablauf (W_P) werden dann dadurch berechnet, daß ein Faktoreinsatzindex (I_F) als Maß für die Entwicklung des Faktoreinsatzes zur Produktionsentwicklung (I_Q) in Relation gesetzt wird:

$$W_P = I_Q / I_F$$

Im folgenden werden nun die Effekte bezüglich des Inputindexes näher berücksichtigt. Für den Outputindex können die gleichen Resultate hergeleitet werden.

1) In diesem Aufsatz bleiben die Ausführungen auf die Bedingungen der Aggregation von Gütern beschränkt. Einen umfassenden Überblick über die Aggregationsproblematik findet sich in DIEWERT (1980). Dort werden auch die notwendigen Bedingungen für die Aggregation von Betrieben zu einem Sektor näher erläutert. Zum letzten Punkt siehe auch CHAMBERS (1988, S. 182 ff.), BLACHORBY and SCHWORM.

2) Unter parametrischen Indexziffern werden hier die traditionell verwendeten Indices, wie der Laspreyers, Törnquist-Theil-Index u.a., verstanden. Diese Indices zeichnen sich dadurch aus, daß sie die Veränderungen parametrisch spezifizierter Produktionsfunktionen wiedergeben. Der später aufgeführte nichtparametrische Index gibt entsprechend die Änderungen der nichtparametrischen 'production frontier' wieder.

Für die weitere Analyse wird, ohne daß diese an Gemeingültigkeit verliert, davon ausgegangen, daß für den Produktionsprozeß Input-Output-Separabilität unterstellt werden kann. Die Faktoreinsatzseite kann dadurch durch eine Inputfunktion[3)] beschrieben werden. Diese gibt für jede Kombination von erzeugten Gütern die minimal erforderlichen Inputkombinationen wieder (vgl. DIEWERT, 1976, S. 125). Beachtet man weiterhin, daß die in diesem Abschnitt behandelten Indexzahlen Veränderungen spezifizierter Funktionen wiedergeben, lassen sich die Bedingungen für eine konsistente Aggregation anhand der Inputfunktion nachvollziehen. Die konsistente Aggregation von Produktionsfaktoren (x_i) ist möglich, wenn die Inputfunktion schwach separabel in den zu aggregierenden Faktoren ist (vgl. CHAMBERS, 1988, S. 42).

$$f(x_1 \ldots x_n) = h(x_1 \ldots x_k, g(x_l, \ldots, x_n))$$

Die schwache Separabilität verlangt, daß die Grenzrate der Substitution zweier Faktoren, die Element der Funktion g sind, von Produktionsfaktoren, die nicht zu g gehören, unbeeinflußt bleibt (vgl. CHAMBERS, 1988, S. 42).

$$\frac{\partial \left(\frac{\partial f(x)/\partial x_i}{\partial f(x)/\partial x_j} \right)}{\partial x_n} = 0 \qquad \begin{array}{l} i, j \text{ in } g \\ n \quad \text{nicht in } g \end{array}$$

Inwieweit diese Bedingung erfüllt ist, müßte im Rahmen einer empirischen Analyse getestet werden. Diese Möglichkeit ist jedoch bei der Berechnung von Indexzahlen nicht gegeben. Um eine konsistente Aggregation von einzelnen Faktoren zu einem Subindex zu gewährleisten, ist daher weiterhin anzunehmen, daß die Inputfunktion schwach separabel in irgendeiner Partition ihrer Argumente ist. Dies impliziert jedoch, daß die Inputfunktion koordinatweise streng separabel ist (vgl. DIEWERT, 1980, S. 439).

$$f(x_1 \ldots x_n) = h\left(\sum_i g_i(x_i)\right) \text{ und}$$

$$\frac{\partial \left(\frac{\partial f(x)/\partial x_i}{\partial f(x)/\partial x_j} \right)}{\partial x_n} = 0 \qquad \begin{array}{l} i \text{ in } g_i \\ j \text{ in } g_j \\ n \text{ nicht in } g_i \text{ oder } g_j \end{array}$$

Dies bedeutet, daß die Grenzrate der Substitution zwischen zwei Produktfaktoren aus verschiedenen Gruppen unabhängig vom Faktoreinsatzniveau sonstiger Faktoren ist.

3) In der englischsprachigen Literatur wird diese Funktion als 'input requirement function' bezeichnet. Da eine entsprechende deutsche Bezeichnung fehlt, wird hier der Ausdruck Inputfunktion verwendet.

Dieser Bedingung wird nur von Funktionsformen der CES-Gruppe, damit von der Cobb-Douglas-, der Leontieff- und der linearen Funktion erfüllt. Diese unterstellen für den Produktionsprozeß sehr restriktive Annahmen, die in einer empirischen Analyse häufig nicht haltbar sind.

Die Effekte, die sich aus einer inkonsistenten Aggregation für die Berechnung von Indexzahlen ergeben, wurden zuerst von DIEWERT (1978) aufgezeigt. Sein Ausgangspunkt war der Vartia-Index. Dieser Index gibt die Veränderungen einer Cobb-Douglas-Funktion wieder und ist damit entsprechend den obigen Ausführungen aggregationskonsistent. Neben dieser Eigenschaft besitzt der Vartia-Index eine wünschenswerte Approximationseigenschaft: Er gibt die Veränderungen superlativer Indices[4)] wieder, wenn die Mengen- und Preisänderungen über den betrachteten Zeitraum gering sind. Da davon ausgegangen werden kann, daß diese Bedingung bei Betrachtung benachbarter Jahre erfüllt ist, verlangt eine approximativ konsistente Aggregation die Verwendung des "Chaining", d.h. die jährliche Anpassung des Basisjahres.

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf den Fall, daß der Gesamt- und der Subindex nach dem gleichen Konstruktionsprinzip gebildet wird. Falls das Konstruktionsprinzip zwischen Sub- und Gesamtindex variiert, kann das gleiche Argument verwendet werden. In der oben erwähnten Arbeit zeigt DIEWERT, daß die Effekte, die zwischen dem Laspreyres und irgendeinem superlativen Index auftauchen, ebenfalls gering sind, wenn wiederum das "Chaining" verwendet wird. Da in den Statistiken Aggregate in konstanten Preisen ausgewiesen werden, ist daraus zu folgern, daß die Verwendung dieser Aggregate nur zu geringen Verzerrungen in der Indexberechnung führt, falls der betrachtete Untersuchungszeitraum gering ist.

Im folgenden werden die obigen theoretisch dargestellten Aggregationseffekte anhand einer empirischen Analyse illustriert. Dazu werden drei Indices berechnet. Als erstes wurde ein Törnquist-Theil-Index des Faktoreinsatzes unter Verwendung von 10 Produktionsfaktoren gebildet (Index I)[5)]. Als zweites wurde in einem zweistufigen Verfahren zunächst ein Subindex für den Vorleistungseinsatz mit Hilfe des Törnquist-Theil-Indexes des gesamten Faktoreinsatzes aggregiert (Index II). Beim letzten betrachteten Index wurde ein Törnquist-Theil-Index berechnet, indem auf das in den Statistiken ausgewiesene Vorleistungsaggregat in konstanten Preisen zurückgegriffen wurde. Aus Übersicht 1 ist zu ersehen, daß die ausgewiesenen Unterschiede zwischen dem Index I und dem Index II Null sind[6)]. Dies ist auf die approximative Aggregationskonsistenz des Törnquist-Theil-Indexes zurückzuführen. Entsprechend den Ausführungen im theoretischen Teil sind auch die Unterschiede zwischen dem Index I und dem Index III in der Umgebung des Basisjahres zu vernachlässigen. Unterschiede zwischen diesen beiden Indices treten ledig-

4) Unter superlativen Indices versteht man Indexziffern, die die Veränderung flexibler Funktionsformen wiedergeben. Diese zeichnen sich dadurch aus, daß sie keine a priori Restriktionen bezüglich der Substitutionsbeziehungen zwischen den Faktoren unterstellen, da sie als Approximation zweiter Ordnung einer beliebigen linear homogenen Funktion angesehen werden können, vgl. DIEWERT (1976, S. 117).
5) Arbeit, Boden, Wirtschaftsgebäude, Ausrüstungsgüter, Vieh, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel, Saatgut, Futtermittel und sonstige Vorleistungen. Eine Beschreibung des Datensatzes findet sich bei HOCKMANN.
6) Die Unterschiede waren so klein, daß sie durch Rundungen ausgeglichen wurden.

lich am Anfang und Ende des Untersuchungszeitraumes auf. Die Unterschiede sind jedoch so gering, daß sie in der empirischen Analyse, trotz der Verwendung des anscheinend aggregationskonsistenten Vorleistungsaggregates in konstanten Preisen, kaum ins Gewicht fallen.

Übersicht 1: Verschiedene Törnquist-Theil-Indices (TTI) des gesamten Inputs in der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland, 1975-1984 (1980 = 1.0)

	Index 1	Index 2	Index 3
1975	0.927	0.927	0.931
1976	0.958	0.958	0.962
1977	0.980	0.980	0.963
1978	1.010	1.010	1.011
1979	1.010	1.010.	1.011
1980	1.000	1.000	1.000
1981	0.970	0.970	0.970
1982	0.076	0.976	0.976
1983	0.976	0.976	0.976
1984	0.953	β.953	0.954

Index 1: TTI, 10 Inputs

Index 2: TTI, 7 Inputs, Vorleistungsaggregat berechnet durch einen Törnquist-Theil-Index

Index 3: TTI, 7 Inputs, Vorleistungsaggregat in konstanten Preisen

3 Aggregationseffekte bei der Berechnung des Produktivitätswachstum mit Hilfe einer nichtparametrischen 'production frontier'

Die Definition des Produktivitätswachstums aus Abschnitt 2 wird hier dahingehend verallgemeinert, daß hierunter die Erhöhung der sektoralen Produktionsmöglichkeiten, beschrieben durch die sektorale Produktionsfunktion, verstanden wird. Für die Produktivitätsfortschritte gilt dann:

$$f^t(x) \geq f^{t-1}(x)$$

Die periodenspezifischen Produktionsfunktionen lassen sich dann mit Hilfe der linearen Programmierung berechnen[7].

$$f^t(x) = \max_{\beta_i \geq 0} \left[\sum_{i=1}^{t} y^i \beta_i \; : \; \sum_{i=1}^{t} \beta_i x^i \leq x, \; \sum_{i=1}^{t} \beta_i = 1 \right]$$

Hierdurch werden die sektoralen Produktionsmöglichkeiten durch eine nichtparametrische 'production frontier' abgebildet. Die sektorale Produktionsfunktion ergibt sich dabei

7) Vgl. DIEWERT, (1981, S. 27 f. und 37 ff.). Dort ist auch die Erweiterung für einen Produktionsprozeß mit mehreren Inputs und Outputs wiedergegeben.

als eine Linearkombination der bis zum betrachteten Jahr tatsächlich stattgefundenen Produktionsprozesse.

Als Maß für die Produktivitätsentwicklung ergibt sich:

$$f^t (x^{t-1})/f^{t-1} (x^{t-1})$$

d.h. es wird die potentielle Erhöhung des Outputs in der Vorperiode, die mit den Produktionsmöglichkeiten der laufenden Periode und dem Faktorbestand der Vorperiode hätte erzeugt werden können, berechnet. Dies Maß wird später, mit verschiedenen Ausprägungen des Faktoreinsatzes, für die empirische Analyse der Aggregationseffekte herangezogen.

Im folgenden wird ein Test vorgestellt, der es erlaubt zu untersuchen, ob die Daten der Annahme der schwachen Separabilität genügen. Ausgegangen wird dabei von der Unterstellung vollkommener Märkte. Dabei stellt sich für die Akteure folgendes Entscheidungsproblem[8]:

(3.1) $$\max \left\{ p'v:\ g(x,A) \geq h \right\} \quad \text{mit}$$

v = Netput-Entscheidungsvektor
  $v > 0$ = Output
  $v < 0$ = Input
p = Vektor der mit v korrespondierenden Preise
g(v,A) = Technologie, fallend und konkav in v, A = Technologieindex
h = Skalar[9]

Mit Hilfe der Lagrange-Optimierung und den Kuhn-Tucker-Bedingungen läßt sich zeigen, daß Multiplikatoren β_t existieren müssen, die die folgenden Ungleichungen erfüllen.

(3.2) $h_t + p_t (v_t - v_s) - g(v_s, A_t) \geq 0, \quad \beta > 0$[10]

Diese Ungleichungen können dahingehend transferiert werden, daß sie für einen Test auf schwache Separabilität herangezogen werden können. Ausgegangen wird dabei von der Gleichung (2.1) und untersucht, ob eine Indexfunktion g^* besteht, die in dem zu aggregierenden Argumenten monoton steigen und konkav ist. Die zu aggregierenden Faktoren müssen dann folgender Bedingung genügen:

$$x_t = \operatorname{argmax} \left\{ p_t'x : g^*(x) > h_t \right\}$$

8) Die folgenden Ausführungen sind CHAVES und COX (S. 304 ff.) entnommen.
9) Hierbei kann es sich um einen fixen Output oder Input oder eine sonstige Restriktion handeln.
10) Vgl. CHAVAS und COX (S. 310).

Diese Funktion ist eine spezielle Form des Entscheidungsproblems (3.1). Das zu lösende Entscheidungsproblem lautet dann:

(3.3) $h_t - h_x + p_t (x_t - x_s)/ß_t > 0 \quad ß_t > 0$

wobei h_t und h_s beliebig gewählte Skalare darstellen.

Falls q den Vektor nicht beobachtbarer Variablen (h, 1/ß) für die T Beobachtungen darstellt, lassen sich die Ungleichungen (3.3) in Matrixform schreiben:

$A'q \geq 0$[11)]

Diese Bedingungen lassen sich mit Hilfe der linearen Programmierung berechnen. Dazu wird mit Hilfe eines beliebigen Vektors b eine Zielfunktion definiert.

b'q --> min
Der Vektor b kann beliebig gewählt werden, da lediglich zu prüfen ist, ob die Opportunitätsmenge (ausgedrückt durch die Nebenbedingungen der linearen Programmierung) eine geschlossene konvexe Menge ist.

In der empirischen Analyse wird getestet, ob die Vorleistungen[12)] in Form eines Aggregats von den sonstigen Inputs zu separieren sind. Diese Forderung muß als erfüllt angesehen werden.

Bisher sind noch keine Aussagen über die Form der Aggregatbildung getroffen worden. Das hier verwendete Konstruktionsprinzip geht auf einen Vorschlag von VARIAN zurück. Ausgehend vom Hick'schen Aggregationskriterium - nachdem Güter aggregiert werden können, wenn sich die Preise der Güter proportional verändern - läßt sich ein Aggregat bilden, indem die Gütermengen mit den Preisen eines Basisjahres gewichtet werden. Dieses Konstruktionsprinzip entspricht aber der Verwendung des in den Statistiken ausgewiesenen Aggregats in konstanten Preisen.

Die Ergebnisse sind in Übersicht 2 wiedergegeben. Es wird deutlich, daß das Produktivitätswachstum, berechnet mit dem Vorleistungsaggregat, und die Veränderung, berechnet mit den einzelnen Vorleistungsgütern, zu ähnlichen Ergebnissen führen. Diese Ergebnisse rechtfertigen wiederum die Verwendung des in den Statistiken ausgewiesenen Vorleistungsaggregates in konstanten Preisen.

11) CHAVAS und COX (S. 305). Die Matrix A besteht dabei aus den entsprechenden Größen der Ungleichungen (3.3).
12) Zum Aussehen des Vorleistungsaggregates siehe Kap. 2.

Übersicht 2: Jährliche Wachstumsraten der totalen Faktorproduktivität (GFG), berechnet mit Hilfe einer nichtparametrischen 'production frontier' bei verschiedenen Aggregationsgraden für die Landwirtschaft der Bundesrepublik Deutschland, 1975-1984

	GFP 1	GFP 2
1975	1.000	1.000
1976	1.000	1.000
1977	1.021	1.021
1978	1.000	1.000
1979	1.000	1.000
1980	1.000	1.000
1981	1.021	1.021
1982	1.038	1.063
1983	1.000	1.000
1984	1.033	1.037

GFP 1: Produktivitätswachstum, Verwendung von 10 Inputs

GFP 2: Produktivitätswachstums, Verwendung eines Vorleistungsaggregats in konstanten Preisen

Literaturverzeichnis

BLACHORBY, C. und SCHWORM, W.: The Existence of Input and Output Aggregates in Aggregat Production Functions. - Econometrica 56 (1988), S. 613-643.

CHAMBERS, R.G.: Applied Production Analyses. - Cambridge 1988.

CHAVAS, J.-P. und COX, Th.L.: A Nonparametric Analysis of Agricultural Technology. - American Journal of Agricultural Economics, Vol. 70 (1988), S. 303-310.

DIEWERT, E.W.: Exact and Superlative Index Numbers. - Journal of Econometrics 4 (1976), S. 115-145.

DIEWERT, E.W.: Aggregation Problems in the Measurement of Capital. - In: Usher, D. (Hrsg.): The Measurement of Capital, 1980, S. 432-528. Ortsangabe?

DIEWERT, E.W.: The Theory of Total Factor Productivity Measurement in Regulated Industries. - In: Cowing, Th.G. und Stevenson, R.E. (Hrsg.): Productivity Measurement in Regulated Industries. New York 1981, S. 17-44.

HANAU, A. und RUSTEMEYER, R.C.: Der Produktivitätsbegriff - Definition, Messung und Anwendung. - Agrarwirtschaft 14 (1965), S. 3-11.

HOCKMANN, H.: Niveau und Entwicklung der Produktivität in der Landwirtschaft der Mitgliedsländer der EG und der Vereinigten Staaten von 1975-1984. - Berichte über Landwirtschaft 66 (1988), S. 393-415.

VARIAN, H.P.: The Nonparametric Approach to Production Analysis. - Econometrica 52 (1984), S. 579-597.