



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

---

Noell, Ch.: Interdependente Beziehungen zwischen Entwicklungen in der Biotechnologie und der Prozeßautomation in der pflanzlichen Produktion und deren Auswirkungen auf die Konzeption von Steuerungsmodellen. In: Buchholz, H.E., Neander, E., Schrader, H.: Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft – Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 26, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1990), S. 203-211.

---



# **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 Biotechnologie 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 Biosynthesen. 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 vorange-  
trieben 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
<b>PFLANZENMATERIAL</b> Krankh.f. Saat- u. Pflanzg. Krankheitsresistenz Schädlingslingsresistenz Herbizidresistenz Streßresistenz Nährstoffaneignung Zus. v. Inhaltsstoffen Pflanzen-"Design" Sonstige physiol. Mechan.	Kartoffeln (In vitro-Vermehrung) Tomate, Tabak, Zuckerrohr (Viren) Tomate (Horn- und Fruchtwürmer) Tomate (Glyphosphat), Raps Salz, Kälte, Hitze, Dürre Symb. mit N <sub>2</sub> -Bakt., Nährstoffaufn. Aminos., Proteine, Lipide Industriepflanzen (nachw. Rohst.) Photosynth., Wachstumsregul. etc
<b>HILFSTOFFE</b> biol. Krankheitsbekämpfung biol. Schädlingsbekämpfung Frostschutz etc. Stickstoffanlieferung	Pseudomonas fluorescens (B.Pilze) B. thuringiensis (Raupen) Eis-Minus-Bakterien Freilebende N <sub>2</sub> -Fixierer
<b>DIAGNOSEVERFAHREN</b>	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 bedarfsgerechter Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auf der anderen Seite gegenüberzustellen.

Komplementäre Beziehungen machen sich in Fällen bemerkbar, in denen Biotechnologieinsatz nur durch technisch aufwendige Ausbringungstechnik sinnvoll oder möglich ist. Insbesondere 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 ihres 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 landwirtschaftlicher 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 Düngemittel 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. Pflanzenschutzmittel) zu Aufwandssteigerungen bei den übrigen führen können. Insbesondere 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 Biotechnologieinsatz 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 entsprechender 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 Reife-prozesse. 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 große 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 Steuerungssysteme 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 Steuerungssystemen wird wachsen.

Allein die insgesamt doch komplexeren Produktionsprozesse erfordert unterstützt durch wahrscheinliche Umweltauflagen führen zu aufwendigeren Steuerungssystemen, d.h. Zunahme von der Zahl von Steuerungsvariablen und -systemen (1.,2.).

Insbesondere 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 erheblich 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 Biotechnologieinsatz 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.