ÖKONOMISCHE AUSWIRKUNGEN EINES EINSATZES VON NUTZPFLANZEN MIT GENTECHNISCH ERZEUGTEN RESISTENZEN GEGEN KRANKHEITEN UND SCHÄDLINGE

Fachstudie im Auftrag der Fachstelle für **B**iosicherheitsforschung und **A**bschätzung von **T**echnikfolgen des **S**chwerpunkteprogrammes Biotechnologie (BATS)

Marco-G. Pezzatti
Sibyl Anwander Phan-huy
Peter Rieder
Bernard Lehmann

Institut für Agrarwirtschaft
ETH Zürich

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen

Verzeichnis der Abbildungen

1. Einleitung

2. Ausgangslage

2.1 Erscheinungsbild des Schweizerischen Agrarsektors
2.1.1 Sozio-ökonomische Bedeutung der Landwirtschaft
2.1.2 Entwicklung der Betriebsstrukturen
2.1.3 Entwicklung der Produktionsstrukturen
2.1.4 Neuorientierung der Agrarpolitik

2.2 Umwelt und Landwirtschaft
2.2.1 Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt
2.2.2 Entwicklung der Intensitäten

2.3 Umfeldanalyse
2.3.1 Zukünftiges wirtschaftliches und politisches Umfeld
2.3.2 Das ökologische Umfeld
2.3.3 Das gesellschaftliche Umfeld
2.3.4 Das technologische Umfeld

Zusammenfassung

3. Auswirkungen des Einsatzes von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge auf das Agrargüterangebot

3.1 Auswirkungen auf Betriebsebene
3.1.1 Bestimmungsfaktoren des Agrargüterangebotes und ihre Beeinflussung durch die Gentechnologie
3.1.2 Zielsystem der landwirtschaftlichen Unternehmer
3.1.3 Bereitschaft zur Übernahme einer neuen Technologie durch die Landwirte
3.1.4 Die Produktionsfunktion und deren Veränderung durch den Einsatz neuer Technologien
3.1.5 Einfluss der Gentechnologie auf die Kostenstruktur und den Gewinn
3.1.6 Einfluss von Zufallsfaktoren auf das Agrargüterangebot

3.2 Angebotsverhalten bei den zu untersuchenden Kulturen

3.3 Auswirkungen auf das sektorielle Agrargüterangebot
3.3.1 Aggregierung der einzelbetrieblichen Angebotsmengen zum Sektorangebot
3.3.2 Angebot und Nachfrage im Marktgleichgewicht
3.3.3 Verschiebung des Marktgleichgewichtes durch biologisch-technischen Fortschritt

Zusammenfassung

4. Modellrechnungen zur Abschätzung der Auswirkungen des Einsatzes von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen

4.1 Methodischer Ansatz
4.1.1 Wahl der Methode
4.1.2 Anwendung der Linearen Programmierung auf die Landwirtschaft

4.2 Annahmen für die Modellrechnungen
4.2.1 Produktionssysteme
4.2.2 Betriebstypen
4.2.3 Fruchtfolgebedingungen
4.2.4 Abbildung der gentechnisch veränderten krankheits- und schädlingsresistenten Nutzpflanzen
4.2.5 Entwicklung des Umfeldes

4.3 Modellergebnisse und Interpretation

4.3.1 Ergebnisse des Normalbetriebes
4.3.2 Ergebnisse des Ackerbaubetriebes
4.3.3 Wirksamkeit verschiedener Pflanzenschutzstrategien
4.3.4 Integrierte Produktion und Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen
4.3.5 Schlussfolgerungen aus den Modellrechnungen

Zusammenfassung

5. Nachfrage nach gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln

5.1 Bestimmungsgründe für die längerfristige Nachfrage bei Nahrungs-mitteln

5.2 Technologieakzeptanz durch die Konsumenten
5.2.1 Technologieakzeptanz in der Landwirtschaft
5.2.2 Einfluss sozio-demographischer Kriterien
5.2.3 Bedeutung von Wissen und Information
5.2.4 Akzeptanz nach Anwendungsgebiet

5.3 Risiko und Risikoeinschätzung
5.3.1 Was bedeutet Risiko?
5.3.2 Risikopotential für die Konsumenten
5.3.3 Objektives versus subjektives Risiko
5.3.4 Charakterisierung von Risiko
5.3.5 'optimistic bias' und 'illusion of control'
5.3.6 Parallelfall „Lebensmittelbestrahlung"

5.4 Nachfrageverhalten bei den zu untersuchenden Kulturen

5.5 Auswirkungen auf den Lebensmittelhandel
5.5.1 Einstellung der Grossverteiler zur Gentechnologie
5.5.2 Kennzeichnung und Marktspaltung
5.5.3 Strategien für eine erfolgreiche Markteinführung von gentechnisch veränderten Produkten

Zusammenfassung

6. Volkswirtschaftliche Betrachtung des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen

6.1 Inhalt einer volkswirtschaftlichen Analyse
6.1.1 Worin unterscheiden sich volks- und betriebswirtschaftliche Sichtweise?
6.1.2 Nachhaltigkeit als Kriterium bei der Beurteilung gesamtwirtschaftlicher Entwicklungen
6.1.3 Mehrstufiger Ansatz zur Beurteilung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines Einsatzes gen technisch veränderter Nutzpflanzen

6.2 Auswirkungen auf die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
6.2.1 Veränderung des landwirtschaftlichen Endergebnisses
6.2.2 Veränderung des Endergebnisses der Chemiebranche
6.2.3 Veränderungen der Endergebnisse übriger Branchen

6.3 Auswirkungen auf die volkswirtschaftliche Effizienz
6.3.1 Absolute und komparative Kostenvorteile
6.3.2 Die Effizienz der schweizerischen Agrarproduktion
6.3.3 Auswirkung der gentechnischen Entwicklung auf die volkswirtschaftliche Effizienz

6.4 Wohlfahrtstheoretische Analyse unter Berücksichtigung der Umwelt
6.4.1 Das Rentenkonzept als Massstab für Wohlfahrtsveränderungen
6.4.2 Auswirkung der gentechnologischen Entwicklung auf die Nettowohlfahrt
6.4.3 Soziale Wohlfahrt und Umwelt
6.4.4 Auswirkung der gentechnologischen Entwicklung auf die Nettowohlfahrt unter Einbezug der Umwelt

6.5 Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen nach dem Konzept der Nachhaltigkeit
6.5.1 Die drei Dimensionen des Nachhaltigkeitskonzeptes und Kriterien zu deren Beurteilung
6.5.2 Beurteilung verschiedener Entwicklungen des Agrarsektors auf ihre Nachhaltigkeit

Zusammenfassung

7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Literaturverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Flächenanteil und Anteil am Endrohertrag der Kulturen
Tabelle 2: Übersicht der Subsysteme mit gentechnisch bearbeiteten Sorten
Tabelle 3: Maximale bzw. minimale Fruchtfolgeanteile einzelner Kulturen
Tabelle 4: Preisentwicklung ausgewählter Produkte
Tabelle 5: Entwicklung der Direktzahlungen nach Szenarien (Fr. je ha bzw. je Betrieb)
Tabelle 6: Entwicklung der Pflanzenschutzbehandlungen bei verschiedenen Anbauverfahren
Tabelle 7: Entwicklung der Pflanzenschutzbehandlungen der verschiedenen GEN-Varianten
Tabelle 8: Faktoren, welche die Einschätzung von Risiko beeinflussen
Tabelle 9: Pestizideinsparungspotential des Agrarsektors bei unveränderten Rahmenbedingungen
Tabelle 10: Relevanz der Pflanzenschutzmittelkosten
Tabelle 11: Mögliche Entwicklungen des Agrarsektors in bezug auf den gentechnischen Fortschritt und die veränderten übrigen Rahmenbedingungen
Tabelle 12: Beurteilung verschiedener Entwicklungen des Agarsektors bezüglich der Kriterien von Nachhaltigkeit

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Ereignisbaum möglicher politischer Entwicklungen
Abbildung 2: Verlauf der Produktionsfunktion im Pflanzenbau
Abbildung 3: Kostenstrukturen, Gewinn und individuelles Agrargüterangebot
Abbildung 4: Veränderung der Kostenkurven durch biologisch-technischen Fortschritt
Abbildung 5: Aggregation vom Einzel- zum Sektorangebot
Abbildung 6: Verschiebung der sektorielle Angebotskurve
Abbildung 7: Nutzung der Ackerfläche (Normalbetrieb, Szenario Agrarpolitik 2002)
Abbildung 8: Nutzung der Ackerfläche (Normalbetrieb, Szenario EU-Annäherung)
Abbildung 9: Nutzung der Ackerfläche (Normalbetrieb, Szenario EU-Beitritt)
Abbildung 10: Nutzung der Ackerfläche (Ackerbaubetrieb, Szenario Agrarpolitik 2002)
Abbildung 11: Nutzung der Ackerfläche (Ackerbaubetrieb, Szenario EU-Annäherung)
Abbildung 12: Nutzung der Ackerfläche (Ackerbaubetrieb, Szenario EU-Beitritt)
Abbildung 13: Auswirkungen der Gentechnologie auf die Produktekombination
Abbildung 14: Wichtigste Informationskanäle bezüglich neuen Entwicklungen, die unseren Alltag beeinflussen
Abbildung 15: Akzeptanz von Produkten, die mit Hilfe von Biotechnologie hergestellt sind
Abbildung 16: Einschätzung von Nutzen und Risiken verschiedener Technologien
Abbildung 17: Deklaration und Marktspaltung
Abbildung 18: Konsumenten- und Produzentenrente
Abbildung 19: Veränderung der Netto-Wohlfahrt bei biologisch-technischem Fortschritt
Abbildung 20: Einfluss einer staatlichen Preis-Absatz-Garantie
Abbildung 21: Veränderung der Netto-Wohlfahrt bei einer Liberalisierung des Aussenhandels
Abbildung 22: Nettowohlfahrt unter Einbezug externer Effekte
Abbildung 23: Veränderung der Netto-Wohlfahrt durch die Anwendung von Gentechnologie unter Einbezug externer Effekte
Abbildung 24: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Nachhaltigkeitsanalyse

1. Einleitung

Die Gentechnologie verfolgt mit ihren molekularbiologischen Methoden Ziele, welche mit herkömmlichen Technologien nicht, nur langsam oder mit grossem Aufwand erreicht werden können. Im Agrarbereich werden dadurch zum einen Fortschritte in bezug auf einen weiter eingeschränkten Einsatz von Produktionshilfsstoffen wie Tierarzneimittel, Pflanzenschutz- und Düngemittel erwartet. Zum andern wird eine quantitative Leistungssteigerung und die qualitative Verbesserung von Produkten angestrebt. Die Möglichkeiten der Gentechnologie sind dabei sowohl in der Nutztierhaltung als auch im Pflanzenbau vielfältig. In der Nutztierhaltung steht die Züchtung transgener Tiere zur Erzielung von spezifischen Resistenzen, zur Leistungssteigerung und zur Förderung ausgewählter Qualitätseigenschaften im Vordergrund. Daneben soll die Leistung aber auch durch gentechnisch gewonnene Hormone und Futterzusatzstoffe gesteigert werden. Grosse Chancen werden der Gentechnologie ferner in der Veterinärmedizin eingeräumt (Diagnose und Therapie). Im Pflanzenbau wird die Vermehrung und Züchtung von Pflanzen mit Hilfe von Zellkulturen bereits seit Jahren praktiziert und ist kaum mehr umstritten. Der Einbau von artfremden Genen in Nutzpflanzen (transgene Pflanzen) wäre zwar praxisreif, wird aber mit wenigen Ausnahmen noch kaum angewendet. Gegenstand der Forschung sind neben der gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge vor allem Herbizid- und Insektizidresistenzen, sowie Qualitätsveränderungen der Produkte.
In der Lebensmitteltechnologie schliesslich steht die Gewinnung von mehr, qualitativ besseren und homogeneren Zusatzstoffen wie Hefen, Farb- und Aromastoffe, Vitamine etc. im Vordergrund.

Die Schweiz kann sich von diesen Entwicklungen nicht abschotten. Die Schweizer Wirtschaft partizipiert erfolgreich auf diesem Forschungsgebiet. Obwohl kein eigentliches „Gentechnologie Gesetz“ besteht, werden mit Art. 24 der Bundesverfassung Mensch und Umwelt vor dem Missbrauch der Gentechnologie geschützt. Im Bereich der Nahrungsmittel besteht mit der Lebensmittelverordnung vom 1.7.1995 die weltweit strengste Vorschrift in diesem Bereich. Dabei ist im Sinne der Markttransparenz eine Deklarationspflicht für gentechnisch erzeugte Nahrungsmittel verankert.

Im Rahmen des „*Schwerpunktprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung“* organisiert die Fachstelle für Biosicherheitsforschung und Abschätzung von Technikfolgen (BATS) eine „*Technikfolgenabschätzung zur Freisetzung krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen“*. Die Fragestellung ist somit auf ein kleines Segment der Möglichkeiten der Gentechnologie im Pflanzenbau beschränkt. Es geht darum, die Auswirkungen auf die Produktesicherheit, die Qualität der Nahrungsmittel, die landwirtschaftliche Anbaupraxis und das ökologische Umfeld zu erforschen und die Konsequenzen auf betriebs- und volkswirtschaftlicher Ebene abzuschätzen.

Das Institut für Agarwirtschaft wurde mit der Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener technischer Alternativen zur Reduktion des Krankheits- und Schädlingsbefalls für die Schweiz beauftragt. Die zu betrachtenden technischen Alternativen sind der Pflanzenschutz im konventionellen Landbau, der Pflanzenschutz mit Hilfe der Züchtung gentechnisch veränderter Pflanzen und der Pflanzenschutz im Biologischen Landbau. Konkret sollen, sowohl aufgrund ihrer Krankheitsanfälligkeit als auch wegen ihrer Bedeutung für den schweizerischen Ackerbau, die Kulturen Weizen, Kartoffeln, Raps, Mais und Zuckerrüben in die Betrachtung integriert werden.

Die vorliegende Studie ist in sieben Teile gegliedert. Gerade anschliessend wird im Sinne einer Analyse der Ausgangslage das Erscheinungsbild des schweizerischen Agrarsektors und dessen ökonomisches, ökologisches, gesellschaftliches und technologisches Umfeld umrissen (*Kapitel 2*). Danach werden die Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Nutzpflanzen auf das Agargüterangebot für die Ebene des einzelnen Landwirtschaftsbetriebes und aggregiert auf den ganzen Sektor theoretisch diskutiert. Dabei werden auch Ausführungen zu den Besonderheiten des Angebotsverhaltens bei den zu untersuchenden Kulturen gemacht (*Kapitel 3*). Da gentechnisch veränderte Nutzpflanzen in der Schweiz bisher noch keinen Einzug in die Praxis gefunden haben, sind Aussagen über Auswirkungen nur auf der Basis von Modellannahmen möglich. Im vierten Teil werden die Konsequenzen verschiedener Pflanzenschutzstrategien bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen für die Produktionsstruktur und das Einkommen der Landwirtschaftsbetriebe mit Hilfe eines Simulationsmodelles abgeschätzt. Für die Modellierung werden dabei Annahmen für die Entwicklung der relvanten struktur- und einkommensbestimmenden Grössen des Agarsektors getroffen (*Kapitel 4*). Anschliessend erfolgt eine empirische und theoretische Auseinandersetzung mit der Technologieakzeptanz der Konsumenten. Es werden mögliche Ursachen diskutiert, warum Umfragen immer wieder eine negative Grundhaltung der Konsumenten gegenüber gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln zeigen und welche Konsequenzen sich daraus auch für die der Landwirtschaft nachgelagerte Nahrungsmittelindustrie ergeben (*Kapitel 5*). Die volkswirtschaftliche Analyse im sechsten Teil befasst sich mit den Auswirkungen auf das Endergebnis der nationalen Buchhaltung und die volkswirtschaftliche Effizienz. Zudem werden die ökologischen Auswirkungen der gentechnologischen Entwicklung in Form einer wohlfahrtstheoretischen Betrachtung diskutiert und die ganze Entwicklung bezüglich ihres Beitrages zu einer nachhaltigen Entwicklung des Agrarsektors untersucht (*Kapitel 6*). Abschliessend werden die wichtigsten Schlussfolgerungen, die sich aus der Studie ergeben, zusammengefasst (*Kapitel 7*).

2. Ausgangslage

Um aufgrund theoretischer Ausführungen und Modellrechnungen mögliche Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Nutzpflanzen auf das Agrargüterangebot und die Nahrungsmittelnachfrage beurteilen zu können, bedarf es einleitend einiger Bemerkungen zum heutigen schweizerischen Agrarsektor (Kapitel 2.1). In Form kurzer historischer Rückblicke soll dabei die Entwicklung des primären Sektors und dessen Einfluss auf das wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Umfeld betrachtet werden. Vergleiche mit der Situation im angrenzenden Ausland sollen die Besonderheiten des schweizerischen Agrarsektors verständlich machen. Schliesslich müssen auch einige Ausführungen zur Neuorientierung der schweizerischen Agrarpolitik gemacht werden, damit mögliche Zielkonflikte mit der gentechnologischen Entwicklung verständlich werden.

Das Spannungsfeld zwischen Landwirtschaft und Umwelt soll in Abschnitt 2.2 untersucht werden. Die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf das ökologische Umfeld werden bei der Gestaltung der Agrarpolitik zunehmend berücksichtigt. Somit muss auch der Einsatz von Gentechnik im Pflanzenbau auf dieses Kriterium untersucht werden.

In Kapitel 2.3 sollen einige Überlegungen zur zukünftigen Veränderung des schweizerischen Agrarsektors und dessen Umfeld angestellt werden. Dies ist deshalb relevant, weil diese Entwicklungen parallel mit den neuen Möglichkeiten in der Gentechnologie ablaufen. Da Veränderungen innerhalb des Agrarsektors von vorschiedenen Variablen gleichzeitig abhängen, muss die Entwicklung dieser möglichen Einflussfaktoren bekannt sein.

2.1 Erscheinungsbild des Schweizerischen Agrarsektors

2.1.1 Sozio-ökonomische Bedeutung der Landwirtschaft

Der Primäre Sektor (Land- und Forstwirtschaft) ist in den vergangenen Jahrzehnten laufend geschrumpft. Bezüglich Beschäftigung und Bruttowertschöpfung[1] spielt der Agrarsektor heute eine sehr kleine Rolle. Auf der anderen Seite ist die Landwirtschaft - entsprechend ihrem verfassungsmässigen Auftrag - für die Ernährungssicherung und zur Erhaltung der Kulturlandschaft von grosser Bedeutung. In der schweizerischen Bundesverfassung wird in Artikel 31bis dem Staat unter anderem die Befugnis erteilt, nötigenfalls Vorschriften zur Erhaltung eines gesunden Bauernstandes und einer leistungsfähigen Landwirtschaft erlassen zu können. Die Landwirtschaft soll leistungsfähig sein bezüglich der Versorgung mit Nahrungsmittel, einer nachhaltigen Erhaltung unserer Kulturlandschaft und anderer übergeordneter Ziele (z.B. dezentrale Besiedlung).[2]

Im folgenden sollen einige Zahlen die sozio-ökonomische Bedeutung des Agrarsektors veranschaulichen.

Bevölkerung und Erwerbstätigkeit

In der Schweiz lebten 1990 rund 6.7 Mio Einwohner, darunter rund 3,5 Mio. Erwerbstätige. Von diesen waren rund 4.2 % im Primären Sektor beschäftigt (1970 noch 7.7 %). Die Bedeutung der Landwirtschaft als Beschäftigungsmöglichkeit kann somit als gering beurteilt werden. Allerdings bestehen zwischen den städtischen und agglomerationsnahen Regionen einerseits und den ländlichen Gebieten andererseits beträchtliche Unterschiede. So liegt der Anteil

---

1 Bruttowertschöpfung = Gesamterlös einer Volkswirtschaft abzüglich Ausgaben für variable Produktionsfaktoren (z.B. Dünger)

2 Im Einzelnen enthält das Landwirtschaftsgesetz Umschreibungen, was der Gesetzgeber in diese Begriffe hineingelegt hat.

in der Landwirtschaft Beschäftigter in den Kantonen Basel-Stadt, Genf und Zürich unter 3 %, während er in Obwalden und Appenzell-I.Rh. bis 17 % beträgt.

Wirtschaftliches Ergebnis des Agrarsektors

1990 betrug der Anteil der Land- und Forstwirtschaft an der Bruttowertschöpfung rund 3 %. Der Agrarsektor gehört damit zu den „schwachen" Branchen, bei denen der Anteil an der Bruttowertschöpfung kleiner ist als der Anteil der Erwerbstätigen. Die Arbeitsproduktivität - die Wertschöpfung je Arbeitskraft - beträgt nur gerade 57 % vom Durchschnitt über alle Branchen. Es besteht damit noch ein beträchtliches Rationalisierungspotential.

Versorgungsbeitrag

Der Einfuhrwert pflanzlicher und tierischer Erzeugnisse betrug in den letzten 10 Jahren zwischen 5 und 6 Milliarden Franken. Der Ausfuhrwert lag bei 1 bis 1.5 Milliarden Franken. Im gleichen Zeitraum lag der Endrohertrag der Schweizer Landwirtschaft zwischen 8 und 9 Milliarden Franken. Aufgrund einer groben Schätzung ergibt sich, dass wertmässig rund 60 % der konsumierten Nahrungsmittel aus dem Inland stammen. Der Anteil der Inlandproduktion am Inlandverbrauch - der Selbstversorgungsgrad - ist hinsichtlich der einzelnen Produkte jedoch sehr verschieden. Am höchsten ist der Selbstversorgungsgrad mengenmässig mit 110 % (102 %)[3] bei Milch und Milchprodukten[4], bei Fleisch mit 80 % (83 %) und bei Brotgetreide mit 113 % (53 %); am tiefsten ist dieser Anteil bei Zucker mit 45 % (23 %) und bei pflanzlichen Fetten/Ölen mit 23 % (8 %).

Das durch die Ausdehnung der Ackerfläche, durch die Intensivierung der Produktion und durch Fortschritte in der Tier- und Pflanzenzüchtung angestiegene Agrargüterangebot hat die Nachfragezunahme nach Nahrungsmitteln deutlich übertroffen. Die Überschussproblematik hat sich deshalb bis Ende der achziger Jahre verschärft. Mit der Abkehr von hohen Garantiepreisen zugunsten produktionsunabhängiger einkommensergänzender Direktzahlungen[5] für die Produzenten und die verstärkte Extensivierung und Ökologisierung der Produktion im Rahmen der „Neuen Agrarpolitik"[6] wird das Ziel verfolgt, die Produktionsmenge zu stabilisieren oder sogar zu reduzieren.

Flächenmässige Bedeutung

Von den rund 4'130'000 ha Landesfläche sind 38 % Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN), 30 % Wald, 6 % Siedlungsfläche und 26 % unproduktives Land (Gewässer, Fels etc.). Somit ist die Landwirtschaft für die Erhaltung und Gestaltung eines Grossteils der Landesfläche zuständig. Sie erbringt eine gemeinwirtschaftliche Leistung, die allen zugute kommt und von der niemand ausgeschlossen werden kann. Die durch die Landwirtschaft bereitgestellte Landschaft stellt somit ökonomisch ausgedrückt ein öffentliches Gut dar (siehe Kapiel 6.4). Für die erholungssuchende eigene Bevölkerung und den Tourismus ist die Landschaftsgestaltung und -erhaltung durch die Landwirtschaft von grosser Bedeutung.

---

3 Werte von 1986/1990, in Klammern von 1966/70

4 ohne Butter

5 Direktzahlungen sind Transferzahlungen des Staates, die als direkte Einkommensübertragung und nicht via Produktepreis an die Landwirte gehen.

6 siehe dazu: Bundesrat, 1992, 7. Landwirtschaftsbericht.

2.1.2 Entwicklung der Betriebsstrukturen

Anzahl und Grösse der Betriebe

Zwischen 1965 und 1990 ist die Anzahl an Haupterwerbsbetrieben[7] von rund 100'000 auf gut 60'000 Betriebe gesunken. Davon liegen 60 % im Tal- und 40 % im Berggebiet. Im europäischen Vergleich ist dieser Rückgang der Betriebsanzahl zusammen mit Östereich weitaus am grössten. Dies ist einerseits auf das günstige wirtschaftliche Umfeld (geringe Arbeitslosigkeit) und andererseits auf die ausgesprochen kleinen Betriebsstrukturen (Kleinbetriebe verschwanden) zurückzuführen (Rieder 1994).

Die durchschnittliche landwirtschaftliche Nutzfläche je Haupterwerbsbetrieb lag 1990 bei 15.2 ha. Berücksichtigt man auch die rund 40'000 zumeist kleinflächigen Nebenerwerbsbetriebe[8] war die durchschnittliche Betriebsgrösse 11.4 ha. Im Vergleich mit dem angrenzenden Ausland sind die Betriebe sehr klein, beträgt doch die Durchschnittsgrösse in Deutschland 17 ha, in Frankreich etwa 29 ha und in Grossbritanien fast 65 ha. Der Vorteil grösserer Betriebe liegt darin, dass sich die Kosten für fixe Faktoren (Gebäude, Maschinen) auf mehr Fläche verteilen und somit diese Betriebe durch die Ausnützung des Grösseneffektes in der Lage sind, billiger zu produzieren. In dieser Hinsicht besteht für die schweizerischen Betriebsstrukturen ein beträchtliches Kostensenkungspotential.

Bewirtschaftungsmethoden

Innerhalb der Landwirtschaft kann man zwischen drei verschiedenen Produktionsverfahren unterscheiden: der konventionellen Methode, der integrierten Produktion (IP) und der biologischen Wirtschaftsweise (BIO). Während bei der konventionellen Methode der Dünger- und Pestizideinsatz nicht beschränkt wird, bestehen für die IP und den Biolandbau genaue Richtlinien bzw. Verbote. Die strengsten Vorschriften betreffen die biologische Produktion. Für IP und Bio werden mit Direktzahlungen die durch die Extensivierung entstehenden Ertragseinbussen und der höhere Arbeitseinsatz bei schonenden Produktionsverfahren abgegolten. Die starke Zunahme vor allem der IP-Betriebe in den vergangenen drei Jahren zeigen, dass diese Beiträge einen Anreiz bilden, von der konventionellen Produktion auf umweltfreundlichere Verfahren umzusteigen. 1994 wurde 28 % der LN nach den Richtlinien der Integrierten Produktion bewirtschaftet (Zunahme von 67 % gegenüber 1993 !). Rund 2 % der Nutzfläche wurde biologisch bewirtschaftet (Zunahme um 12 %).[9] Die Mehrheit der Betriebe wird aber immer noch konventionell bewirtschaftet.

Einkommen und Kapitalverhältnisse

Von der eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik in Tänikon (FAT) werden jährlich Buchhaltungsresultate von rund 3000 Testbetrieben ausgewertet. Daraus werden die Arbeitsverdienste[10] für einzelne Betriebsgruppen berechnet und dem Paritätslohnanspruch - dem Lohn eines vergleichbar qualifizierten Arbeitnehmers in Industrie und Gewerbe - gegenübergestellt. Bis Ende der 80er Jahre erreichten die Talbetriebe in der Regel den Paritätslohn, wobei die Verdienste aufgrund der Ertragsschwankungen im Ackerbau und der Preisbewegungen für Rind- und Schweinefleisch stark schwankten. Demgegenüber beka-

---

7 Als Haupterwerbsbetriebe gelten jene, welche mehr als 50 % des Einkommens aus der landwirtschaftlichen Tätigkeit erwirtschaften und hiefür nach Normen mindestens 1500 Stunden aufbringen.

8 Nebenerwersbetrieb = Betrieb, dessen Leiter überwiegend ausserbetrieblich tätig ist und dessen Erwerbseinkommen überwiegend aus aus-serbetrieblichen Quellen stammt.

9 Quelle: NZZ Nr. 213, Mitteilungen des Schweizerischen Bauernverbandes, Zürich 1995.

10 Arbeitsverdienst = vom Betrieb erwirtschafteter Jahresüberschuss (Abzug aller Kosten vom Rohertrag), welcher als Entschädigung für die auf dem Betrieb eingesetzte Arbeit von nicht entlöhnten familieneigenen Arbeitskräften zur Verfügung steht.

men die Bergbetriebe mehr Direktzahlungen, welche die Preisschwankungen auf dem Zuchtviehmarkt ausgleichen konnten. Trotzdem erwirtschafteten Bergbetriebe in der Regel nur ca. 65 % des Paritätlohnanspruches. Für Tal- und Bergbetriebe zeigt sich ab 1989 eine sinkende Tendenz der Arbeitsverdienste.
Aggregiert über die ganze Schweiz verfügen die Betriebe nach Schätzungen des Schweizerischen Bauernverbandes über einen Eigenkapitalanteil von ca. 55 %. Die Zinsbelastung beträgt etwa 5 % der totalen Produktionskosten. Zur Erfüllung von Umwelt- und Tierschutzauflagen, von IP- und Bio-Richtlinien, für die weitere Rationalisierung der Produktion und die Erneuerung alter Anlagen besteht in Zukunft weiterhin ein beträchtlicher Investitionsbedarf.

2.1.3 Entwicklung der Produktionsstrukturen

Tierhaltung

Rund 75 % des landwirtschaftlichen Endrohertrages[11] stammt aus der Tierhaltung. Dabei steht die Milchproduktion im Vordergrund (35 %), gefolgt von der Rind- (20 %) und Schweinefleischproduktion (15 %). Die überragende Bedeutung der Rindviehhaltung ergibt sich aus der besonderen topographischen und klimatischen Lage des Alpenlandes Schweiz, das sich zur Rauhfutterproduktion besonders eignet. Zusammen mit der mit ihr gekoppelten Rind- und Kalbfleischproduktion erbringt die Milchproduktion 55 % des Endrohertrages. Zudem trägt sie durch ihre Flächenabhängigkeit zur Kulturlandschaftserhaltung und -pflege und dadurch zur Erfüllung der agrarpolitischen Ziele bei.

Pflanzenproduktion

Nur knapp ein Drittel der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche, vorwiegend im Talgebiet liegend, wird ackerbaulich genutzt. Tabelle 1 zeigt die Flächenanteile der in der vorliegenden Studie untersuchten Kulturen an den rund 312'000 ha offener Ackerfläche. Der Anteil am Endrohertrag ist ein Mass für wirtschaftliche Bedeutung dieser Kulturen.

Tabelle 1: Flächenanteil und Anteil am Endrohertrag der Kulturen

Kultur	Flächen in Hektaren		% Anteil an LN (1993)	% Anteil am Endrohertrag (1993)
	1975	1993		
Weizen	86'000	97'000	9 %	3 %
Gerste	*45'000*	*60'000*	*5.5 %*	*<2 %*
Kartoffeln	23'000	17'800	1.5 %	2 %
Zuckerrüben	11'000	14'000	1 %	1.5 %
Raps	9'500	16'500	1 %	<1%
Silomais	27'000	38'000	3.5 %	
Kunstwiesen	*102'000*	*90'000*	*8.5 %*	
Offenes Ackerland	**261'000**	**312'000**	**29 %**	

Der Anteil der Offenen Ackerfläche an der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist zwischen 1975 und 1993 von 24 auf 29 % angestiegen. Wichtige Gründe für diese Entwicklung sind:

- die Ausbreitung von Silomais dank neuen, frühreifen Sorten

11 Nomineller Wert aller vom Sektor verkauften oder selber verbrauchten Produkte.

- die 1977 eingeführte Milchkontingentierung bewirkte zuerst eine Zunahme der Rindviehmast, und als dort die Preise wegen des Überangebotes sanken in einer zweiten Phase zu einer Ausdehnung des Ackerbaus
- die bis zu Beginn der 90er Jahre steigenden Anbauprämien für Getreide führten zu einer Ausdehnung v.a. des Anbaus von Gerste.

Die Entwicklung der Preise für landwirtschaftliche Produkte und der Direktzahlungen des Bundes (z.B. Anbauprämien oder Stillegungsbeiträge) werden in Zukunft den Umfang des Ackerlandes entscheidend beeinflussen.

2.1.4 Neuorientierung der Agrarpolitik

Grundanliegen der nach dem zweiten Weltkrieg konzipierten Agrarpolitik war die Sicherstellung der Landesversorgung mit Nahrungsmitteln. Als wichtigste Voraussetzung zur Verwirklichung dieser Zielsetzung galten staatliche Preis- und Absatzgarantien, Grenzschutzmassnahmen und Subventionierung von Betriebsstrukturverbesserungen. Die durch biologisch-technischen Fortschritt (siehe Kapitel 2.3.4) steigenden Erträge und der durch hohe Preise induzierte Produktionsanreiz führte bei verschiedenen Produkten zu der bekannten Überschussproblematik. Die in der Folge teilweise ergriffenen einschneidenden Produktionsbeschränkungen (z.B. Milchkontingentierung) verengten den unternehmerischen Spielraum der Landwirtschaft.

Der gestiegene Selbstversorgungsgrad der Schweiz, die Überschüsse in den umliegenden Ländern und die veränderte geopolitische Lage vermindern heute das Risiko einer gestörten Nahrungsmittelzufuhr und somit die Bedeutung der Vorsorgepolitik. Gleichzeitig ist das Bewusstsein bezüglich Qualität und Herkunft der Produkte, sowie der Produktionsweise und der damit verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt, gestiegen. Somit entstand ein neues Anforderungsprofil an den schweizerischen Agrarsektor.

Im Januar 1992 hat der Bundesrat mit der Veröffentlichung des Siebten Landwirtschaftsberichtes eine neue Agrarpolitik eingeleitet. Darin wird insbesondere die Absicht erklärt, die bäuerlichen Einkommen in Zukunft vermehrt über Direktzahlungen zu sichern. Im Landwirtschaftsgesetz Artikel 31 a und b ist diese neue Einkommenspolitik gesetzlich verankert.

Die Direktzahlungen lassen sich in vier Gruppen einteilen[12]:

- **Intersektorale Ausgleichszahlungen** stellen ein die Preispolitik ergänzendes Instrument dar, um die Einkommen der Landwirtschaft gegenüber anderen Sektoren zu stützen. Sie sind im allgemeinen weder an einen Faktor noch an ein Produkt gebunden, sondern werden innerhalb gewisser Grenzen pro Betrieb ausbezahlt.

  Beispiel: - Betriebsbeitrag für alle Betriebe mit mehr als 3 ha LN

- **Intrasektorale Ausgleichszahlungen** sollen die klimatischen und topographisch bedingten Standortnachteile innerhalb der Landwirschaft ausgleichen. Die Berechnungsgrundlage bildet entweder die Fläche oder die Grossvieheinheiten.

  Beispiele: - Beiträge für die Bewirtschaftung von Hang- und Steillagen
  - Kostenbeiträge für Viehhalter im Berggebiet und in der voralpinen Hügelzone

12 Rieder, Anwander Phan-huy, 1994, S. 278

- **Produktionslenkungsbeiträge** dienen der Abgeltung der Differenz zwischen Zielpreis und Marktpreis und sind produktionsgebunden.

  Beispiel: - Anbauprämien für Futtergetreide und Körnerleguminosen

- **Ökologische Ausgleichszahlungen** sollen die Ertragseinbussen bzw. den Mehraufwand, wie sie sich aufgrund einer ökologischen und/oder besonders tierfreundlichen Bewirtschaftung ergeben, abgelten.

  Beispiele: - Beiträge für ökologische Ausgleichsflächen
  - Bewirtschaftungsbeiträge für Magerwiesen, Hecken und Obstgärten
  - Beiträge für Integrierte Produktion oder Biolandbau

Während die Ausgaben zur Stützung der Agrarmärkte jährlich abnehmen, erfolgt ein starker Ausbau der Direktzahlungen. Den grössten Zuwachs weisen dabei die ökologischen Ausgleichszahlungen auf, womit einer vermehrten Beachtung der Umwelt Rechnung getragen wird.

2.2 Umwelt und Landwirtschaft

Die Landwirtschaft stand schon immer in enger Verbindung mit der Umwelt[13], wobei sich in der letzten Dekade in immer stärkerem Masse Zweifel an der traditionell positiv betrachteten Art dieses Zusammenhangs herausbildeten. Inbesondere die zunehmende Intensivierung der Agrarproduktion kehrte die positive Koppelung zwischen Landwirtschaft und Umwelt in Teilbereichen um. Die Landwirtschaft kann aber auch selbst von Umweltbelastungen betroffen sein, die durch andere Wirtschaftssektoren, den Verkehr oder die Haushalte verursacht werden.

Die Konflikte zwischen Landwirtschaft und Umwelt können regional sehr unterschiedlich sein. Aus globaler Perspektive ist der Bodenverlust durch landwirtschaftliche Tätigkeit das gravierenste Problem (Hurni 1992). In der Schweiz stehen vor allem die Konflikte zwischen der Landwirtschaft und dem Gewässerschutz, und seit einigen Jahren zwischen der Landwirtschaft und dem Naturschutz im Vordergrund.

In der Folge soll zuerst kurz auf die wichtigsten Umweltauswirkungen der agrarischen Tätigkeit in der Schweiz eingegangen werden. Danach sollen einige Ausführungen zur Entwicklung des Dünger- und vor allem des Pestizideinsatzes und ihrer Umweltauswirkungen gemacht werden.

2.2.1 Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt

Bodenverlust

In der Schweiz ist die Bautätigkeit die Hauptverursacherin der Bodendegradation.[14] Im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung bilden die Erosion und die Bodenbelastung mit Schwermetalle die wichtigste Rolle. Bodenverdichtungen sind im allgemeinen innert 5 Jahren reversibel und werden deshalb nicht als als Umweltauswirkung betrachtet.

---

13 Unter dem Begriff "Umwelt" verstehen wir die abiotischen Ressourcen (Boden, Wasser, Luft), die biotischen Ressourcen (belebte Natur, biologische Vielfalt) und die ästhetischen Ressourcen (Landschaft).

14 Zur Zeit geht jährlich etwa eine Fläche von 2'000 bis 3'000 ha LN durch Bautätigkeit verloren (Gantner 1991).

- Bodenerosion: Durch die Ausdehnung der Ackerfläche in hügeliges Gebiet und den vermehrten Anbau des schlecht bodenabdeckenden Mais hat die Erosionsgefahr in den letzten 20 Jahren stark zugenommen. Allerdings ist es weniger ein flächendeckendes Problem als vielmehr dasjenige einzelner Parzellen.
- Schwermetallbelastung: Durch das Ausbringen von Handelsdünger, Pestiziden und Klärschlamm gelangen hohe Mengen Schwermetalle in die Böden (Blei, Cadmium, Kupfer, Zink). Der geschätzte Anteil der Landwirtschaft an der Belastung der Böden mit diesen Stoffen liegt je nach Quelle zwischen 50 und 86 % (Von Steiger/Baccini 1990).

Luftbelastung

Der Beitrag der Landwirtschaft zur Luftverschmutzung inkl. ihres Beitrages zum Treibhauseffekt ist von Bedeutung. Die Treibhausgase Methan und Lachgas, sowie Ammoniak, das zur Bodenversauerung beiträgt, stammen zum grössten Teil aus der Tierhaltung. Der geschätzte Anteil der Landwirtschaft an den Stickstoffemissionen beträgt für Stickoxide 50 % und für Methan 60 % (Gruber 1993).

Wasserbelastung

In der Schweiz als niederschlagsreiches Land stellt sich die Frage nach dem nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser vielmehr in qualitativer als in quantitativer Hinsicht (Schertenleib 1994).

- Grund- und Trinkwasserverschmutzung: Ein zunehmender Anteil des Trinkwassers in der Schweiz enthält zu hohe Nitratkonzentrationen. Dabei bildet die Nitratversickerung aus der landwirtschaftlichen Düngung mit einem Anteil von 60 bis 77 % das grösste Problem (Gruber 1993). Die Trinkwasserbeeinträchtigungen durch organische Substanzen (Pestizide u.a.) bilden ein weiteres Problem, sind aber nicht quantifziert.
- Oberflächengewässer: Während die Phosphatbelastung der Gewässer durch den Ausbau der Kläranlagen und dank phosphatfreier Waschmittel stark zurückgegangen ist, hat sich die Stickstoffbelastung kontinuierlich erhöht. Die agrarischen Tätigkeiten tragen bei Phosphat 16 % , bei Stickstoff über 80 % zur Gewässerbelastung bei (Gruber 1993). Die Eutrophierung durch N-Verbindungen ist jedoch weniger relevant, da in den Schweizer Gewässern nach wie vor Phosphat der für Algen wachstumslimitierende Faktor ist.

Verlust der Artenvielfalt und der naturnahen Lebensräume

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung ist in Mitteleuropa als Hauptgrund (Anteil von 60 %) für die Abnahme der biologischen Vielfalt[15] anzusehen (Sukopp 1978, Broggi et al. 1989). Sukkop sieht dabei vorallem vier Ursachen:

- Änderung des Wasserhaushaltes durch Entwässerungen und Flussbegradigungen, meist im Rahmen von landwirtschaftlichen Meliorationen
- Nährstoffeinträge durch landwirtschaftliche Düngung und aus der Luft
- Zunehmende Verwendung synthetischer Stoffe (z.B. Pestizide)
- Änderung der Landnutzung (Naturwiesen wurden zu Ackerfläche)

Der Lebensraum- und Artenschwund wurde von Broggi et al. (1989) geschätzt. Im folgenden seien einige Beispiele genannt: Seit 1800 sind 90 % der Feuchtgebiete und 90 % der trocke-

[15] Der Begriff "Biologische Vielfalt" bezieht sich auf drei Ebenen: 1. Genetische Vielfalt, 2. Artenvielfalt und 3. Ökosystemvielfalt (Baur et al., 1994).

nen Blumenwiesen verschwunden. Der Anteil der naturnahen Flächen an der Kulturlandschaft wird heute noch auf rund 3.5 % geschätzt - 12 % wären für die Erhaltung der noch bestehenden Arten nötig. Zur Erhaltung der noch bestehenden Lebensräume und Arten und einer erneuten Erhöhung deren Vielfalt kann die Landwirtschaft einen entscheidenden Beitrag leisten.

2.2.2 Entwicklung der Intensitäten

Unter Intensität versteht man das Verhältnis eines Produktionsfaktors zu einem anderen. Dabei können drei Arten von Intensitäten unterschieden werden: Kapital/Arbeit (z.B. Vieh je Arbeitskraft), Kapital/Boden (z.B. Dünger je ha LN) und Arbeit/Boden. An dieser Stelle soll das Verhältnis Kapital/Boden am Beispiel des Einsatzes variabler Inputfaktoren (Mineraldünger und Pestizide) näher betrachtet werden. Dabei muss aber beachtet werden, dass ein Teil der Nährstoffe in Form von Hofdünger ausgebracht wird. Auf die Hofdüngerproblematik soll jedoch nicht näher eingegangen werden.

Einsatz von Mineraldünger

Der Einsatz von Mineraldünger hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen. Betrachtet man den Handelsdüngereintrag pro ha LN zwischen 1946 und 1990, so hat der Stickstoffeinsatz von 8 auf 71 kg je ha, der Phosphatverbrauch von 30 auf 43 kg je ha und die Kalidüngung von 12 auf 60 kg je ha LN zugenommen (Bundesamt für Statistik 1994). Phosphat und Kali haben das heutige Niveau jedoch bereits um 1970 erreicht - danach blieb der Verbrauch konstant bzw. ist für Phosphat leicht rückläufig. Der Vergleich mit Frankreich und Deutschland einerseits und Kanada und den USA andererseits zeigt erstens, dass in Europa mit einem hohen Agrarschutz die Bewirtschaftungsintensität und damit der Düngemitteleinsatz deutlich höher liegt als in Nordamerika, wo der Agrarsektor relativ ungeschützt dem Weltmarkt ausgesetzt ist (Gruber 1992). Zweitens erkennt man, dass innerhalb von Europa beispielsweise die Niederlande, Grossbritanien und Deutschland einen höheren Mineraldüngerverbrauch aufweisen als die Schweiz (Deutscher Bundestag, Komission „Schutz der Erdatmosphäre“, 1991). Die Ursache liegt darin, dass in der Schweiz, wo gemischte Betriebe (Ackerbau und Viehzucht) vorherrschen und die Viehdichte relativ hoch ist, ein grosser Anteil des pflanzlichen Nährstoffbedarfes mit Hofdünger gedeckt wird.

Einsatz von Pestiziden

Zu den Pflanzenbehandlungsmitteln zählen gemessen am Wirkstoffeinsatz in Tonnen im Jahr 1992: Fungizide, Bakteriozide und Saatbeizmittel (47 %), Herbizide (37 %), Insektizide (13 %) und Wachstumsregulatoren (2 %).[16] Gesamtschweizerisch hat die eingesetzte Wirkstoffmenge in Tonnen bis Ende 80er Jahre zugenommen und ist seither rückläufig.[17] Mögliche Ursachen sind dabei einerseits Fortschritte in der Herstellung und im Einsatz von Pestiziden, andererseits führt auch die zunehmende Verbreitung v.a. der integrierten Produktion zu einem rückläufigen Einsatz. Die Menge des eingesetzten Pestizides ist jedoch als Massstab für mögliche ökologischen Auswirkungen nicht ausreichend. Die biologische Aktivität ist auch von der Art des Wirkstoffes und der Anzahl der Behandlungen abhängig.[18] Zweifellos besteht aber ein Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln und Rückständen in Böden, Gewässer oder Nahrungsmitteln (Baur 1994).

---

16 1992 wurden gemäss Angaben der chemischen Industrie 2'000 t Wirkstoffe im Wert von 134 Mio. Franken verkauft. Diese Zahlen erfassen ca. 90 % des gesamten Marktes ohne Haus und Garten.

17 In Baur et al. 1994, Statistische Erhebungen des Schweizerischen Bauernverbandes, Brugg, div. Jahrgänge.

18 In Baur et. al. 1994; Mündliche Auskunft G. Popow, Zentralstelle für Pflanzenschutz des Kt. Zürich, 1994.

2.3 Umfeldanalyse

Ziel dieses Kapitels ist es, mögliche Entwicklungen der Schweizer Landwirtschaft aufzuzeigen. Dazu müssen Annahmen zur Entwicklung der wichtigsten Determinanten des landwirtschaftlichen Strukturwandels getroffen werden. Zu den wichtigsten Ursachen des Strukturwandels gehören:

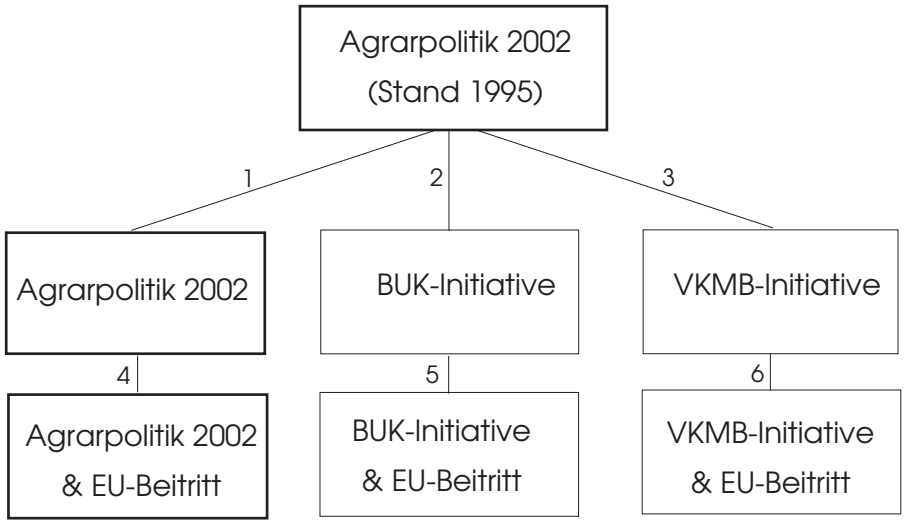
- das *Lohnniveau in den nicht-landwirtschaftlichen Sektoren*: Je höher dieses Lohnniveau ist, umso grösser ist der ökonomische Anreiz, aus der Landwirtschaft abzuwandern
- der *biologisch-technische Fortschritt* (inkl. Gentechnologie): Dieser führt generell zu Angebotsausdehnungen und Kostensenkungen, gefolgt von Preissenkungen, was den Strukturwandel verstärkt
- *sinkende Preise*: führen zu einem Verdrängungswettbewerb und verstärken den Strukturwandel
- *Agrarpolitische Massnahmen*, wie Preisstützungen und Direktzahlungen: Diese können die Abnahme der Anzahl Betriebe bremsen

Vereinfachend kann somit gesagt werden, dass die Entwicklung der Agrarstrukturen primär vom wirtschaftlichen Umfeld und erst in zweiter Linie von den agrarpolitischen Massnahmen abhängt. Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, wie sich diese Variablen in Zukunft verändern könnten. Um die Anzahl möglicher Szenarien[19] zu begrenzen, erfolgt zuerst eine Einschätzung möglicher Entwicklungen in der schweizerischen Aussenwirtschaft- und Agrarpolitik. Diese sind in Abbildung 1 dargestellt.

2.3.1 Zukünftiges wirtschaftliches und politisches Umfeld

Entwicklung der politischen Rahmenbedingungen

Abbildung 1: Ereignisbaum möglicher politischer Entwicklungen



[19] Szenarien sind eine Gruppe von in sich geschlossenen, widerspruchsfreien Annahmen über eine zukünftige Entwicklung von Rahmenbedingungen. Dabei wird im Gegensatz zu einer Prognose nicht mit den Eintretenswahrscheinlichkeiten der einzelnen Szenarien gerechnet (Gotsch 1994).

Abbildung 1 zeigt, welches die aus der momentanen Perspektive möglichen Entwicklungen in der schweizerischen Aussen- und Agrarpolitik in den kommenden Jahren sind. In der Folge werden diese möglichen Ereignisse dargestellt und deren Eintreffenswahrscheinlichkeit beurteilt. Die Reihenfolge der Ereignisschilderung entspricht dabei den in der Abbildung zugeordneten Pfadnummern.

1. mögliches Ereignis: Agrarpolitik 2002

Die zweite Etappe der durch den Bundesrat eingeleiteten neuen Agrarpolitik gemäss 7. Landwirtschaftsbericht wird ab 1995 durchgeführt. Der Gegenvorschlag auf die „Bauern und Konsumenten-Initiative“ (siehe später) wird vom Souverän angenommen bzw. die Initiative wird abgelehnt oder die Initianten akzeptierten den Gegenvorschlag und ziehen ihr Begehren zurück. Dieser neue Verfassungsartikel wird sich mit grosser Wahrscheinlichkeit als Reaktion auf den am 12.März 1995 vom Volk abgelehnten Vorschlag in einigen Punkten (z.B. konkretere Formulierungen bezüglich Deklarationspflicht von Lebensmitteln, Ökologisierung der Produktion,...) unterscheiden.[20] Er wird aber so weit gefasst sein, dass sich sowohl die bereits eingeleiteten Reformen fortführen lassen und zudem neue Reformvorschläge möglich sind.
Die im Rahmen des ratifizierten GATT-Abkommens vorzunehmenden Anpassungen im Agrarbereich[21] werden ab 1995 innerhalb von sechs Jahren vorgenommen (deshalb die Bezeichnung Agrarpolitik 2002):

- Abbau der produktgebundenen internen Stützungen um 20 %
- Minimaler Marktzutritt für ausländische Produkte von 5 %
- Senkung der Exportsubventionen um 36 %

Die nicht produktionsgebundenen Direktzahlungen, die GATT-verträglich sind, werden im Rahmen des finanzpolitisch Machbaren weiter ausgebaut und die Ökologisierung der Landwirtschaft wird weiter vorangetrieben (Ziel: IP).

⇒ Dieses Ereignis ist für die nahe Zukunft das wahrscheinlichste. Das GATT-Abkommen wurde 1994 ratifiziert und die notwendigen Anpassungen müssen vorgenommen werden. Ein schrittweiser Abbau der Preisstützungen wird von der Bauernlobby solange akzeptiert, als die Einkommenseinbussen durch Direktzahlungen abgegolten werden. Ein weit gefasster Verfassungsartikel als Gegenvorschlag auf die BUK-Initiative wurde im Dezember 1995 vom Parlament gutgeheissen und die Zustimmung durch das Volk ist wahrscheinlich.

2. mögliches Ereignis: Die Bauern- und Konsumenten-Initiative (BUK-Initiative) wird angenommen.

Die von 23 Konsumenten-, Umwelt- und Tierschutzorganisationen getragene, im Dezember 1991 eingereichte „Bauern- und Konsumenteninitiative für eine naturnahe Landwirtschaft“ wird angenommen.
Als Hauptziele verfolgt die Initiative ein angemessenes Einkommen bei Einhaltung von umwelt-, natur- und tierfreundlichen Produktionsvorschriften. Die Produktion soll dabei über Preise reguliert werden, wobei aber die Konsumentenpreise angemessen sein sollen. Direkt-

---

20 Quelle: Schweizer Bauer vom 9.9.1995, Frontartikel.

21 Rösti A. und Jörin R. haben die Auswirkungen des GATT-Abkommens auf die schweizerische Landwirtschaft im Auftrag des BLW untersucht (IAW 1994).

zahlungen dürfen nur bei tiefen Preisen ausgerichtet werden. Als Strukturziel wird die Erhaltung des heutigen Zustandes angestrebt („gesunder Bauernstand“).

⇒ Die BUK-Initiative wurde zu einer Zeit formuliert, als weder das Konzept der neuen Agrarpolitik noch die Konsequenzen eines bevorstehenden GATT-Abschlusses definitiv bekannt waren. Heute sind bereits zwei Hauptanliegen der Initianten erfüllt: Direktzahlungen als Einkommensausgleich und eine verstärkte Ökologisierung. Zudem ist es unwahrscheinlich, dass zu einer Hochpreispolitik zurückgekehrt wird. Das BUK-Begehren wurde somit durch die Neuerungen überholt, ein Rückzug des Begehrens ist fast sicher (Stand Mitte Dezember 1995) oder aber die Ablehnung durch den Souverän wahrscheinlich.

3. mögliches Ereignis: Die Initiative der Vereinigung zum Schutz kleiner und mittlerer Bauern (VKMB) wird angenommen

Mit der 1993 eingereichten „Volksinitiative für preisgünstige Nahrungsmittel und ökologische Bauernhöfe“ - so der offizielle Titel der neuen Kleinbauerninitiative - liegt ein ausformulierter Vorschlag für einen neuen Artikel 31^{octies} über sechs Absätze in der Bundesverfassung vor. Die Forderungen der Initianten können vereinfacht in drei Hauptpunkten zusammengefasst werden:

- Beschränkung des Agrarschutzes und der Direktzahlungen auf biologisch und ökologisch wirtschaftende Betriebe
- Direktzahlungen mind. Fr. 3000.-/ha und max. 50’000 Fanken je Betrieb und Jahr
- Als Grenzschutzmassnahmen sind nur Zölle zugelassen

Dieses Ereignis stellt eine totale Abkehr von der historisch gewachsenen herkömmlichen Agrarpolitik dar.

⇒ Trotz der Popularität der VKMB scheint dieses Ereignis eher unwahrscheinlich. Radikale Vorlagen (Umstellung auf Biolandbau, Beschränkung der Direktzahlungen auf kleinere Betriebe) haben erfahrungsgemäss wenig Chance, in einer Volksabstimmung angenommen zu werden. Am Beispiel der Zürcher Landwirtschaft wurden die Auswirkungen dieses Szenarios vom Institut für Agrarwirtschaft untersucht.[22]

4. bis 6. mögliches Ereignis: Annäherung und späterer Beitritt in die Europäische Union (EU)

Der Druck Richtung Liberalisierung und Deregulierung führt zu einer Annäherung und später zu einem Beitritt zur EU. Dies bedingt eine Übernahme der gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU, was weitreichende Konsequenzen (z.B. Produktepreisrückgang auf EU-Niveau) hätte. Die Direktzahlungen können den Einkommensausfall nur teilweise auffangen.
Das EU-Szenario kann nun für die Ereignisse 1 bis 3 angewendet werden:

4. Ereignis: Anpassung des Agrarpaketes 2002 an die EU-Agarpolitik

5. Ereignis: BUK-Initiative und EU-Agrarpolitik

6. Ereignis: VKMB-Initiative und EU-Anpassung

⇒ Eine Annäherung an die EU mit dem Ziel eines späteren Beitritts scheint nicht nur aus aussen-, sondern auch aus finanz- und wettbewerbspolitischen Gründen realistisch. Mit

[22] Pezzatti M., 1994, Auswirkungen möglicher agrarpolitischer Ereignisse auf die langfristige Strukturentwicklung der Landwirtschaftsbetriebe im Kanton Zürich, ETH Zürich.

Ausnahme der Schweizerischen Volkspartei (SVP) haben alle Regierungsparteien[23] den EU-Beitritt in ihrem Parteiprogramm als strategisches Ziel erklärt.[24]
Aufgrund der angestellten Überlegungen für die Ereignisse 2 und 3 (BUK bzw. VKMB-Initiativen) gilt das Ereignis 4 als einzige wahrscheinliche EU-Variante.

Entwicklung in der übrigen Wirtschaft

Die landwirtschaftlichen Produktionskosten[25] werden massgeblich durch die Entwicklung der übrigen Wirtschaft bestimmmt. Man unterscheidet zwischen Produktionskosten für variable und für kurz- bis mittelfristig fixe Produktionsfaktoren:

- *Variable Produktionsfaktoren* (z.B. Futtermittel, Dünger, Pestizide, Saatgut): Je nach Szenario werden vor allem bei Futtermitteln und Saatgut Preisrückgänge erwartet (Rösti 1994). Der Düngerpreis wird bei einer Liberalisierung des Aussenhandels ebenfalls sinken, da zur Zeit eine Lenkungsabgabe zuwenig politische Unterstützung findet. Die übrigen variablen Produktionsfaktoren (inkl. Pestizide) dürften kaum billiger werden (Baur 1994).
- Kurz- bis mittelfristig *fixe Produktionsfaktoren* (z.B. Löhne, Abschreibungen auf Gebäude und Maschinen, Zinskosten): Die Zinskosten werden vermutlich ansteigen, da sie schon heute im EU-Raum über dem schweizerischen Niveau liegen (Baur 1994). Die Fremdlöhne sowie der Lohnanspruch für die eigene Arbeit sind umso höher, je besser der Arbeitsmarkt und die Löhne ausserhalb des Sektors sind.

Die Entwicklung in der übrigen Wirtschaft ist also für den Agrarsektor in zweierlei Hinsicht relevant: Einerseits wird durch die Entwicklung der Produktionskosten das Kosteneinsparungspotential des Agrarsektors beeinflusst und damit ein Struktureffekt erwirkt. Andererseits bestimmt die Lage auf dem ausserlandwirtschaftlichen Arbeitsmarkt den Abwanderungsanreiz für die Landwirte und übt damit in dominanter Weise einen Einfluss auf den landwirtschaftlichen Strukturwandel aus.

2.3.2 Das ökologische Umfeld

Die Umweltprobleme haben zugenommen und die Wahrnehmung dafür ist geschärft. Diese Problematik wird sich in Zukunft verstärken, wenngleich sie momentan an politischem Interesse verliert. Wie in Kapitel 2.2.1 dargelegt wurde, ist die Landwirtschaft Mitverursacherin der Bodenzerstörung, Gewässerverschmutzung, Luftbelastung und der Verminderung der biologischen Vielfalt. Mit dieser Thematik haben sich auch die Teilnehmer des UN-Umweltgipfels von Rio 1992 befasst. Im Abschlussdokument dieses Erdgipfels, der sog. Agenda 21, ist unter anderem auch die Forderung nach einer nachhaltigen Land- und Forstwirtschaft, einer nachhaltigen Entwicklung der Berggebiete und einer Erhaltung der biologischen Vielfalt verankert. Diese Ziele müssen in Zukunft vermehrt in der agrarpolitischen Entscheidungsfindung berücksichtigt werden. Durch die neue Agrarpolitik zeichnet sich vorerst eine eher zurückhaltende Ökologisierungspolitik ab, weil die Bindung von Direktzahlungen und somit die Kopplung umweltpolitischer an verteilungspolitische Anliegen politisch umstritten ist. In Zukunft wird sich aber die Direktzahlungspolitik verstärkt in diese Richtung bewegen,

---

23 Als Regierungsparteien gelten die im Schweizer Bundesrat vertretenen Parteien: Die Freisinnig-demokratische Partei (FDP), die Sozialdemokratische Partei (SP), die Christlich-demokratische Volkspartei (CVP) und die Schweizerische Volkspartei (SVP).

24 Quelle: Weltwoche vom 7.9.95; Interview mit Ständerat Otto Piller.

25 Die Produktionskosten setzen sich aus den mengenabhängigen variablen Kosten (z.B. Dünger, Kraftfutter) und bei kurzfristiger Betrachtung mengenunabhängigen fixen Kosten (z.B. Kapitalkosten für Maschinen und Gebäude) zusammen. Ein Betrieb kommt dann in den Gewinnbereich, wenn alle Produktionskosten gedeckt sind.

wie dies durch den starken Anstieg der Ökobeiträge schon wenige Jahre nach deren Einführung bestätigt wird.

2.3.3 Das gesellschaftliche Umfeld

Die Ausgestaltung der Agrarpolitik, die Akzeptanz neuer Technologien in der Land- und Ernährungswirtschaft und die Nachfrage nach Nahrungsmitteln ist abhängig von gesellschaftlichen Trends, wie sie im folgenden skizziert werden sollen.
Die Bevölkerung der Schweiz wie in allen Industrienationen stagniert weitgehend. Sie geht einher mit einem wachsenden Anteil von älteren Personen (Überalterung) und einer nicht unbedeutenden Immigration auch aus nicht-westlichen Ländern. Die verfügbaren Einkommen der Haushalte haben in den letzten Jahren immer zugenommen und stagnieren heute. Dafür ist in allen westlichen Industrieländern eine mehr oder weniger ausgeprägte Tendenz zur sozialen Polarisierung der Einkommen und Vermögen festzustellen (Stichwort Zwei-Drittels-Gesellschaft). Die Grösse der Haushalte nimmt stark ab; die Zahl der Ein-Personen-Haushalte entsprechend zu. Dies hat Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Konsumausgaben und des Nahrungsmittelkonsums. Mit der zunehmenden Berufstätigkeit der Frau, aber auch bedingt durch attraktive Freizeitmöglichkeiten ist der Faktor Zeit zu einer limitierenden Grösse geworden. Im Bereich der Nahrungsmittelnachfrage wirkt sich das etwa in der Nachfrage nach mehr Convenience (u.a. Fertigprodukte), im grösseren Ausser-Haus-Konsum und in der Tendenz zum Einkauf unter einem Dach aus.
Es zeigt sich deutlich, dass Aspekte der Gesundheit, der Umwelt und der Ethik an Bedeutung gewonnen haben und dass das Sicherheitsbedürfnis der Leute gewachsen ist. Bezüglich der Land- und Ernährungswirtschaft folgen daraus Forderungen nach umweltverträglichen, nachhaltigen Bewirtschaftungssystemen, nach Reduktion des Dünge- und Spritzmitteleinsatzes (und damit auch nach Reduktion allfälliger Rückstände in der Nahrung oder im Trinkwasser) oder nach tiergerechten Haltungssystemen. Im Informationszeitalter werden aber auch zunehmend Forderungen bezüglich Deklaration der Herkunft, der Produktionsweise, des Haltungssystems, der Inhaltsstoffe oder der Haltbarkeit gestellt. Die Konsumenten sind ganz allgemein mündiger und kritischer geworden und nehmen ihre Möglichkeiten zur Wahl wahr.
Bereits lassen sich Tendenzen ablesen, dass sich der Konsum entsprechend dieser veränderten Werteinschätzung geändert hat: Abnahme des Fleisch- und Fettkonsums, Zunahme des Konsums an Früchten und Gemüsen, Zunahme des Konsums von kalorienreduzierten Nahrungsmitteln (‘Light’-Produkte), Zunahme des Konsums von ökologisch produzierten Nahrungsmitteln.
Als weiteres wichtiges Element zur Beschreibung des Umfeldes muss die Konzentration in den Sektoren, welche der Landwirtschaft vor- und nachgelagert sind, herangezogen werden. Insbesondere die Konzentration in der Nahrungsmittelverarbeitung, aber auch im -handel, lassen bei vielen Konsumenten Gefühl von Massenprodukten, Intransparenz und auch Verunsicherung aufkommen. Eine Reihe von „Nahrungsmittelskandalen“ der letzten Jahre lassen sich letztendlich auch diese Entfremdung zwischen Nahrungsmittelproduktion einerseits und Konsument andererseits zurückführen. Parallel dazu findet eine Mystifizierung des ländlichen Lebens und des Bauerntums statt, welche sich auch in politischen Vorstössen wie der Kleinbauerninitiative (1985) oder der neuen VKMB-Initiative ausdrückt. Diese politischen Bekenntnisse stehen aber bei einem grossen Anteil der Konsumenten im Widerspruch zur eigenen Zahlungsbereitschaft, wie etwa der wachsende Einkaufstourismus in den grenznahen Gebieten belegt.

2.3.4 Das technologische Umfeld

Das Agrargüterangebot und die Nachfrage nach Produktionsfaktoren wird entscheidend durch die produktionstechnischen Bedingungen geprägt. Der technische Fortschritt beeinflusst den Faktoreinsatz und die Zusammensetzung der Produktion. Auf den theoretischen Zusammenhang zwischen dem Einsatz neuer Technologien und dem Agrargüterangebot wird in Kapitel 3.1.4 ausführlich eingegangen. In diesem Abschnitt sollen zuerst die verschiedenen Arten von technischem Fortschritt erklärt und einige Überlegungen zu deren zukünftigen Entwicklung angestellt werden. Danach soll der heutige Stand der Anwendung von Gentechnologie bei Nahrungsmitteln dargestellt werden.

Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft werden drei Formen von Fortschritt unterschieden, auf die im folgenden näher eingegangen wird:

1. Mechanisch-technischer Fortschritt

Der mechanisch-technische Fortschritt entspricht weitgehend der Substitution des teuren Produktionsfaktors Arbeit durch Kapital (z.B. Maschinen). Zur Realisierung dieser Fortschritte sind grössere Strukturen notwendig, damit sich die hohen Investitionskosten auf genügend Fläche (z.B. beim Kauf einer Kartoffelerntemaschine) oder auf einen grossen Tierbestand (z.B. bei einem Stallneubau) verteilen.

⇒ Auch in Zukunft wird die Möglichkeit zur Ausdehnung der Betriebsstrukturen für die Realisierung des mechanisch-technischen Fortschrittes ausschlaggebend sein. Die Entwicklung der Determinanten des Strukturwandels (wirtschaftliches und agrarpolitisches Umfeld) sind somit für den Einsatz dieser Technologie relevant.

2. Organisatorisch-technischer Fortschritt

Unter organisatorisch-technischem Fortschritt wird die Verbesserung der Betriebsführung durch Beratung, Buchhaltung, Informatik oder überbetrieblicher Faktoreinsatz (z.B. Maschinenring) verstanden. Er ist weitgehend betriebsgrössenneutral.

⇒ Die Realisierung dieses Fortschrittes wird weitergehen. Die Ausbildung der Landwirte wird sich verbessern und auch der Anteil an Landwirten mit abgeschlossener landwirtschaftlicher Ausbildung nimmt zu. Die Idee des Maschinenring hat sich etabliert und wird sich weiter ausdehnen und einen verbreiteten überbetrieblichen Faktoreinsatz ermöglichen.

3. Biologisch-technischer Fortschritt

Unter biologisch-technischem Fortschritt verstehen wir allgemein die Erhöhung des Outputs (z.B. dt Weizen je ha) bei gleichbleibendem Input (z.B. dt Stickstoff je ha Weizen) oder die Verringerung des Inputs bei gleichbleibendem Output. Die Realisierung dieses Fortschritts ist weitgehend betriebsgrössenunabhängig. Durch züchterische Anstrengungen und Gentechnologie, anbautechnische Neuerungen und/oder durch eine Rationalisierung der Arbeitstechnik können Ertragssteigerungen und Kostensenkungen erreicht werden:

- Ertragssteigerungen: Neuere Prognosen über zu erwartende Ertragssteigerungen in der Tierhaltung und im Pflanzenbau sind eher vorsichtig. Obschon die physiologische Grenze der Ertragssteigerung besonders im Pflanzenbau noch lange nicht erreicht ist, liegen die

geschätzten Zuwachsraten deutlich unter jenen der Vergangenheit. Die zurückhaltenden Schätzungen stützen sich auf die Tatsache, dass starke Ertragszunahmen nur mit dem massiven Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln zu erreichen sind, während sich aus politischen und wirtschaftlichen Gründen eher eine Extensivierung abzeichnet.[26] Die züchterischen und verfahrenstechnischen Anstrengungen könnten deshalb in der Zukunft verstärkt für eine Ertragssicherung (Krankheits- und Trockenheitsresistenz) bei extensiveren Produktionsverfahren als für eine Ertragssteigerung bei konventionellen Anbaumethoden eingesetzt werden.

- Kostensenkung: Biologisch-technischer Fortschritt kann sich in einer Senkung der Produktionskosten je Einheit ausdrücken. Dies bedeutet bei gleichbleibenden Preisen eine Erhöhung des Einkommens der Landwirte. Ein Beispiel: Durch die Entwicklung eines Spritzmittels, das mehrere Krankheiten gleichzeitig bekämpft, können Arbeitsgänge eingespart und damit die Produktionskosten reduziert werden.

Anwendung von Gentechnologie in der landwirtschaftlichen Produktion

Die Gentechnologie verfolgt mit ihren molekularbiologischen Methoden Ziele, welche mit herkömmlichen Technologien nicht, nur langsam oder mit grossem Aufwand erreicht werden können. Einleitend zu dieser Studie wurde ausführlich darauf eingegangen (siehe Kapitel 1). Der Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen beeinflusst als eine Art von biologisch-technischem Fortschritt das Verhältnis von Input zu Output im Pflanzenbau:

- Ertragssteigerungen: Über die Ertragseigenschaften gentechnisch erzeugter Resistenzzüchtungen sind in der Literatur nur vereinzelt präzise Angaben zu finden. Warren (1992) stellt z.B. bei gentechnisch veränderten Kartoffeln fest, dass in einzelnen Fällen der Knollenertrag nicht beeinträchtigt wurde. Daraus leitet er ab, dass mittels gentechnischer Methoden Sorten produziert werden können, die die gewünschte neue Eigenschaft (z.B. Krankheitsresistenz) besitzen, aber in ihren übrigen Eigenschaften der guten Ausgangssorte sehr ähnlich sind. Solche Annahmen sind aber recht optimistisch und hängen davon ab, welche Resistenzgene und -mechanismen eingesetzt werden und in welcher Intensität das fremde Gen exprimiert wird. Um einen Resistenzmechansimus aufbauen zu können, muss die Pflanze immer Energie aufwenden, die sie sonst in den Ertrag investieren könnte (Carell 1995). Im Rahmen dieser Arbeit wird die Annahme getroffen, dass gentechnisch veränderte krankheitsresistente Nutzpflanzen gleiche Erträge aufweisen wie die Ausgangspflanze.
- Kostensenkung: Beim Anbau krankheitsresistenter Nutzpflanzen haben der gesunkene Arbeitsaufwand und die eingesparte Menge Pestizid einen kostenreduzierenden Effekt, obwohl von leicht höheren Saatgutpreisen ausgegangen werden kann.

Zusammenfassung

- Der Agrarsektor gehört zu den „schwachen Branchen“, bei denen der Beitrag an die Bruttowertschöpfung (3 %) kleiner ist als der Anteil der in der Landwirtschaft beschäftigten Personen (4.2 %). Bezüglich *Beschäftigung und Bruttowertschöpfung* spielt der Agrarsektor somit eine sehr kleine Rolle.

---

[26] In Baur 1995: - Bereich Pflanzenbau: mündl. Auskunft Prof. P. Stamp, Institut für Pflanzenwissenschaften der ETH Zürich, Juni 1994.
- Bereich Tierproduktion: mündl. Auskunft Prof. N. Künzi, Institut für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich, Juni 1994.

- Rund 60 % der in der Schweiz konsumierten Nahrungsmittel stammen wertmässig aus der inländischen Produktion. Der Versorgungsbeitrag der Landwirtschaft ist somit beträchtlich. Die für einzelne Produkte unterschiedlichen *Selbstversorgungsgrade* sind in den letzten 30 Jahren stark angestiegen. Da der starke Anstieg des Agrargüterangebotes die Nachfragezunahme nach Nahrungsmitteln deutlich übertroffen hat, ist die bekannte Überschussproblematik entstanden.
- Ein Grossteil der Landesfläche wird durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung gestaltet. Diese *gemeinwirtschaftliche Leistung* kommt allen zugute und ist zudem für den Tourismus von grosser Bedeutung.
- Die *Anzahl der Haupterwerbsbetriebe* ist zwischen 1965 und 1990 um 40 % auf 60'000 Betriebe gesunken. Die Betriebe sind im Vergleich zum angrenzenden Ausland mit einer Durchschnittsgrösse von 15.2 ha sehr klein, weshalb Kosteneinsparungen aufgrund des Grösseneffektes nicht zum Tragen kommen. Rund 70 % der Betriebe werden konventionell, 28 % gemäss den Richtlinien der Integrierten Produktion und 2 % als Biobetriebe bewirtschaftet. Die hohen Direktzahlungen für umweltschonende Verfahren verstärken den Anreiz, auf IP oder Bio umzusteigen. Der Arbeitsverdienst aller Betriebe zeigt seit 1989 sinkende Tendenz.
- Rund drei Viertel des *landwirtschaftlichen Endrohertrages* stammen aus der Tierhaltung. Dabei kommt der Rindviehhaltung aufgrund der besonderen topographischen und klimatischen Lage des Alpenlandes Schweiz eine überragende Bedeutung zu. Nur auf knapp einem Drittel der LN kann Ackerbau betrieben werden, wobei Getreide (v.a. Weizen und Gerste) und Silomais anteilsmässig dominieren.
- 1992 wurde mit der Veröffentlichung des 7. Landwirtschaftsberichtes eine *neue Agrarpolitik* eingeleitet. Die bäuerlichen Einkommen sollen vermehrt über produktionsunabhängige Direktzahlungen anstatt über hohe Garantiepreise gesichert werden. Ein wachsender Anteil der Beiträge ist mit ökologischen Auflagen verbunden, wodurch eine umweltschonendere Landwirtschaft gefördert werden soll.
- Die *Umweltauswirkungen* der agrarischen Tätigkeit sind vielfältig und regional unterschiedlich. Im Vordergrund stehen: die Bodenbelastung durch Schwermetalle aus Dünge- und Pflanzenbehandlungsmitteln, die Verstärkung des Treibhauseffektes durch Methan und Lachgasen aus der Tierhaltung, die Belastung des Trinkwassers durch Nitrat aus Düngemitteln und organischen Substanzen aus Pestiziden sowie der Verlust der Artenvielfalt durch landwirtschaftliche Meliorationen und die intensive Bewirtschaftung.
- Der Einsatz von Handelsdünger hat in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen, liegt aber im europäischen Vergleich auf mittlerem Niveau.
- Aufgrund der günstigen Preise ist der Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln gestiegen und erst seit Mitte der 80er Jahre rückläufig.

- Als *zukünftiges wirtschaftliches und politisches Umfeld* kann man sich drei Szenarien vorstellen: erstens die Fortführung der bisherigen Agrarreformen und die Anpassung an die GATT-Bestimmungen, zweitens die Anpassung an die Bauern- und Konsumenteninitiative und drittens eine vollständige Umgestaltung nach dem Volksbegehren der VKMB. Das erste Ereignis gilt als das wahrscheinlichste, auch bei einer allfälligen EU-Annäherung oder einem -Beitritt.
- Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktionskosten wird massgeblich durch die *Entwicklung der übrigen Wirtschaft* bestimmt. Dadurch wird das Kosteneinsparungspoten-

tial des Agarsektors beeinflusst. Gleichzeitig bestimmt die Situation auf dem Arbeitsmarkt ausserhalb der Landwirtschaft den Abwanderungsanreiz aus der Landwirtschaft. Die Entwicklung der übrigen Wirtschaft ist somit für den Agrarsektor strukturwirksam.

- Das *ökologische Umfeld* wird in Zukunft verstärkt Einfluss auf den Agrarsektor ausüben, was zu einer vermehrt ökologisch ausgerichteten Agrarpolitik führen wird.
- Beim *gesellschaftlichen Umfeld* ist die Ausgestaltung der Agrarpolitik, die Akzeptanz neuer Technologien in der Land- und Ernährungswirtschaft und die Nachfrage nach Nahrungsmitteln abhängig von der zunehmenden Bedeutung von Gesundheits- und Umweltaspekten und von einer wachsenden Entfremdung zwischen Produktion und Konsumenten, wie sie nicht zuletzt durch die Konzentration in der Lebenmittelverarbeitung und im -handel gegeben ist. Demgegenüber findet eine Mystifizierung der bäuerlichen Welt statt, die sich auch in politischen Forderungen ausdrückt.
- Für die zukünftige Veränderung des Faktoreinsatzes und der Zusammensetzung der Produktion durch den technischen Fortschritt ist die Betrachtung des *technologischen Umfeldes* wichtig. In der Landwirtschaft unterscheidet man drei Formen von technischem Fortschritt. Der mechanisch-technische Fortschrittt entspricht weitgehend der Substitution des teuren Faktors Arbeit durch Kapital. Unter organisatorischem Fortschritt wird die Verbesserung der Betriebsführung zum Beispiel durch verstärkte Beratung verstanden. Unter biologisch-technischem Fortschritt wird eine Verbesserung des Verhältnisses zwischen variablen Inputfaktoren (z.B. Dünger) und Output (z.B. Weizenertrag) verstanden. Letzterer kann sich in einer Ertragssteigerung bei gleich hohem Input oder in einer Verringerung des Inputs bei gleichbleibendem Ertrag äussern.
- Die Gentechnologie verfolgt mit ihren molekularbiologischen Methoden Ziele, welche mit herkömmlichen Technologien nicht, nur langsam oder mit grossem Aufwand erreicht werden können. Einerseits wird ein weiter sinkender Hilfsstoffbedarf (z.B. Pestizide) und andererseits quantitative Leistungssteigerungen und qualitative Verbesserung der Produkte angestrebt. Durch den Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen lassen sich Produktionskosten (reduzierter Pestizidbedarf) und der Arbeitsaufwand (weniger Aufwand für die Pestizidausbringung) reduzieren. Betreffend der Outputseite wird im Rahmen dieser Arbeit von der Annahme ausgegangen, dass die Erträge der neuen Sorte dessen der Ausgangspflanze entsprechen.

3. Auswirkungen des Einsatzes von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge auf das Agrargüterangebot

In Kapitel 3 sollen die Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Nutzpflanzen auf das Agrargüterangebot theoretisch diskutiert werden. Zuerst werden mögliche Veränderungen auf der Stufe des Einzelbetriebes dargestellt. Daraus werden Hypothesen über die Auswirkungen auf das sektorielle Angebot abgeleitet.

3.1 Auswirkungen auf Betriebsebene

Die Landwirte als Unternehmer und ihre Familien mit ihren Zielsetzungen und Verhaltensweisen bestimmen unter den jeweiligen ökonomischen, politischen, technologischen und natürlichen Rahmenbedingungen die Produktion und den Faktoreinsatz auf ihren Betrieben und somit des ganzen Sektors. Deshalb soll für die folgende Diskussion von den Gegebenheiten des Einzelbetriebes ausgegangen werden.

Ausgehend von einer übersichtsmässigen Darstellung der Bestimmungsfaktoren des Agrargüterangebotes (Kapitel 3.1.1) soll gezeigt werden, wie sich das individuelle Angebotsverhalten der Landwirte durch die neue Ausgangssituation (Gentechnik) verändert.

3.1.1 Bestimmungsfaktoren des Agrargüterangebotes und ihre Beeinflussung durch die Gentechnologie

Das Angebot an Agrargütern wird durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt. Als wichtigste Kategorien lassen sich vorerst unterscheiden (Henrichsmeyer/ Witzke 1991):

- die Preise der erzeugten Agrarprodukte
- die Preise der eingesetzten variablen Produktionsfaktoren (z.B. Dünger, Pestizide)
- die Bestände an fixen Produktionsfaktoren (z.B. Anzahl Stallplätze)
- der Stand der Produktionstechnik und die Bereitschaft zur Übernahme einer neuen Technologie
- das wirtschafliche, (agrar-)politische und natürliche Umfeld
- die Zielsetzungen und Verhaltensweisen der landwirtschaftlichen Betriebsleiter
- der Einfluss von Zufallsfaktoren (Wetter, Seuchen etc.)

Im folgenden soll das Angebotsverhalten im Zusammenhang mit der Beeinflussung durch die gentechnologische Entwicklung näher erläutert werden. Auf das wirtschaftliche, (agrar-) politische und natürliche Umfeld wurde bereits in Kapitel 2.3 eingegangen.

3.1.2 Zielsystem der landwirtschaftlichen Unternehmer

Das Wissen über die Ziele und Verhaltensweisen landwirtschaftlicher Entscheidungsträger ist noch recht begrenzt. Die Interpretationen von allgemeinen Erfahrungen und beobachtetem Verhalten haben daher eher den Charakter von Hypothesen (Henrichsmeyer/Witzke 1991).

Die neoklassische Wirtschaftstheorie stellt die Hypothese auf, dass private Unternehmer primär eine Maximierung des Gewinnes und des Einkommens anstreben. Die Annahme der Gewinnmaximierung (z.B.Varian 1984) stellt aber eine zu wenig differenzierte Abbildung der Realität dar. Neben den „üblichen Unternehmenszielen“ wie Gewinnerzielung, Unternehmenssicherung und -wachstum sind auch Ziele und Wertvorstellungen allgemeiner Art von Bedeutung. Dazu gehören der Wunsch nach Selbständigkeit, die soziale Anerkennung, Natur-

verbundenheit und Freizeit. Diese verschiedenen Ziele stehen in gegenseitiger Abhängigkeit (z.B. Freizeit und Einkommen, Einkommen und soziale Anerkennung). Man geht von der Annahme aus, dass sich der Landwirt und seine Familie kurz- und mittelfristig vor allem für die Erreichung desjenigen Zieles einsetzen, welches für sie den subjektiv niedrigsten Erfüllungsgrad aufweist. Deshalb ist nach Rieder (1994) eine ganzheitliche Betrachtung des Zielsystems äusserst wichtig, um die Wirkung agrarpolitischer Massnahmen oder auch die Reaktion auf technologische Neuerungen abschätzen zu können.

Der Einfluss der gentechnologischen Möglichkeiten im Pflanzenbau auf die ökonomischen Unternehmensziele wird in Kapitel 4 anhand von Modellrechnungen dargestellt. Aber auch die übrigen, schlecht quantifizierbaren Komponenten des landwirtschaftlichen Zielsystems werden durch diesen Technologiesprung tangiert:

- Die Komponente *soziale Anerkennung* kann bei der Entscheidung für ein bestimmtes Produktionssystem eine Rolle spielen. So können konventionell wirtschaftende Landwirte ein schlechtes Image erlangen, weil bei der übrigen Bevölkerung intensiver Dünger- und Hilfsstoffeinsatz negative Assoziationen auslösen kann. Gleichzeitig können Landwirte einen Berufskollegen aus ihrem sozialen Netz ausgrenzen, wie dies zum Teil mit biologisch wirtschaftenden Betrieben geschehen ist. Falls die Produktion von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen bei den Konsumenten auf Ablehnung stösst, wird die soziale Anerkennung der Produzenten, die diese neue Technologie nutzen, sinken.
- Die *Sinnerfüllung* beim Leben und Arbeiten auf dem Betrieb kann sich je nach Anbausystem unterscheiden. Dabei sind insbesondere ethische und ökologische Kriterien relevant. Zum Beispiel kann ein Landwirt aus Ehrfurcht vor der Schöpfung darauf verzichten, gentechnisch bearbeitete Sorten einzusetzen. Umgekehrt ist es möglich, dass er sich aufgrund der eingesparten Pestizidmenge aus ökologischen Überlegungen zur Nutzung dieser neuen Technologie entschliesst.
- Die *Freizeit* spielt im Zusammenhang mit einer neuen Technologie dann eine Rolle, wenn sich durch deren Nutzung Arbeitszeit einsparen lässt. Dies ist im vorliegenden Fall durch das Einsparen von Spritzgängen gegeben.

Sobald mehrere Ziele verfolgt werden, stellt sich die Frage nach deren Beziehung untereinander. Die Tatsache, dass es Landwirte gab, die schon vor der staatlichen Förderung auf biologischen Landbau umgestellt haben, ist aber ein Beispiel dafür, dass in der Realität effektiv zum Teil andere Ziele als die Einkommensmaximierung verfolgt werden. Für die Erklärung der kurzfristigen und laufenden Unternehmensentscheidungen über Faktoreinsatz und Produktionsprogramm stellt die Annahme der Gewinn- bzw. Einkommensmaximierung dagegen eine zulässige Vereinfachung dar (Henrichsmeyer/Witzke 1991).

3.1.3 Bereitschaft zur Übernahme einer neuen Technologie durch die Landwirte

Das Agrargüterangebot wird, wie bereits erwähnt, durch die Produktionstechnik beeinflusst. Der Entscheid, neue Technologien zu nutzen oder nicht, fällt der Landwirt. Dabei stellt sich neben diesem Grundsatzentscheid auch die Frage nach dem richtigen Zeitpunkt der Anwendung.

Die Bereitschaft zur Übernahme einer neuen Technologie ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Zielsystem des Landwirts
- erwarteter Effekt auf der Ertragsseite (Mehrerträge, geringere Ertragsschwankungen)
- erwarteter Effekt auf der Kostenseite (z.B. Kosten technischer Anpassungen, Kosteneinsparungen)
- vorhandene Information über die Technologie
- Risiko der Technologie und Risikoverhalten der Landwirte
- Betriebsgrössenabhängigkeit der Technologie
- erwartete Reaktion der Konsumenten auf den Technologieeinsatz
- Verfügbarkeit von Alternativen

Ausgangspunkt bei der Erklärung des Entscheidungsverhaltens der Landwirte bezüglich eines Technologieeinsatzes ist die vorhandene *Information* zur Problemstellung. Auf das landwirtschaftliche *Zielsystem* als Einflussfaktor wurde bereits in Kapitel 3.1.2 eingegangen. Überlegungen zum technischen Fortschritt und der Grössenabhängigkeit der Technologien wurden in Abschnitt 2.3.4 angestellt. Auf die möglichen Reaktionen der Konsumenten wird in Kapitel 5 eingegangen.

Sowohl die Informationsgewinnungs- als auch die Informationsverarbeitungskapazität des Individuums ist begrenzt (Bamberg und Coenenberg 1994). Je nach Intensität und Richtung des Informationsgewinnungsprozesses entstehen aufgrund der Auswertung der gewonnenen Informationen unterschiedliche Erwartungsbilder über die Konsequenzen eines getroffenen Entscheides (z.B. *Effekte auf der Erlösseite und Kostenseite*). Der getroffene Entscheid ist damit sehr individuell.

Die Informationssuche betrifft alle Umweltfaktoren, die die Konsequenzen einer Aktion, in diesem Fall des Technologieeinsatzes, beeinflussen. In Kapitel 2.3 wurde auf die mögliche Entwicklung des Umfeldes der Agrarproduktion eingegangen. Je nach Kenntnisstand bezüglich dieser Umweltfaktoren unterscheidet man in der betriebswirtschaftlichen Entscheidungslehre (siehe z.B. Bamberg/Coenenberg) drei Fälle:

1. Sicherheitssituation
Die Sicherheitssituation besteht darin, dass bezüglich aller zielrelevanten Grössen absolute Sicherheit besteht. Dies kommt in Wirklichkeit nicht vor und Entscheidungsmodelle unter Sicherheit stellen in den meisten Fällen drastisch vereinfachte Abbilder der wahren Situation dar.

2. Risikosituation
Eine Risikosituation ist dadurch charakterisiert, dass subjektive oder objektive Wahrscheinlichkeiten für das Eintreffen möglicher Zustände bestehen. Es ist möglich, einen Erwartungswert und dessen Varianz für die gesuchte Grösse zu berechnen. Ein klassisches Beispiel ist die Teilnahme an einer staatlichen Lotterie, wo aufgrund kombinatorischer Überlegungen die Chance auf eine 6 genau berechnet werden kann. In der Landwirtschaft lässt sich beispielsweise beim Kauf einer neuen Maschine aufgrund langjähriger Statistiken die Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Lebensdauer und für die jährlichen Reparaturkosten objektiv schätzen. Für viele Risikosituationen bestehen jedoch keine objektiven Anhaltspunkte. Eintreffenswahr-

scheinlichkeiten werden vielfach subjektiv beurteilt (z.B. wahrscheinliche Menge Ausfallgetreide bei gewähltem Erntetermin).

3. Ungewissheitssituation
Ungewissheitssituationen sind dadurch charakterisiert, dass die Eintreffenswahrscheinlichkeit für die relevanten Grössen unbekannt ist. Es ist lediglich bekannt, dass irgendeiner der Zustände eintreffen wird. Unsicherheitssituationen sind weit verbreitet und betreffen beispielsweise das Klima, das wirtschaftliche Umfeld und die technische Entwicklung - alles für den Agarsektor relevante Grössen. Zur theoretischen Lösung solcher Ungewissheitssituationen haben verschiedene Wissenschafter beigetragen (z.B. Hurwics 1951, Savage 1954), jedoch soll an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden. Im Agrarsektor wird mit verschiedensten Massnahmen versucht, die Ungewissheit zu „verkleinern“: Zum Beispiel soll die Diversifikation der Produktion die Folgen der Ungewissheit betreffend der Preisentwicklung nur eines Produktes verhindern.

Die Entscheidungssituation, gentechnisch veränderte Nutzpflanzen einzusetzen, bildet eine Ungewissheitssituation. Es bestehen erst relativ wenige Beobachtungen, beispielsweise zu den ökologischen Auswirkungen oder den Auswirkungen auf die mögliche Fruchtfolgegestaltung (Carell/Stamp 1995). Die Rahmenbedingungen, die sich parallel zur gentechnologischen Entwicklung verändern, bilden weitere Ungewissheitsfaktoren. Die Entscheidungsvarianten für den einzelnen Landwirt sind somit stark von einer subjektiven Nutzenerwartung abhängig. Die Frage, ob und wieviele Produzenten die Gentechnologie als zusätzlichen Ungewissheitsfaktor akzeptieren werden, ist somit schwer beantwortbar. Falls sich ein Produzent für die Nutzung der neuen Technologie entscheidet stellt sich in zweiter Linie die Frage nach dem Zeitpunkt der Technologieübernahme. Je nach gewähltem Zeitpunkt bei einer Übernahme können die Produzenten in verschiedene Gruppen (Adapterkategorien) eingeteilt werden (verändert nach Strecker 1976, zitiert in Gotsch 1990):

1. Innovatoren 2. frühe Übernehmer 3. frühe Mehrheit 4. späte Mehrheit 5. Nachzügler

Die Innovatoren nehmen Risiko oder Ungewissheit in Kauf und nutzen die neue Technologie. Solange nicht zuviele Nachahmer das gleiche tun, können kurzfristig zum Teil grosse Gewinne, sogenannte „windfall-profits“, realisiert werden, weil die neue Technik die Produktionskosten pro Einheit reduziert. Dies motiviert einerseits die Innovatoren, ihre Produktionsmenge auszudehnen und andererseits ensteht ein Anreiz für immer mehr neue Anwender. Durch die Ausdehnung der Produktionsmenge entstehen Preiseffekte (z.B. Kalterer 1987). Durch das Sinken der Preise werden auch der neuen Technologie skeptisch gegenüberstehende Landwirte zur Übernahme der Technologie gezwungen, wenn sie konkurrenzfähig bleiben wollen.[27] Ein weiterer Zwang zur Übernahme kann entstehen, wenn die Vorgängertechnologie nicht mehr zur Verfügung steht. In Bezug auf den untersuchten Fall der gentechnisch veränderten Nutzpflanzen ist es denkbar, dass längerfristig keine Sorten mehr zur Verfügung stehen, die nicht gentechnologisch verändert wurden. Die Nachfrager nach herkömmlichen Sorten müssen sich dann entscheiden, auf den biologisch-technischen Fortschritt zu verzichten und sich marktgerichtet ein eigenes Kundensegment zu schaffen oder die neuen gentechnisch veränderten Sorten zu übernehmen. Ein Zuchtprogramm für eine kleine Gruppe von Landwirten dürfte nicht zuletzt aus finanziellen Gründen kaum Erfolg haben.

---

[27] Einen interessanten Beitrag zur Erklärung dieses Zusammenhangs zwischen technischem Fortschritt und Angebotsverschiebungen hat der Amerikaner W. Cochrane 1958 geliefert. In Rieder (1994) ist eine leicht verständliche Version dieser Theorie dargestellt.

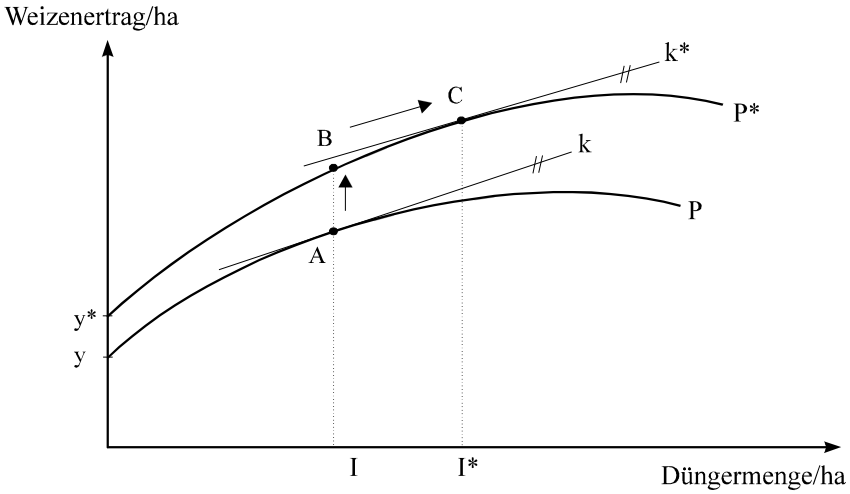
3.1.4 Die Produktionsfunktion und deren Veränderung durch den Einsatz neuer Technologien

Die landwirtschaftliche Produktion ist das Ergebnis biologischer Wachstumsprozesse, die durch den Einsatz von Arbeit und Kapital sowie durch die Anwendung ertragssteigernder Betriebsmittel (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Kraftfutter) gezielt beinflusst werden, aber dennoch in starkem Masse von Boden- und Klimaverhältnissen abhängig bleiben. Dieser produktions-technische Zusammenhang lässt sich im einfachsten Fall mit der Variation eines einzelnen Produktionsfaktors (z.B. Düngermenge) bei Konstanz der übrigen Faktoren und dem daraus resultierenden physischen Ertrag (z.B. Weizenertrag) darstellen.

Bei schrittweiser Erhöhung des Produktionsfaktors Dünger ergeben sich jedoch nicht linear ansteigende Erträge, sondern die jeweils zuletzt hinzugefügte Einheit Dünger ergibt einen kleineren Ertragszuwachs als die vorletzte Einheit Dünger. Aufgrund dieser Eigenschaft biologischer Wachstumsprozesse haben Ökonomen das Gesetz vom abnehmenden Grenzertrag[28] formuliert, das auch ausserhalb der Landwirtschaft Verwendung findet.

Die bisherigen Überlegungen zur landwirtschaftlichen Produktion lassen sich auch graphisch darstellen. Abbildung 2 zeigt den charakteristischen Verlauf einer Produktionsfunktion im Pflanzenbau, wie er sich aufgrund von Pflanzenbauversuchen ergibt. Als Beispiel ist der Weizenertrag in Abhängigkeit von Gaben mineralischen Stickstoffs dargestellt (Henrichsmeyer/Witzke 1994, abgeändert).

Abbildung 2: Verlauf der Produktionsfunktion im Pflanzenbau



Betrachtet man zunächst nur den Verlauf der Kurve P, so zeigt sich, dass auch ohne ertragssteigernde Produktionsmittel (Stickstoffdüngung) bereits ein bestimmter Mindestertrag erwirtschaftet werden kann (y). Der Biologische Landbau versucht durch den Einsatz von Hofdünger (z.B. Gülle), die Wahl geeigneter Fruchtfolgen, mechanische Unkrautbekämpfung etc. dieses Potential auszuschöpfen. Mit zusätzlicher Stickstoffdüngung erhöht sich der Ertrag zunächst, wobei die Ertragszuwachse immer kleiner werden (Gesetz vom abnehmenden Grenzertrag). Wenn das Ertragsmaximum erreicht ist, kann die weitere Erhöhung des Düngemitteleinsatzes gar zu einem Ertragsabfall führen (z.B. durch Lagern des Getreides). Wird das

[28] Grenzertrag = Ertrag, der durch die zuletzt angefügte Einheit eines Faktors produziert wird. Geometrisch entspricht er der Steigung (1. Ableitung) der Produktionsfunktion.

Getreide zusätzlich mit Fungizid behandelt (Kurve P*), liegt das Ertragsniveau ohne zusätzliche Stickstoffdüngung höher (y_*).
Das optimale Input/Outputverhältnis ist nun dann erreicht, wenn der durch die letzte Einheit Dünger erwirtschaftete Erlös (Grenzerlös) den Kosten für diese Einheit Dünger (Grenzkosten) entspricht. Solange der Erlös einer zusätzlichen Einheit Weizen grösser ist als die Kosten je Einheit Dünger lohnt sich eine weitere Intensivierung der Produktion. Graphisch befindet sich diese Stelle dort, wo die Produktionsfunktion die Gerade k berührt, wobei k dem Verhältnis von Faktor- und Produktpreis entspricht.[29]

Es zeigt sich, dass durch die Optimierung der neuen Faktorkombination Stickstoffdüngung/Fungizid neben dem unmittelbar ertragssteigernden Effekt (A → B) von Fungizid eine Tendenz entsteht, bei konstanten Produktpreisen die Produktion zu intensivieren und mehr Düngemittel einzusetzen (B → C). Somit hat Fungizid als Beispiel von biologisch-technischem Fortschritt neben höheren Erträgen auch eine Erhöhung der Düngungsintensität von I zu I* zur Folge (Henrichsmeyer/Witzke 1994).

Aus den obigen Erkenntnissen lassen sich bei einem Einsatz gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Nutzpflanzen folgende Schlüsse ziehen:

- Da im Rahmen dieser Untersuchung die Annahme getroffen wird, dass die Erträge der neuen Sorten nicht höher liegen als diejenigen der herkömmlichen Sorten, ergibt sich bei konstanten Produkt- und Faktorpreisen für den bisher Fungizid einsetzenden Landwirt (*konventionelle Produktion*) grundsätzlich keine Veränderung der Produktionsfunktion P*. Dieses Ertragsniveau (P*) wird jedoch mit weniger oder ohne Pestizid erreicht, was sich kostenmässig günstig auswirkt (siehe Kapitel 3.1.5).

- Für den bisher mit wenig oder ohne Fungizid produzierenden Landwirt (Kurve P) ergibt sich die Möglichkeit, ohne zusätzlichen Pestizideinsatz und -kosten die Ertragsfunktion P* zu erreichen. Dies ist möglich, wenn beispielsweise auch in der *Integrierten Produktion* krankheitsresistente Hochleistungsorten zugelassen würden (im Rahmen dieser Arbeit ist Biotechnologie nur in Kombination mit konventioneller Produktion zugelassen). Da bei P* der optimale Faktoreinsatz höher ist als bei P könnte das bei konstanten Produkt- und Faktorpreisen zu einer Steigerung der Düngungsintensität führen (I → I*).

- Für den *Biolandbau* ergeben sich keine Veränderungen. Theoretisch wäre es möglich, ohne zusätzlichen Hilfsmitteleinsatz mit der neuen Sorte den Ertrag y bis zu y_* zu vergrössern. Es ist jedoch wenig wahrscheinlich, dass in absehbarer Zeit für den Biolandbau gentechnisch veränderte Nutzpflanzen zugelassen werden.

- Falls sich unter der Annahme konstanter Faktorpreise für gentechnisch veränderte Produkte ein von den herkömmlichen Sorten unterschiedlicher Produktepreis einstellt, verändert sich aufgrund des neuen Verhältnisses Faktor-/Produktepreis die Kurve k* und führt zu einem neuen optimalen Intensitätsniveau auf der Kurve P*. Im Falle eines höheren Preises für gentechnisch veränderte Produkte (zum Beispiel aufgrund qualitativer Verbesserungen) wird der Faktoreinsatz verstärkt - bei tieferen Preisen reduziert.

---

[29] Dies kann mathematisch einfach bewiesen werden: Der Grenzerlös Weizen muss den Grenzkosten Dünger entsprechen, wobei:
Grenzerlös Weizen = Grenzertrag (mW) * Weizenpreis (pW)
Grenkosten Dünger = zuletzt eingesetzte Einheit Dünger (mD) * Düngerpreis (pD)
Somit ist mW * pW = mD * pD bzw. mW/mD = pD/pW, wobei:
mW/mD den Grenzertrag Weizen in Abhängigkeit vom Düngereinsatz und somit die Produktionsfunktion darstellt, während pD/pW dem Preisverhältnis und somit der Gerade k entspricht, was zu beweisen war.

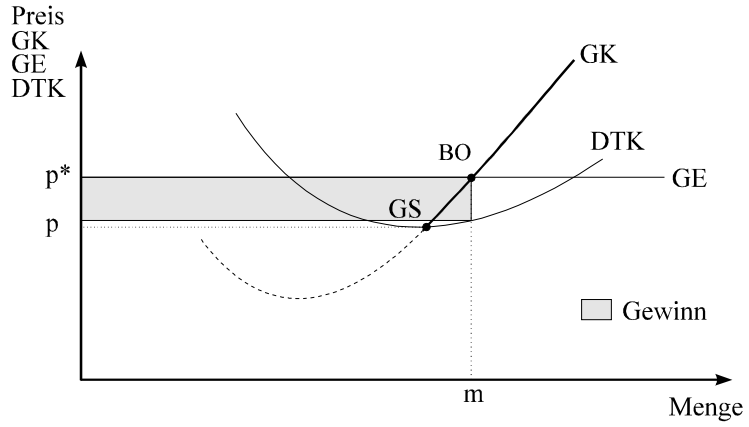
3.1.5 Einfluss der Gentechnologie auf die Kostenstruktur und den Gewinn

In Kapitel 3.1.4 wurden die Auswirkungen des biologisch-technischen Fortschritts - in diesem Fall gentechnisch veränderte Nutzpflanzen - auf die Produktionsfunktion und die spezielle Intensität (Dünger/ha) dargestellt. Dabei wird ein einzelner Faktor (Stickstoffdünger) solange variiert, bis der Grenzerlös (GE) der zuletzt erzeugten Einheit eines Produktes den Grenzkosten (GK) der dafür benötigten Faktoreinheit entspricht. Die analoge Überlegung kann nun bei Verwendung mehrerer variabler Produktionsfaktoren angestellt werden, wobei sich die Grenzkosten aus allen variablen Kosten für die zuletzt erzeugte Produkteinheit (Dünger, Fungizid, Striegelkosten etc.) zusammensetzen. Dadurch entsteht an der Stelle **GK = GE** das Angebotsoptimum des einzelnen Unternehmers - immer unter der vereinfachten Annahme des gewinnmaximierenden Verhaltens des Landwirtes (siehe Kapitel 3.1.2).

Beim Angebotsoptimum ist für den Landwirt der Gewinn maximal. Er kann also seinen Gewinn bzw. sein Einkommen im wesentlichen durch die Anpassung seiner Produktionsmenge beeinflussen. Der Produktepreis ist für den einzelnen Anbieter gegeben und kann aufgrund des nur kleinen Marktanteiles bei vielen Anbieter nicht beinflusst werden. Man nennt diese Marktform ein Polypol.[30]

Die optimale Produktionsmenge des einzelnen Anbieters kann auch geometrisch bestimmt werden. In Abbildung 3 sind die Kostenstruktur und der Gewinn eines landwirtschaftlichen Betriebes dargestellt.

Abbildung 3: Kostenstrukturen, Gewinn und individuelles Agrargüterangebot



Der charakteristische Verlauf der Grenzkostenkurve (GK) ergibt sich aus dem Gesetz des abnehmenden Grenzertrages, auf das bereits einführlich eingegangen wurde (siehe Kapitel 3.1.4). Mit zunehmendem Einsatz ertragssteigernder Produktionsmittel wird der mit der zuletzt eingesetzten Faktoreinheit erzeugte zusätzliche Ertrag immer kleiner bzw. für einen gleich grossen Ertragszuwachs muss eine immer grössere Faktormenge aufgewendet werden, was ansteigenden Grenzkosten entspricht. Daraus wiederum ergibt sich der Kurvenverlauf der durchschnittlichen totalen Kosten (DTK): Die ansteigenden Grenzkosten führen mit der Zeit zu einem Anwachsen der Durchschnittskosten (DTK).

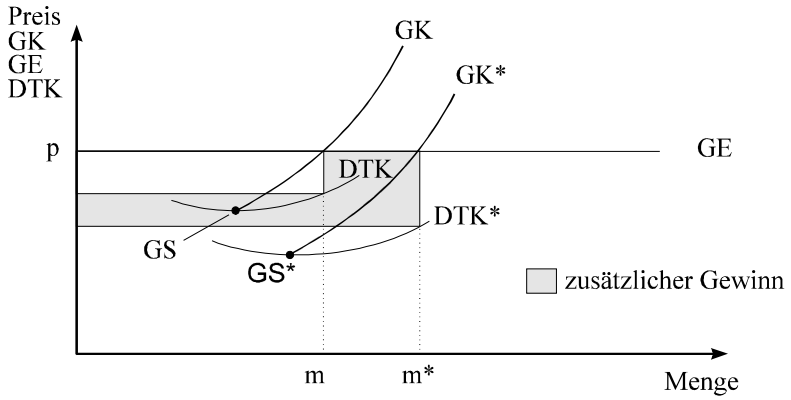
[30] Im Gegensatz zum Polypol beherrscht beim Monopol ein einziger Anbieter den Markt. Eine Zwischenform zwischen Polypol und Monopol bildet das Oligopol, wo einige wenige Anbieter den Markt dominieren.

Zwei Stellen des Kostenverlaufes haben eine besondere Bedeutung:

- Die Gewinnschwelle (Punkt GS) befindet sich beim Schnittpunkt der Grenzkosten mit den Durchschnittskosten. An dieser Stelle befindet sich das Minimum der Durchschnittskosten, die danach aufgrund steigender Grenzkosten wieder anwachsen. Der Preis p entspricht hier gerade den Stückkosten und es kann kostendeckend produziert werden. Wenn der Preis sinkt, werden die Kosten nicht mehr voll gedeckt und der Betrieb ist ohne strukturelle Anpassungen langfristig nicht mehr lebensfähig. Steigt der Preis, so können die Kosten gedeckt und daneben noch ein Gewinn realisiert werden. Somit ist die Güterproduktion ab diesem Punkt lohnend. Der Verlauf der Grenzkostenkurve ab diesem Punkt bildet somit das individuelle Agrargüterangebot.
- Das Betriebsoptimum (Punkt BO) liegt dort, wo sich Grenzkosten und Grenzerlös schneiden. Bis zu diesem Punkt kann der Gewinn (schraffierte Fläche) vergrössert werden und erreicht hier sein Maximum. Wird mehr produziert, sinkt der Gewinn wieder.

Abbildung 4 zeigt, wie sich der technische Fortschritt im allgemeinen auf die Kostenstrukturen auswirkt. Bei der Betrachtung des technologischen Umfeldes (Kapitel 2.2.4) wurde bereits festgestellt, dass sich biologisch-technischer Fortschritt in einer Senkung der Produktionskosten ausdrücken kann (der ebenfalls erklärte Effekt der Ertragsausdehnung wird per Annahme in dieser Untersuchung ausgeschlossen). In der Graphik verschieben sich die Kostenkurven nach rechts unten. Im allgemeinen Fall liegt die neue optimale Produktionsmenge m* bei gleich bleibendem Preis p weiter rechts als die ursprüngliche Menge m (Kalter 1987). Die schraffierte Fläche entspricht dann dem zusätzlichen Gewinn.

Abbildung 4: Veränderung der Kostenkurven durch biologisch-technischen Fortschritt



Aus diesen Erkenntnissen lassen sich bei einem Einsatz gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Nutzpflanzen folgende Schlüsse ziehen:

- Der Einsatz gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Nutzpflanzen ermöglicht die Einsparung von Pestiziden sowie des Arbeits- und Maschinenaufwandes zu deren Ausbringung. Solange die Saatgutkosten für die neuen Sorten nicht höher sind als die erwähnten Einsparungen variabler Kosten sinken die Grenz- und die totalen Durchschnittskosten und das Betriebsoptimum (GK = GE) stellt sich bei einer neuen Produktionsmenge m* ein. Die Ausdehnung der Produktion bei gleichzeitig tieferen Kosten vergrössert den Gewinn und damit das Einkommen der Landwirte.

- Die Fläche ist in der Regel ein limitierender Produktionsfaktor. Bei somit begrenzten betrieblichen Kapazitäten und unveränderten Hektarerträgen der neuen Sorten (Annahme) erfolgt eine Neugestaltung der Produktekombination. Da die neuen Sorten mit weniger Faktoraufwand zu erzeugen sind als die herkömmlichen, verändert sich die Substitutionsbeziehung zwischen den mit einer begrenzten Faktormenge erzeugbaren Produkten. Bei gleichbleibenden Produktepreisen erfolgt eine Ausdehnung der neuen Sorten, wobei bei anderen Produkten der Anbau reduziert wird.

Falls die mit der neuen Technologie erzeugten Nahrungsmittel auf dem Markt zu einem tieferen Preis verkauft werden (GE sinkt), würde sich das individuelle Angebot nicht in gleichem Masse ausdehnen und der zusätzliche Gewinn würde wieder kleiner.

3.1.6 Einfluss von Zufallsfaktoren auf das Agrargüterangebot

Zufallsfaktoren wie die Witterung oder die Ausbreitung von Seuchen haben als Unsicherheitsfaktoren einen Einfluss auf das individuelle Agrargüterangebot. Als Beispiel soll an dieser Stelle der zur Zeit verbreitet wahrgenommene Treibhauseffekt erwähnt werden ohne dabei detailliert auf die möglichen Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf den Agrarsektor einzutreten.[31] Falls sich in Zukunft die klimatischen Voraussetzungen verändern, müsste die Landwirtschaft ihren Produktionsplan den neuen Gegebenheiten anpassen. Werden beispielsweise die Winter milder und die Sommer heisser, würde sich im Alpengebiet die Vegetationsgrenze in die Höhe verschieben und eine Beweidung höchster Lagen möglich. Gleichzeitig würden trockene Sommer den Krankheitsdruck vieler Kulturen reduzieren und der Nutzen gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Sorten wäre geringer.
Aussagen zu diesem Bereich haben hypothetischen Charakter - die Existenz solcher Zufallsfaktoren darf jedoch auch in Bezug auf die „Gentechnologiefrage“ nicht vernachlässigt werden.

3.2 Angebotsverhalten bei den zu untersuchenden Kulturen

Der Produktionsplan des Landwirtes wird durch agrar- und marktpolitische, anbautechnische und standortspezifische Faktoren beinflusst. Für das Angebotsverhalten bei den einzelnen zu untersuchenden Produkten ergeben sich somit einige Besonderheiten, auf die kurz eingegangen werden soll.[32]

Weizen

Der Anbau von Weizen ist für viele Betriebe lohnend. Garantiepreise, Preiszuschläge für Getreide aus erschwerten Produktionsbedingungen und die Absatzgarantie für mahlfähiges Getreide bildeten in der Vergangenheit einen starken ökonomischen Anreiz, die Produktion auch in weniger günstigen Gebieten auszudehnen. Die Anbaufläche ist nicht beschränkt. Der Deckungsbeitrag[33] ist auch bei heute bereits stark sinkenden Preisen noch relativ hoch (1994: sFr. 3100.- bei 60 dt Ertrag/ha) und die Anbaufläche verändert sich kaum. Der Arbeitsaufwand je ha Weizen ist vergleichsweise gering (24 h/ha bei mittlerer Mechanisierung). Wenn die nötigen Fruchtfolgebedingungen eingehalten werden, ist Weizen zudem aus pflanzenbaulicher Perspektive eine relativ unproblematische Kultur.

---

31 Am Institut für Agrarwirtschaft wurden im Rahmen einer Dissertation die Auswirkungen einer Klimaveränderung auf den Agrarsektor in der Schweiz untersucht: Flückiger S.D., 1995, Klimaänderungen: Ökonomische Implikationen innerhalb der Landwirtschaft und ihrem Umfeld aus globaler, nationaler und regionaler Sicht, ETH, Zürich.

32 Die folgenden Ausführungen stammen aus Rieder P. , S. Flückiger und U. Egger, 1992, Schweizerische Agrarmärkte, Zürich.

33 Deckungsbeitrag = Erlös - alle diesem Betriebszweig direkt zuordenbare Kosten (Dünger, Pestizid, Erntearbeit Dritter etc).

Die unter 3.1 angestellten theoretischen Überlegungen zu den Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Nutzpflanzen können somit auf den Weizenanbau angewendet werden.

Mais

Mais kann als Futtergetreide (Körnermais) oder zur Rauhfuttergewinnung (Silomais) angebaut werden. Aufgrund der Ende der 80er Jahre weggefallenen Anbauprämien für Körnermais hat dessen Anbau stark an Bedeutung verloren. Die Silomaisfläche hat sich dagegen ausgedehnt. Der Anbau ist grösstenteils auf rindviehhaltende Betriebe beschränkt. Mais ist als Rauhfutter ein wichtiger Energielieferant in der Rindviehaltung. Ein Handel mit dem Endprodukt findet jedoch, mit Ausnahme kleiner Mengen getrockneter Würfel, nicht statt. Konkurrenziert wird Mais allenfalls von anderen zukaufbaren Futtermitteln. Der Produzent nimmt eine Mengenoptimierung in der Weise vor, indem er Mais bezüglich aller Kosten mit alternativen Futtermitteln vergleicht. Bei bestehenden Installationen (Silo, Gebläse etc.) wird er jedoch kaum auf die Silomaisproduktion verzichten.

Zuckerrüben

Der Anbau von Zückerrüben ist auf wenige günstige Lagen beschränkt, wobei sich um die beiden Zuckerfabriken Aarberg und Frauenfeld eine Konzentration feststellen lässt. Wer Zuckerrüben anbauen will, muss mit einer dieser beiden Fabriken einen Anbauvertrag abschliessen. Die Produktionsmenge je Produzent ist beschränkt (Mengenkontingent). Der Deckungsbeitrag ist zwar hoch (1994: sFr. 6500.- je ha bei 600 dt Ertrag), der Arbeitszeitbedarf jedoch ebenfalls (120 h/ha bei guter Mechanisierung). Die Zuckerrübe ist somit eine arbeitsintensive Kultur und ihr Anbau nicht zuletzt auch von der Anzahl Familienarbeitskräfte abhängig. Da Rüben zusammen mit Kartoffeln, Raps und Mais fruchtfolgetechnisch zu den Hackfrüchten gezählt werden, kann es bei Produzentenpreisänderungen zu Angebotsverschiebungen zwischen diesen Kulturen kommen.
Die kontingentierte Produktionsmenge erlaubt bei sinkenden Produktionskosten zumindest kurzfristig keine Produktionsausdehnung. Der Effekt des Einsatzes gentechnisch veränderter Sorten wird sich - die aktuelle Anbauregelung vorausgesetzt - auf eine kostengünstigere Produktion der bisherigen Menge beschränken.

Raps

Raps ist hervorragend zur Entlastung getreidebetonter Fruchtfolgen geeignet. Das vom Bundesrat jährlich festgelegte Flächenkontingent wird von staatlicher Seite bevorzugt an getreidebauorientierte Betriebe verteilt. Der Deckungsbeitrag ist interessant (1994: sFr. 3500.- je ha bei 30 dt Ertrag) und der Arbeitsaufwand gering (17 h/ha bei guter Mechanisierung). Züchterische Errungenschaften haben in den letzten Jahrzehnten zwar den Ertrag stark vergrössert; beim Kriterium „Ertragssicherheit“ konnten jedoch bisher wenig Erfolge verzeichnet werden. Mit einem Fortschritt in dieser Richtung liessen sich die jährlichen Ertragsschwankungen vermindern.
Die kontingentierte Anbaufläche erlaubt bei sinkenden Produktionskosten zumindest kurzfristig keine Produktionsausdehnung. Der Effekt des Einsatzes gentechnisch veränderter Sorten wird sich - die aktuelle Anbauregelung vorausgesetzt - auf eine kostengünstigere Produktion der bisherigen Menge beschränken

Kartoffeln

Für den Anbau von Kartoffeln sind gute Böden und günstige klimatische Voraussetzungen sehr wichtig. Aus versorgungspolitischen Gründen wurde allerdings der Anbau in weniger guten Lagen und im Berggebiet staatlich gefördert. Dennoch nimmt die Anzahl Pflanzer ab,

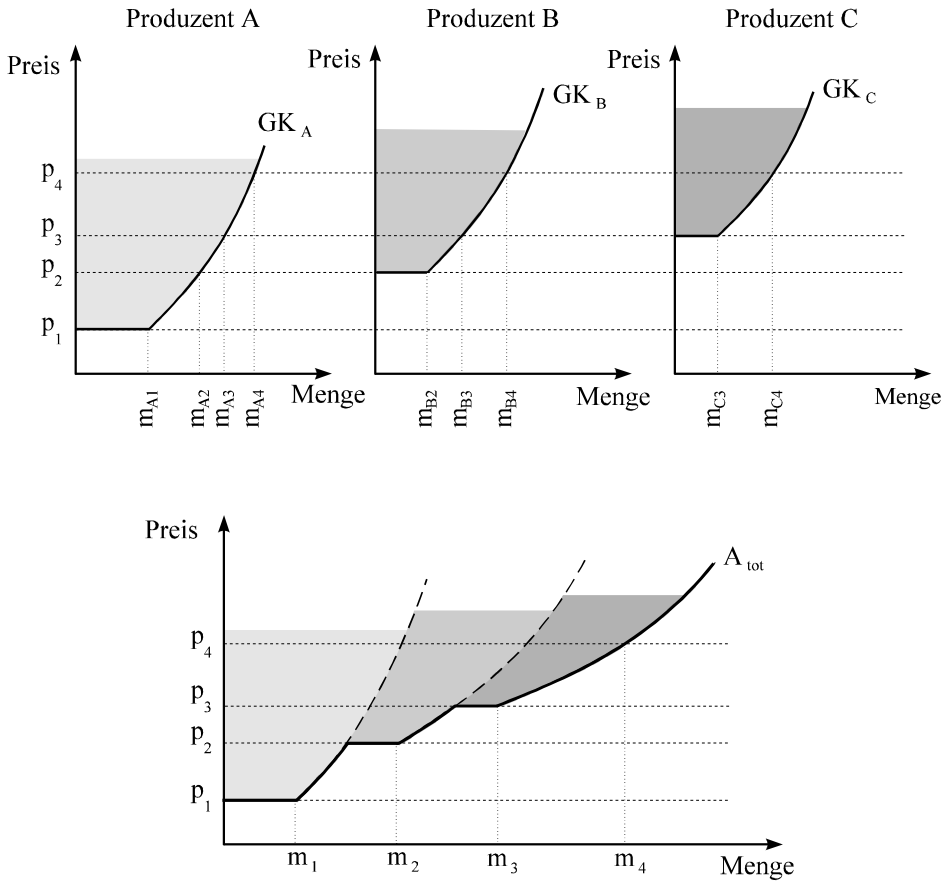
während die totale Anbaufläche ungefähr stagniert. Kartoffeln sind sehr arbeitsintensiv (260 h/ha für sortierte Ware). Vielen Betrieben fehlen - vorallem während der Ernte - die nötigen Arbeitskräfte. Der Grossteil der Speisekartoffeln wird in Anbauverträgen mit der Veredlungsindustrie angepflanzt. Der Rest wird als unsortierte Feldware zu tieferen Preisen übernommen, wobei dafür eine Absatzgarantie besteht. Die Preisfestsetzung durch den Bundesrat erfolgt unter Berücksichtigung der Marktlage, wobei bisher der Grundsatz für kostendeckende Preise bestand.
Der Effekt des Einsatzes gentechnisch veränderter Sorten ist davon abhängig, ob der Produzent seinen Anbauvertrag ausdehnen kann bzw. ob es sich lohnt, die Produktion unsortierter Feldware auszudehnen - die nötigen Arbeitskräfte immer vorausgesetzt. Grundsätzlich können die in Kapitel 3.1 angestellten theoretischen Überlegungen zu den Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter krankheitsresistenter Nutzpflanzen auf den Kartoffelanbau angewendet werden.

3.3 Auswirkungen auf das sektorielle Agrargüterangebot

3.3.1 Aggregierung der einzelbetrieblichen Angebotsmengen zum Sektorangebot

Bei der Diskussion der Auswirkungen der Gentechnologie auf die Kostenstruktur und den Gewinn des einzelnen Landwirtes haben wir das individuelle Güterangebot hergeleitet (siehe Kapitel 3.1.5). Die Angebotsfunktion des einzelnen Landwirtes entspricht bei unterstelltem gewinnmaximierenden Verhalten der Grenzkostenfunktion. Basierend auf den dort angestellten Überlegungen kann nun das Gesamtangebot des Agrarsektors abgeleitet werden. Zur Illustration wird in Abbildung 5 das Gesamtangebot dreier Anbieter mit den Grenzkostenkurven GK_A, GK_B, GK_C dargestellt. Das Gesamtangebot ergibt sich nun durch die Addition dieser drei einzelbetrieblichen Angebotskurven.

Abbildung 5: Aggregation vom Einzel- zum Sektorangebot



Beim Preis p_1 nimmt nur der Produzent *A* die Produktion auf. Für die beiden anderen Produzenten liegt dieser Preis unterhalb ihrer Gewinnschwelle (siehe Kapitel 3.1.5), weshalb sie nicht in die Produktion einsteigen. Bis zum Preis p_2 dehnt sich das Angebot A_{tot} entlang der Grenzkostenkurve von *A* aus. Ab dem Preis p_2 steigt auch *B* in die Produktion ein. Sein Angebot addiert sich horizontal zum Angebot von Produzent *A*. Analog kommt ab dem Preis p_3 das Angebot von Produzent *C* hinzu.

In Wirklichkeit sind natürlich nicht nur drei Anbieter vorhanden, sondern eine Vielzahl von Produzenten, weshalb die sektorielle Angebotsfunktion als ein von links unten nach rechts oben verlaufende Funktion ohne Sprünge dargestellt werden kann.

3.3.2 Angebot und Nachfrage im Marktgleichgewicht

Theoretisch entsteht ein Marktgleichgewicht, wenn die von den Produzenten bei einem bestimmten Preis angebotene Gütermenge vollumfänglich durch die Konsumenten zu diesem Preis nachgefragt wird. Dieser Fall kommt insbesondere bei Agrargütern nur selten vor, weil die diversen staatlichen Massnahmen (z.B. Garantiepreise für Produzenten, Kontingentierung der Produktionsmengen) störend auf die Bildung eines Marktgleichgewichtes wirken. Zur theoretischen Diskussion möglicher Auswirkungen agrarpolitischer Massnahmen oder pro-

duktionstechnischer Entwicklungen (z.B. Gentechnologie) auf den Markt muss jedoch vereinfachend von einem Gleichgewichtszustand ausgegangen werden.

In Kapitel 3.1.5 wurde der Verlauf der Grenzkostenkurve (Grenzkosten = Kosten der zuletzt produzierten Produkteeinheit) als individuelle Angebotskurve eines einzelnen Produzenten identifiziert und in Abschnitt 3.3.1 die Bildung des sektoriellen Angebotes erklärt. Es wurde ersichtlich, dass in der Regel eine Angebotskurve im Preis-Mengendiagramm[34] von unten links nach oben rechts verläuft: je höher der Produktepreis, desto mehr wird produziert. Für die Konsumenten von Agrarprodukten gilt gerade der umgekehrte Zusammenhang: je höher der Preis, desto weniger wird konsumiert. Nachfragekurven verlaufen somit im Mengen-Preis-Diagramm in der Regel von links oben nach rechts unten.

Die Diskussion um den Kurvenverlauf ist aber nicht vollständig, wenn ignoriert wird, dass sowohl die Angebots- als auch die Nachfragekurve unterschiedlich steil verlaufen können. Um den charakteristischen Kurvenverlauf bei Agrargütern zu verstehen, müssen folgende Zusammenhänge verdeutlicht werden:

- Die Angebotskurve verläuft umso steiler, je kürzer der Betrachtungszeitraum ist. Zum Beispiel ist kurzfristig die Fläche begrenzt und eine Ausdehnung der Produktion bei steigenden Preisen auf mehr Fläche ist nicht möglich. Dagegen kann eine einzelne Kultur auf Kosten einer anderen ausgedehnt werden.
- Die Nachfragekurve verläuft umso flacher, je stärker die Konsumenten auf Preisveränderungen reagieren. Bei Agrargütern verlaufen die Kurven deshalb relativ steil, weil viele Produkte zum Ernährungsgrundbedarf gehören (z.B. Brot, Kartoffeln) und somit auch bei höherem Preis benötigt werden bzw. bei tieferem Preis kein Mehrkonsum erfolgt.

Wenn sich nun eine oder beide Kurven verschieben, verändert sich das Marktgleichgewicht. Ein neuer Gleichgewichtspreis stellt sich ein.
Auf der Produzentenseite wurden die Bestimmungsgründe für das individuelle und damit auch des sektoriellen Angebotes bereits dargestellt (siehe Kapitel 3.1.1). Im folgenden Abschnitt wird auf die mögliche, durch biologisch-technischen Fortschritt (Gentechnologie) induzierte Verschiebung des Marktgleichgewichtes eingegangen.

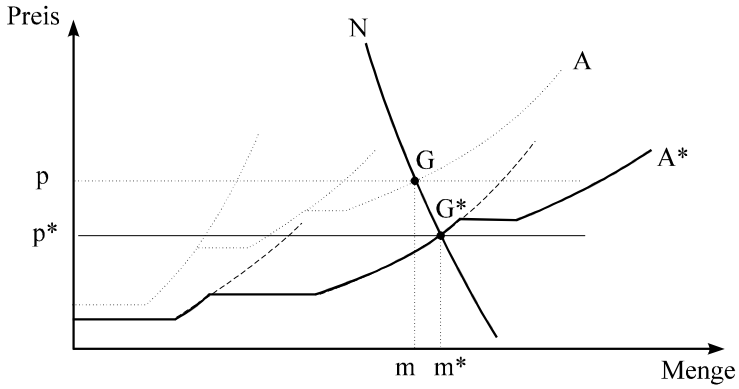
3.3.3 Verschiebung des Marktgleichgewichtes durch biologisch-technischen Fortschritt

In Abschnitt 3.1.5 wurde gezeigt, dass technischer Fortschritt kostensenkend wirken kann. Was geschieht nun mit dem Sektorangebot, wenn sich die einzelbetrieblichen Grenzkostenkurven aufgrund des biologisch-technischen Fortschritts senken? Abbildung 5 zeigt die Angebotskurve A, wie sie oben hergeleitet wurde. Analog können die veränderten Grenzkostenkurven aufaddiert werden und es entsteht die neue Angebotskurve A^*. Werden sowohl die ursprüngliche als auch die neue Angebotskurve (A und A^*) der Nachfragekurve N gegenübergestellt, so kann festgestellt werden, dass sich das Marktgleichgewicht von G nach G^* verschiebt. Dies hat in einem freien Markt zur Folge, dass sich der Gleichgewichtspreis von p auf das Niveau von p^* senkt. Gleichzeitig dehnt sich die sektorale Angebotsmenge von m auf m^* aus.
Die Preissenkung macht sich bei jedem einzelnen Produzenten bemerkbar und die anfänglichen zusätzlichen Gewinne reduzieren sich wieder (siehe Kapitel 3.1.3).

---

[34] Ein Preis-Mengen-Diagramm ist die Bezeichnung für ein aus der Mathematik bekanntes zweidimensionales Koordinatensystem, worin die Zusammenhänge zwischen einer Güter- oder Faktormenge (x-Achse) und deren Preis (y-Achse) dargestellt werden können.

Abbildung 6: Verschiebung der sektorielle Angebotskurve



Der neue Preis p* liegt nun aber so tief, dass der Produzent C mit dem höchsten der drei Kostenniveaus seine Kosten nicht mehr decken kann (vgl. Abbildung 6). Seine Gewinnschwelle liegt höher als der Gleichgewichtspreis. Wenn er seine Produktionskosten nicht senken kann, muss er langfristig die Produktion aufgeben - er wird vom Markt verdrängt. Der technische Fortschritt kann also neben der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung und der Agrarpolitik eine Wirkung auf den Strukturwandel in der Landwirtschaft haben.

Bei der Einführung gentechnisch veränderter Nutzpflanzen ist nicht auszuschliessen, dass das Marktgleichgewicht nebst einer Verschiebung der Angebotskurve nach rechts auch durch eine gegenläufige *Nachfrageverschiebung* beeinflusst wird. Auch wenn aufgrund naturwissenschaftlicher Erkenntnisse die Gesamtbilanz der Vor- und Nachteile gentechnisch veränderter Sorten positiv ausfällt, so kann ein Nachfragerückgang in verschiedenen Konsumentenkreisen nicht ausgeschlossen werden. Die Faktoren, die zu einem solchen Verhalten führen, werden in Kapitel 5 näher erläutert. Im Marktdiagramm äussert sich ein solcher Rückgang der Nachfrage durch eine Verschiebung der Nachfragekurve nach links, was analog der Angebotsausdehnung Preissenkungen mit sich bringt. Bei einer Deklarationspflicht für Produkte, die aus dem Anbau gentechnisch veränderter Nutzpflanzen stammen, würde sich diese Nachfragedämpfung auf das „Gentechsegment“ beschränken. Dagegen kann das Ausweichen der Konsumenten auf andere Segmente bei diesen einen preisstützenden Effekt hervor rufen, wobei sich dies insbesondere bei Bioprodukten auswirken könnte.

Zusammenfassung

- Das ***Angebot an Agrargütern*** wird durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt: den Preisen für die erzeugten Produkte und die zur Herstellung benötigten variablen Produk-tionsfaktoren, den Produktionskapazitäten, dem Technologiestand, dem wirtschaftlichen und politischen Umfeld, den Zielsetzungen des Landwirts und dem Einfluss von Zufallsfaktoren (z.B. Witterung).
- Die Annahme, dass Landwirte und andere private Unternehmer primär eine Maximierung des Gewinnes und des Einkommens anstreben, stellt eine zuwenig differenzierte Abbildung der Realität dar. Neben den ökonomischen Zielen sind auch ***Ziele und Wertvorstellungen*** allgemeiner Art von Bedeutung. Im Zusammenhang mit dem Einsatz von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen relevant sind dabei: der Wunsch nach *sozialer Anerkennung* (evt. stösst Gentechnik bei den Konsumenten auf Ablehnung), die Sinnerfüllung beim Leben und Arbeiten (ethische Überlegungen) und Freizeit (Arbeitszeitersparnis).
- Die Bereitschaft der Landwirte zur ***Übernahme einer neuen Technologie*** ist von verschiedenen Faktoren abhängig: dem Zielsystem des Landwirts, den erwarteten Effekten auf der Kosten bzw. der Ertragsseite, den vorhandenen Informationen über die Technologie und der Verfügbarkeit von Alternativen, dem Risikoverhalten des Landwirts, den erwarteten Reaktionen der Konsumenten und der Betriebsgrössenabhängigkeit der Technologie. Daneben ist der Zeitpunkt der Übernahme einer Technologie von Bedeutung, da sich beim späten Einstieg die Gewinne (sog. „windfall-profits“) der Innovatoren und frühen Übernehmer durch zu viele Nachahmer wieder verkleinern.
- Das Entscheidungsverhalten des Landwirte wird durch die vorhandene ***Information*** zur Problemstellung bestimmt. Je nach Kenntnisstand bezüglich der zielrelevanten Grössen unterscheidet man zwischen: *Sicherheitssituationen* (absolute Sicherheit bezüglich aller Faktoren), *Risikosituationen* (Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen möglicher Zustände besteht) und Ungewissheitssituationen (Eintreffenswahrscheinlichkeiten unbekannt). Die Entscheidungssituation, gentechnisch veränderte Nutzpflanzen einzusetzen, stellt eine Ungewissheitssituation dar, weil bezüglich der Technologie erst wenige Beobachtungen bestehen und zudem die weiteren Rahmenbedingungen, die parallel zur gentechnologischen Entwicklung ablaufen, ebenfalls unsicher sind.
- Der produktionstechnische Zusammenhang von einem Inputfaktor (z.B. Dünger) und Output (z.B. Weizen) kann in Form von ***Produktionsfunktionen*** mathematisch und graphisch dargestellt werden. Durch biologisch-technischen Fortschritt verändert sich die Produktionsfunktion und gleichzeitig auch das optimale Input/Outputverhältnis. Letzteres ist dann erreicht, wenn der durch die letzte Einheit Dünger erzielte Weizenerlös (Grenzerlös) den Kosten für diese Einheit Dünger (Grenzkosten) entspricht. Ein Einsatz gentechnisch veränderter Sorten hat folgende Auswirkungen:
  - In der konventionellen Produktion ergibt sich bei angenommenen konstanten Erträgen der neuen Sorten keine Veränderung der Produktionsfunktion. Das bisherige Ertragsniveau wird jedoch ohne Fungizideinsatz erreicht, was sich kostenmässig günstig auswirkt.
  - Der bisher ohne Fungizideinsatz produzierende Landwirt kann ohne zusätzliche Fungizidkosten ein höheres Ertragsniveau erreichen. Da auf dem höheren Ertragsniveau der optimale Düngereinsatz höher ist, wird dies bei konstanten Produkt- und Faktorpreisen zu einer Steigerung der Düngungsintensität führen.

- Falls sich unter der Annahme konstanter Faktorpreise für gentechnisch veränderte Produkte ein anderer Marktpreis ergibt (neuer Grenzerlös), so wird im Falle höherer Preise (z.B. aufgrund qualitativer Verbesserungen) z.B. der Düngereinsatz erhöht, im Falle tieferer Preise reduziert.

- Bei Verwendung mehrerer variabler Inputfaktoren (z.B. Dünger, Fungizid, Striegelkosten etc.) ergibt sich das ***Angebotsoptimum des einzelnen Landwirtes*** dort, wo die Summe aller Grenzkosten dem Grenzerlös (GK = GE) entspricht. An diesem Punkt ist der Gewinn maximal. Ein Gewinn entsteht, sobald der Preis mindestens den Durchschnittskosten (Stückkosten) entspricht und somit kostendeckend produziert werden kann. Dieser Punkt heisst Gewinnschwelle, weil bei steigendem Preis ein Gewinn entsteht.

  Der Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen ermöglicht die Einsparung von Pestizidkosten sowie des Arbeits- und Maschinenaufwandes zu dessen Ausbringung. Die Grenz- und die totalen Durchschnittskosten sinken und das Betriebsoptimum (GK = GE) stellt sich theoretisch bei einer neuen grösseren Produktionsmenge ein. Dadurch steigt der Gewinn und das Einkommen. In der Realität kann aber bei vielen Produkten die Produktionsmenge nicht beliebig ausgedehnt werden (z.B. Raps, Zuckerrüben). Der zusätzliche Gewinn beschränkt sich dann auf die kostengünstigere Herstellung der bestehenden Produktionsmenge. Bei begrenzter Fläche verändert sich zudem die Substitutionsbeziehung zwischen den verschiedenen Ackerfrüchten und die neuen Sorten werden anstelle anderer Kulturen angebaut.

- Bei der Diskussion des Angebotsverhalten der Landwirte bei den zu untersuchenden Kulturen können zwei Gruppen von Ackerkulturen gebildet und umschrieben werden:
  - Der Anbau von *Weizen* und *Kartoffeln* ist weder mengen- noch flächenmässig beschränkt. Die theoretischen Überlegungen zu den Auswirkungen der Gentechnologie als biologisch-technischer Fortschritt können auf diese Produkte übertragen werden.
  - Der Anbau von *Zuckerrüben* und *Raps* ist beschränkt. Bei diesen Produkten bleibt der Effekt von Gentechnologie im Pflanzenbau auf die kostengünstigere Produktion der bisherigen Mengen beschränkt. Dies gilt auch für *Mais*, deren Anbau als Rauhfutter vom Rindviehbestand abhängig ist und Überschüsse nur beschränkt handelbar sind.

- Das ***sektorelle Agrargüterangebot*** ergibt sich aus der Aggregation der inviduellen Güterangebote der einzelnen Landwirte. Wenn sich nun aufgrund des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf der Ebene des Einzelbetriebes die Angebotsmenge erhöht, führt dies zu einem grösseren sektorellen Angebot. Wenn gleichzeitig die durch die Konsumenten nachgefragte Gütermenge gleich bleibt, entsteht ein Angebotsüberhang und die Produktepreise sinken. Dadurch wird für die Landwirte, deren Gewinnschwelle höher liegt als der neue Preis, die Produktion unattraktiv. Die Gentechnologie als biologisch-technischer Fortschritt kann also neben der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung und der Agrarpolitik eine Wirkung auf den Strukturwandel innerhalb der Landwirtschaft haben.

4. Modellrechnungen zur Abschätzung der Auswirkungen des Einsatzes von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen[35]

In Kapitel 4 werden die Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf die Produktionsstruktur und das Einkommen von Landwirtschaftsbetrieben mit Hilfe eines Simulationsmodelles geschätzt. In Kapitel 6 können daraus Hypothesen über die Auswirkungen innerhalb des ganzen Agrarsektors abgeleitet werden. Als *Betrachtungszeitpunkt* wird dabei das *Jahr 2005* gewählt. Es wird die Annahme getroffen, dass über diesen Zeithorizont gentechnisch erzeugte resistente Nutzpflanzen für einen Grossteil der Landwirte verfügbar sein werden.
Zuerst müssen allerdings zum Verständnis der Modellergebnisse (Kapitel 4.3) einige Bemerkungen zum methodischen Ansatz (Kapitel 4.1) und zu den getroffenen Annahmen über die zukünftige Entwicklung der Preise und Direktzahlungen (Kapitel 4.2) getroffen werden.

4.1 Methodischer Ansatz

4.1.1 Wahl der Methode

Ein Landwirtschaftsbetrieb muss, wie beispielsweise Unternehmungen, Universitäten oder andere selbständige Institutionen organisatorisch gestaltet und über einen Zeitablauf gesteuert werden (Lüthi 1994). Für Gestaltung und Steuerung sind "Entscheidungen" erforderlich. Diese Entscheidungen können "modellgestützt" vorbereitet werden.

Um diese Entscheidungen beurteilen zu können, wird man sie auf ihren Beitrag zur Zielerfüllung hin untersuchen. Bei einem Landwirtschaftsbetrieb sind die Ziele meist vielfältig und lassen sich teilweise schlecht quantifizieren (siehe Kapitel 3.1.1). Die Problematik besteht daher darin, verbindliche Kriterien herleiten zu können, wie die Zielerfüllung gemessen werden kann. Im Falle eines Landwirtschaftsbetriebes könnten z.B. ausgeglichene Nährstoffbilanzen ein Kriterium zur Beurteilung des Ziels "umweltgerechte Produktion" darstellen.

Bei der Modellkonstruktion geht es also darum, die Wirkungen verschiedener möglicher Entscheidungen im Hinblick auf die formulierten Ziele berechnen zu können. Das Modell ist rein mathematischer Natur. Zur Durchführung mathematischer Operationen am Modell benötigt man Algorithmen (Rechenverfahren). In der vorliegenden Studie wird die *Lineare Programmierung* (kurz LP genannt) - einer der wichtigsten Standardalgorithmen - verwendet. Lineare Programmierung ist besonders geeignet in der einzelbetrieblichen Planung sowie in der langfristigen Prognose bezüglich Betriebsstrukturveränderungen.[36]

In der einschlägigen Literatur findet man bei einer Reihe von Autoren die LP als methodischen Ansatz, um die ökonomischen Auswirkungen von Gentechnologie abzuschätzen: Gotsch (1990) hat verschiedene mögliche Entwicklungen in der Bio- und Gentechnologie im Pflanzenbau näher betrachtet. Auch Zeddies (1994) und Mühlebach (1990) verwendeten die LP zur Abschätzung von Auswirkungen biotechnologischer Entwicklungen.

Die LP kann damit als geeignete Methode zur Analyse der betriebswirtschaftlichen Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen betrachtet werden. Die Optimie-

---

35 Die folgenden Ausführungen basieren teilweise auf der Diplomarbeit von F. Hofer. Die vollständigen Modellannahmen, Resultate und Interpretationen können am Institut für Agrarwirtschaft eingesehen werden. Siehe dazu: Hofer F., 1995, Abschätzung bio- bzw. gentechnischer Entwicklungen auf die Agrarwirtschaft in der Schweiz am Beispiel krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen, Zürich.

36 vgl. Felder S. F., Wirksamkeit staatl. Massnahmen in der Tierhaltung und im Getreidesektor, ETH 1993, Kap. 2

rung auf der Ebene des Einzelbetriebes liefert dabei genügend Anhaltspunkte, um Aussagen über mögliche Veränderungen auf Sektorebene zu machen.

4.1.2 Anwendung der Linearen Programmierung auf die Landwirtschaft

Ein lineares Optimierungsmodell ermittelt bei vorgegebener Faktorausstattung die optimalen Produkt- und Faktoreinsatzmengen. Diese Produktionseinschränkungen (z.B. Flächenausstattung, Milchkontingent, Fruchtfolgen, Produktionsrichtlinien etc.) werden in Form von mathematischen (Un)gleichungen formuliert. Als Oberziel verfolgt das Modell in der Regel eine Maximierung des Einkommens bzw. des Deckungsbeitrages und eine Minimierung der Produktionskosten.

Das Ergebnis eines linearen Optimierungsprozesses besteht aus verschiedenen Lösungsbestandteilen. Im Rahmen dieser Arbeit sind für die Interpretation der Lösung drei Teilergebnisse relevant:

- Der ***Zielfunktionswert*** entspricht dem maximierten Deckungsbeitrag oder Einkommen, der bei gegebener Faktorausstattung erreicht werden kann.
- Die ***optimale Produktionsstruktur*** (z.B. Anzahl ha Weizen, Anzahl zusätzlicher Arbeitskräfte) zur Erreichung des Zielfunktionswertes wird dargestellt.
- Die ***Schattenpreise*** entsprechen einer internen Bewertung der Produktionseinschränkung. Weil beispielsweise die Zuckerproduktion durch einzelbetriebliche Kontingente beschränkt ist, kann der Schattenpreis der entsprechenden Produktionseinschänkung als der Preis interpretiert werden, der jährlich für zusätzliches Produktionsrecht von den Landwirten bezahlt würde.

Selbstverständlich hat die Methode der linearen Programmmierung auch ihre ***Grenzen***. Damit die Resultate entsprechend ihrer Aussagekraft interpretiert werden können, müssen zwei wichtige Kritikpunkte erwähnt werden:

- Die Methode bildet eine Situation unter ***Sicherheit*** ab (siehe Kapitel 3.1.3). Damit werden die in der Realität auftretenden Streuungen für die Parameter (Preise, Faktorbeanspruchungen, ...) nicht in die Optimierung einbezogen. Diesem Umstand gilt es bei der Interpretation der Ergebnisse Rechnung zu tragen.
- Die in einem LP-Modell abgebildeteten Zusammenhänge sind ***linear***. Mit der in jedem Fall linearen Zielfunktion wird von einem konstanten Grenzertrag ausgegangen. Der bereits dargestellte Verlauf der Produktionsfunktion im Pflanzenbau (vgl. Abbildung 2) zeigt jedoch klar, das dies nicht der Realität entspricht. Durch eine geschickte Modellierung können aber verschiedene nichtlineare Zusammenhänge durch lineare angenähert werden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein LP verwendet, das an der Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik in Tänikon (FAT) entwickelt wurde. Die Zielfunktion besteht in einer Einkommensmaximierung. Das Modell berücksichtigt alle für Talbetriebe relevanten Betriebszweige (jedoch keine Spezialkulturen wie Reben, Schnittblumen etc.). Grundlage für die Abbildung der Kulturen im Modell waren insbesondere die Untersuchungen im Rahmen des Ökopilotbetriebnetzes.[37] Es werden durchschnittliche Verhältnisse im Talgebiet der Schweiz vorausgesetzt.

---

[37] Es handelt sich dabei um eine Auswahl von Betrieben, deren Betriebsergebnisse im Rahmen von Versuchsreihen von der FAT besonders detailliert ausgewertet wurden. Die Betriebe waren dabei an besondere ökologische Auflagen gebunden und die Versuche dienten u.a. dazu, die notwendigen Beiträge für umweltschonende Produktionsmethoden zu ermitteln.

4.2 Annahmen für die Modellrechnungen

4.2.1 Produktionssysteme

In den Modellrechnungen werden vier Produktionssysteme: Die konventionelle Produktion unter Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen (5 Subsysteme GEN...), die konventionelle Produktion ohne Gentechnologie (System KONV), die integrierte Produktion (System IP) und die biologische Produktion (System BIO).

Beim Einsatz gentechnisch krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen werden fünf Subsysteme unterschieden, je nachdem ob für die entsprechenden Kulturen gentechnisch veränderten Sorten zur Auswahl stehen (vgl. Übersicht über die Subsysteme in Tabelle 2). Daneben können in jedem der Subsysteme zusätzlich alle konventionellen Sorten angebaut werden.

Somit entspricht zum Beispiel das Subsystem GENWEI dem konventionellen Anbauverfahren mit der zusätzlichen Option, dass im Weizenanbau Sorten mit gentechnisch erzeugten Resistenzen zur Verfügung stehen. Im Subsystem GENTOT sind sogar für alle vier Kulturen gentechnisch veränderte Sorten verfügbar.

Die Nutzung der neuen Technologie ist vorerst nur im konventionellen Landbau möglich. Die Modellergebnisse für die konventionellen Anbauverfahren und die Kenntnisse über das Entscheidungsverhalten der Landwirte bei der Verfügbarkeit neuer Technologien liefern jedoch genügend Anhaltspunkte, um die Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen in der integrierten Produktion diskutieren zu können (siehe dazu Kapitel 4.3.4).

Tabelle 2: Übersicht der Subsysteme mit gentechnisch bearbeiteten Sorten

	GENTOT	GENKAR	GENRAP	GENRÜB	GENWEI
GEN-Kartoffeln	möglich	möglich			
GEN-Raps	möglich		möglich		
GEN-Zuckerrüben	möglich			möglich	
GEN-Weizen[1]	möglich				möglich

[1] Sommer- und Winterweizen

Bei den Ackerkulturen wird in allen Produktionssystemen eine allgemeine Ertragssteigerung von jährlich 0.8 % angenommen. Daraus resultiert bis ins Jahr 2005 ein Gesamtertragszuwachs von rund 10%. Diese Mehrerträge ergeben sich aus technischem Fortschritt, ohne dass dabei die Effekte der Gentechnologie berücksichtigt werden.

4.2.2 Betriebstypen

Den Modelbetrieben steht eine **landwirtschaftliche Nutzfläche** von maximal **30 ha** zur Verfügung (15 ha Eigenland und maximal 15 ha Pachtland). Bei Betrieben dieser Grösse handelt es sich im gesamtschweizerischen Durchschnitt um grosse Betriebe (siehe Kapitel 2.1.2). Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine längerfristige Betrachtung handelt, sollen jedoch nur Betriebe in die Betrachtung eingeschlossen werden, die aus heutiger Sicht überlebensfähige Strukturen aufweisen.

Es werden Berechnungen für zwei Betriebstypen durchgeführt. Der **Normalbetrieb** entspricht von der Produktionsstruktur her dem typischen Betrieb in der Talzone, der nebst der arbeitsintensiven Milchviehhaltung auch Ackerbau betreibt. Auf dem **Ackerbaubetrieb** werden dagegen keine Tiere gehalten und die Fläche wird vorwiegend ackerbaulich genutzt. Die Be-

schränkung auf das Talgebiet ist vertretbar, da ohnehin die Hauptanbauflächen der bedeutendsten Ackerkulturen im Talgebiet liegen.

Mit den beiden ausgewählten Betriebstypen kann ein grosser Teil der im Talgebiet der Schweiz liegenden Betriebe repräsentiert werden. Im Jahre 1990 fielen 56.4% der Betriebe mit mehr als 1ha in diese beiden Kategorien. Der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche, welcher durch diese Betriebe bewirtschaftet wird, betrug 69.9%.

Die Ausstattung mit familieneigenen **Arbeitskräften (AK)** wird für beide Betriebstypen auf 1.3 AK festgelegt. Daneben können maximal 3 AK angestellt werden. Über den Winter kann maximal eine familieneigene Arbeitskraft einem Nebenerwerb nachgehen.

Bei Milch, Zuckerrüben und Raps werden Produktionsrechte in Form von **Kontingenten** vorgegeben (siehe Kapitel 3.2). Das Milchkontingent des Normalbetriebes beträgt 100'000 kg, Raps darf höchstens auf 2.0 ha angebaut werden. Die Zuckerrübenproduktion ist auf 1'750 dt beschränkt. Der Ackerbaubetrieb hat Kontingente von 5.0 ha beim Raps und 4'200 dt bei den Zuckerrüben.

4.2.3 Fruchtfolgebedingungen

Im Modell werden die maximalen oder minimalen Anteile einer Kultur auf einen bestimmten Wert beschränkt. Dieser ist so festgelegt, dass in der Regel keine bedeutenden Ertragseinbussen aufgrund von Fruchtfolgekrankheiten auftreten.
In Tabelle 3 sind die im Modell verwendeten prozentualen Anteile für die einzelnen Kulturen an der totalen Ackerfläche festgehalten.

Tabelle 3: Maximale bzw. minimale Fruchtfolgeanteile einzelner Kulturen

Fruchtfolgebedingungen	**BIO[38]**	**IP[39]**	**KONV[40]**	**GEN...**
max. Getreide	50%	66%	80%	80%
max. Weizen, Korn	40%	50%	80%	80%
max. Mais	20%	50%	80%	80%
max. Zuckerrüben	[1]	25%	33%	50% [2]
max. Raps	[1]	25%	33%	33%
max. Zuckerrüben + Raps	20%	25%	33%	83% [2]
max. Kartoffeln	20%	25%	33%	50% [3]
max. Körnerleguminosen	20%	25%	25%	25%
min. Kunstwiesen	25%	0%	0%	0%

[1] Rüben und Raps werden im biologischen System nicht abgebildet
[2] Die Werte von 50% bzw. 83% gelten nur für die Subsysteme GENTOT und GENRÜB
[3] Der Wert von 50% gilt nur für die Subsysteme GENTOT und GENKAR

4.2.4 Abbildung der gentechnisch veränderten krankheits- und schädlingsresistenten Nutzpflanzen

Die Annahmen für die Abbildung der gentechnisch veränderten krankheits- und schädlingsresistenten Kulturen basieren auf einer provisorischen Zusammenstellung des Institut für Pflanzenwissenschaften der ETH Zürich (Carell 1995). Dabei handelt es sich um optimistische An-

38 Quelle: Richtlinien der Vereinigung schweizerischer biologischer Landbauorganisationen (VSBLO).

39 Quelle: Richtlinien zur Integrierten Produktion, Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL), 1994.

40 Quelle: Wirzkalender 1994, Aarau.

nahmen bezüglich des Erfolges bei der gentechnischen Bearbeitung von Nutzpflanzen mit dem Ziel der Krankheits- und Schädlingsresistenz. Basis für die Modellierung bilden die produk-tionstechnischen Vorgaben für die fünf Kulturen Weizen, Mais, Zuckerrüben, Raps und Kartoffeln in der konventionellen Produktion.

Winter- und Sommerweizen

Beim Weizen wird vom Extremfall einer allgemeinen *Resistenz gegen Pilzkrankheiten* ausgegangen. Dadurch kann auf jegliche Fungizidbehandlung verzichtet werden. Der maximale Fruchtfolgeanteil von Weizen sowie der Ertrag bleiben unverändert.

Beim *Winterweizen* fallen deshalb Fungizidkosten von 130.- Fr./ha (Modellbasis) weg. Gleichzeitig muss eine Überfahrt mit der Feldspritze weniger gemacht werden. Falls notwendig wird in der konventionellen Produktion kombiniert mit der Fungizidbehandlung auch mit einem Insektizid gegen Getreidehähnchen (*Oulema melanopa*) oder Blattläuse behandelt. Es soll hier aber davon ausgegangen werden, dass keine grossen Probleme mit diesen Schädlingen auftreten, so dass keine Insektizidbehandlung durchgeführt werden muss. In der Modellbasis werden folglich durchschnittliche Insektizidkosten von 3.- Fr./ha gestrichen.
Beim *Sommerweizen* fallen Fungizidkosten von 114.- Fr./ha (Modellbasis) weg. Eine Überfahrt mit der Feldspritze entfällt. Im Unterschied zum Winterweizen wird aber die teilweise notwendige Insektizidbehandlung nicht gestrichen. Weil der Sommerweizen später reift befindet er sich zur Zeit des Hauptflugs der Blattläuse noch in einem empfindlichen Stadium.

Mais

Auf die Untersuchung von Mais wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit verzichtet, obwohl in den USA bereits Erfolge in der Entwicklung einer Resistenz gegen den Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) und Drahtwürmer (*Agriotes*-Arten) erzielt wurden.
Dieser Entscheid wurde deshalb gefällt, weil im bestehenden Modell die Kosten für Insektizide und andere Pestizide nur 23.- Fr./ha betragen. Ein gentechnisch veränderter Mais mit einer Resistenz gegen Maiszünsler würde sich also nur um einen geringen Betrag vom konventionellen Mais unterscheiden, so dass die Berechnungen keine aussagekräftigen Resultate liefern würden. Im Modell stehen daher nur herkömmliche Maissorten zum Anbau zur Verfügung.

Zuckerrüben

Es wird angenommen, dass die gentechnisch veränderten Zuckerrüben gegen den Rhizomania-Virus, gegen Rübenkopfähnchen (*Ditylenchus dipsaci*) und Rübenzystennematoden (*Heterodea schachtii*) resistent sind. Daneben wird davon ausgegangen, dass eine allgemeine Robustheit gegenüber verschiedenen Auflaufkrankheiten entwickelt werden kann.

Beim Rhizomania-Virus handelt es sich um eine Krankheit, der bisher nur durch ein Ausweichen auf rhizomaniatolerante Sorten oder durch einen Anbauverzicht in Problemgebieten begegnet werden konnte. Die rhizomaniatoleranten Sorten werden zwar nicht stark befallen, haben aber ohne Befallsdruck schlechtere Ertragseigenschaften als die anfälligen Sorten. Sofern also eine vollständig resistente Sorte zur Verfügung stehen würde, könnten sich die durchschnittlichen Erträge leicht erhöhen. Da bisher in der Schweiz nur ein Anteil von 10 % der Zuckerrübenanbaufläche mit rhizomaniaresistenten Sorten bepflanzt wurde, wird aber auf eine Anpassung des ohnehin recht hohen Durchschnittertrages von 700 dt/ha verzichtet.
Aufgrund der Nematodenresistenz kann der Anteil Zuckerrüben in der Fruchtfolge von 33 % auf maximal 50 % erhöht werden.
Aufgrund der Robustheit gegen Auflaufkrankheiten können die Zuckerrüben erfolgreich auf Endabstand gesät werden. Damit entfällt das arbeitsaufwendige und somit teure Vereinzeln im Umfang von 20 Akh/ha. Dafür muss aber eine zusätzliche Herbizidbehandlung durchgeführt

werden, da insbesondere in den Reihen die Unkrautregulierung durch das Vereinzeln wegfällt. Diese Behandlung wird auf ungefähr Mitte Juni festgesetzt. Die Kosten für diese Herbizidspritzung werden mit zusätzlichen 155.- Fr./ha berechnet. Die Pestizidkosten sind also im Vergleich zur herkömmlichen Sorte höher. Daraus ergibt sich der sehr interessante Befund, *dass ein Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen durchaus zu einer Steigerung des Pestizidverbrauches führen kann.*

Kartoffeln

Bei den Kartoffeln wird die Annahme getroffen, dass eine Sorte verfügbar ist, welche gegen Kraut- und Knollenfäule (*Phytophtora infestans*) sowie gegen Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) und Nematoden (*Globodera rostochiensis, Globodera pallida*) resistent ist.

Es wird davon ausgegangen, dass die im konventionellen Produktionssystem erzielten Erträge aufgrund der angenommenen Resistenzen nicht weiter gesteigert werden können. Beim Pflanzenschutz lassen sich die Fungizidbehandlungen von 7 auf 2 reduzieren. Die beiden verbleibenden späten Behandlungen werden weiter ausgeführt, um einem Ertragsausfall durch Kartoffelpocken (*Alternaria solani*) vorzubeugen. Die Insektizidbehandlung fällt weg. Zwei Herbizidbehandlungen müssen nach wie vor durchgeführt werden. Notwendig bleibt auch das Abbrennen der Stauden im Spätsommer. Mit dieser Massnahme wird nebst einer Verminderung der Lagerschäden durch *Phytophtora infestans* auch erreicht, dass die Kartoffeln schalenfest werden. Die Anzahl Überfahrten mit der Feldspritze lässt sich nur um 4 reduzieren, da im intensiven Anbau eine der Fungizidbehandlungen mit einer Herbizidspritzung kombiniert wird. Die gesamten Ausgaben für Pflanzenbehandlungmittel lassen sich unter den oben getroffenen Annahmen in der Modellbasis von 863.- Fr. auf 517.- Fr. reduzieren.
Der maximale Fruchtfolgeanteil der gentechnisch veränderten Kartoffeln wird aufgrund der angenommenen Resistenz gegen Nematoden von 33 % auf 50 % heraufgesetzt.[41]

Raps

Beim Raps wird von einer Resistenz gegen die Schädlinge Rapsglanzkäfer (*Melingethes aeneus*), Rapsstengelrüssler (*Ceutorhynchus napi*) und Rapserdfloh (*Psylliodes chrysophala*) ausgegangen.

Der maximale Fruchtfolgeanteil des gentechnisch veränderten Rapses bleibt wie beim konventionellen Landbau unverändert bei 33 %. Aufgrund der Annahme kann davon ausgegangen werden, dass die Insektizidbehandlung, die im konventionellen Landbau ausgeführt wird, eingespart werden kann. Entsprechend lassen sich die Kosten für die Pflanzenschutzmittel von 367.- Fr. auf 292.- Fr. pro ha reduzieren (Modellbasis).

4.2.5 Entwicklung des Umfeldes

In Kapitel 2.3 wurde eine Umfeldanalyse für die schweizerische Agrarproduktion vorgenommen. Die dort angestellten Überlegungen zur Entwicklung des wirtschaftlichen, politischen, ökologischen, gesellschaftlichen und technologischen Umfeldes werden auch in die Modellformulierung integriert. Als Betrachtungszeitpunkt wird das **Jahr 2005** gewählt.
Die Entwicklung der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden im Modell in Form von **Szenarien** vorgegeben. In der vorliegenden Studie werden drei Szenarien betrachtet. Darin werden Annahmen für die Entwicklung der Produkt- und Faktorpreise sowie der Direktzahlungen formuliert:

---

41 Gemäss einer mündlichen Mitteilung von Prof. Stamp (Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, 1995) haben niederländische Landwirte den Fruchtfolgeanteil von Kartoffeln zum Teil auf 60-70 % erhöht, als eine nematodenresistente Sorte verfügbar wurde.

- Das Szenario **Agrarpolitik 2002** entspricht dem 1. möglichen Ereignis in Abbildung 1 unter Kapitel 2.3.1: Die im Rahmen der GATT-Uruguay-Runde eingegangenen Verpflichtungen werden minimal erfüllt, was sich im Inland in Form von sinkenden Produzentenpreisen bemerkbar macht. Die Direktzahlungen für besondere ökologische Leistungen werden weiter ausgebaut, damit die Ziele der Agrarpolitik (Bundesrat 1992) erfüllt werden können. Die ergänzenden Direktzahlungen (Art. 31a LwG) werden auf dem heutigen Stand eingefroren.

- Das Szenario **EU-Annäherung** ist ein Zwischenschritt zwischen den Szenarien Agrarpolitik 2002 und EU-Beitritt und ist in Kapitel 2.3.1 nicht als einzelnes Ereignis dargestellt. Die minimale Erfüllung der Verpflichtungen im Rahmen des GATT reichen nicht aus, um die internen Probleme auf den Agrarmärkten zu lösen. Zudem werden bilaterale Liberalisierungsverhandlungen mit der EU auch auf den Agrarbereich ausgedehnt. Die Produktepreise werden weiter gesenkt. Die ergänzenden Direktzahlungen werden auf dem heutigen Stand eingefroren, wogegen bei den ökologischen Direktzahlungen im Vergleich zum Szenario Agrarpolitik 2002 ein zusätzlicher Ausbau stattfindet.

- Das Szenario **EU-Beitritt** entspricht dem 4. möglichen Ereignis in Abbildung 1 unter Kapitel 2.3.1: „Anpassung des Agrarpaketes 2002 an die EU-Agrarpolitik“. Die Preise werden grundsätzlich bis auf das EU-Niveau gesenkt, wobei möglicherweise leichte Preisdifferenzen für Spezialitäten bestehen bleiben können (Annahmen der Expertenkommission Agrarwirtschaft 1994). Die ergänzenden Direktzahlungen werden auf dem heutigen Stand eingefroren, im Gegensatz zu den ökologisch motivierten Beiträgen, welche erheblich ausgebaut werden.

Im folgenden soll ein Überblick über die Entwicklung ausgewählter Preise und der Direktzahlungen gegeben werden, soweit sie für das Verständnis der Modellergebnisse relevant sind.

Entwicklung der Produktepreise

In Tabelle 4 sind die angenommenen Preisentwicklungen bei den Ackerkulturen für die verschiedenen Szenarien zusammengestellt.[42] Beim allgemeinen Zoll- und Handelsabkommen (GATT) sinken die Preise um 20-30 % (Rieder et al. 1994). Bei einem EU-Beitritt wäre der hier betrachtete Bereich Ackerbau besonders stark von den Preisreduktionen betroffen. Die angegebenen Werte entsprechen ungefähr dem heutigen Preisniveau in der Bundesrepublik Deutschland und rund einem Drittel des schweizerischen Preisniveaus von 1994. Zwar werden die Preise in der EU leicht weitersinken, aber die Expertenkommission Agrarwirtschaft (1994) erwartet für die Schweiz ein leicht höheres Preisniveau als in der EU.

Tabelle 4: Preisentwicklung ausgewählter Produkte

[42] Quellen: Baur 1995, Expertenkommission Agrarwirtschaft 1994, IAW 1995, Pezzatti 1994, Rieder 1994.

	Modellbasis[1]	**Agrarpolitik 2002** [% von Modellbasis]	**EU-Annäherung** [% von Modellbasis]	**EU-Beitritt** [% von Modellbasis]
Weizen	94.- Fr	75%	53%	30%
Roggen	104.- Fr	75%	53%	30%
Futtergerste	68.- Fr	70%	53%	35%
Kartoffeln	46.- Fr	80%	55%	30%
Raps	165.- Fr	75%	53%	30%
Körnermais	72.- Fr	70%	53%	35%
Silomais	28.- Fr	70%	53%	35%
Zuckerrüben	15.3 Fr	70%	65%	60%
Ackerbohnen	69.- Fr	70%	53%	35%

[1] Preisniveau 1993 (Quelle: Modell Malitius)

Die Annahmen gelten für alle betrachteten Bewirtschaftungsmethoden mit Ausnahme von Weizen, Roggen und Kartoffeln. Hier wird für Produkte aus biologischem Anbau eine *Bioprämie* von 15 % angenommen. Die heute zum Teil wesentlich grösseren Preisdifferenzen zwischen biologisch und konventionell hergestellten Produkten lässt sich mit dem im biologischen Landbau häufig anzutreffenden Direktvermarktungssystem erklären. Im Modell wird aber vom Verkauf über die normalen Absatzkanäle ausgegangen.
Für Produkte aus dem Anbau von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen werden nicht tiefere Preise angenommen, obwohl eine solche Entwicklung im Falle einer Deklarationspflicht nicht ausgeschlossen werden kann (vgl. Kapitel 5).

Entwicklung der Faktorkosten

Bei den **Maschinen** wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Liberalisierung keine grossen Vorteile entstehen. Für alle drei Szenarien bleiben die Kosten für Maschinen (Miete, Investitionen, Unterhalt, Lohnarbeit) unverändert.
Die **Angestelltenkosten** werden sich kaum verändern, da hier die Landwirtschaft als Nachfragerin für Arbeitskräfte in Konkurrenz zur übrigen Wirtschaft steht. Alle Szenarien gehen von unveränderten Lohnkosten aus.
Beim Preisniveau für **Mineraldünger und Pflanzenbehandlungsmittel** werden keine Veränderung angenommen, da auch im europäischen Umfeld die Preise für diese ertragssteigernden Produktionsfaktoren hoch sind. Eine allfällige Preissenkung würde zudem den Zielen des Umweltschutzes zuwiderlaufen.
Bei den **Saatgutpreisen** wird davon ausgegangen, dass die Entwicklung in derselben Richtung läuft wie bei den Produktepreisen (Szenario Agrarpolitik 2002 -20%; Szenario EU-Annäherung -30 % und Szenario EU-Beitritt -40% des heutigen Preises). In den Modellrechnungen unterscheiden sich die Preise für Saatgut gentechnisch veränderter Sorten nicht von denjenigen für traditionell gezüchtete Sorten. Möglicherweise werden zwar die Entwicklungskosten für eine neue Sorte leicht sinken, je nachdem ob es sich um ein- oder zweikeimblättrige Pflanzen handelt. Diese Veränderungen liegen aber in einem recht kleinen Bereich (Gotsch 1990). Die Preise für das Saatgut werden zudem von der zukünftigen Gestaltung des Patentrechtes und des Sortenschutzes abhängen.

Entwicklung der Direktzahlungen

Das Parlament hat im Rahmen der Anpassungsmassnahmen an das GATT-Abkommen zusätzliche 900 Mio. Direktzahlungen beschlossen, was im Durchschnitt fast 1'000.- Fr. pro Hektare LN ausmacht. Bei einer EU-Annäherung oder bei einem EU-Beitritt müssten die Beiträge

weiter erhöht werden. Die grundsätzliche Tendenz ist ein starker Ausbau der an besondere ökologische Leistungen geknüpften Direktzahlungen nach Art. 31b des Landwirtschaftsgesetzes. Die angenommenen Entwicklungen sind in Tabelle 5 zusammengestellt.
Die **Anbauprämien** für Gerste fallen bei einem EU-Beitritt weg, da in der EU keine wesentliche Unterscheidung zwischen Brot- und Futtergetreidepreisen gemacht wird. Die Anbauprämien für Ackerbohnen werden für alle Szenarien gestrichen. Die **Extensobeiträge** für Getreide werden aufgehoben bzw. fliessen in die Massnahmen des Art. 31b. Die Beiträge für extensive und wenig intensive Wiesen werden unverändert beibehalten. Die Beiträge für Grün- und Buntbrache müssen stark reduziert werden, da sonst eine unerwünscht starke Zunahme der Bracheflächen impliziert wird.
Die **Flächenbeiträge** für die **IP** und den **biologischen Landbau** werden stark ansteigen, u.a. weil im Parlament und in Konsumentenkreisen eine spürbare Bereitschaft zur Unterstützung ökologischer Anbausysteme besteht.

Tabelle 5: Entwicklung der Direktzahlungen nach Szenarien (Fr. je ha bzw. je Betrieb)

	Modellbasis[1]	**Agrarpolitik 2002**	**EU-Annäherung**	**EU-Beitritt**
Anbauprämien				
Gerste bis 10 ha	770 Fr	580 Fr	290 Fr	0 Fr
Gerste über 10 ha	560 Fr	420 Fr	210 Fr	0 Fr
Ackerbohnen	1'260 Fr	0 Fr	0 Fr	0 Fr
Extensoprogramm				
Extensogetreide	600 Fr	0 Fr	0 Fr	0 Fr
Extensive Wiesen	1'200 Fr	1'200 Fr	1'200 Fr	1'200 Fr
Wenig intensive Wiesen	650 Fr	650 Fr	650 Fr	650 Fr
Grün- und Buntbrache	3'000 Fr	2'250 Fr	1'580 Fr	900 Fr
Integrierte Produktion				
Betriebsbeitrag	2'000 Fr	2'000 Fr	2'000 Fr	2'000 Fr
OA und Spezialkulturen	700 Fr	1'680 Fr	1'940 Fr	2'200 Fr
Übrige LN	200 Fr	1'200 Fr	1'450 Fr	1'700 Fr
Biologische Produktion				
Betriebsbeitrag	2'000 Fr	2'000 Fr	2'000 Fr	2'000 Fr
Offene Ackerfl./ Spez.kulturen	1'300 Fr	2'300 Fr	2'550 Fr	2'800 Fr
Übrige LN	300 Fr	1'300 Fr	1'550 Fr	1'800 Fr
Ergänzende Direktzahlungen				
Betriebsbeitrag	4'500 Fr	4'500 Fr	4'500 Fr	4'500 Fr
Basisbeitrag für LN	380 Fr	380 Fr	380 Fr	380 Fr
Grünlandbeitrag	290 Fr	290 Fr	290 Fr	290 Fr

[1] Beiträge 1995 (Quelle: Bundesamt für Landwirtschaft, Ergänzende Direktzahlungen und Öko-Beiträge, 15. Februar 1995, Bern)

4.3 Modellergebnisse und Interpretation

In diesem Kapitel werden ausgewählte Resultate der Modellrechnungen dargestellt. Zuerst werden die Ergebnisse des Normalbetriebes, anschliessend diejenigen des Ackerbaubetriebes diskutiert. Dabei werden die Resultate der verschiedenen Produktionsmethoden miteinander

verglichen. Die Diskussion bezieht sich im wesentlichen auf die *Anbauflächen* ausgewählter Kulturen, *Kennzahlen aus der Erfolgsrechnung* und den *totalen Arbeitsaufwand*. Im letzten Abschnitt werden zudem Überlegungen zur Wirksamkeit der verschiedenen Pflanzenschutzstrategien angestellt.
Die in der Folge betrachteten Betriebstypen und Produktionssysteme wurden in Kapitel 4.2.2 bzw. 4.2.1 genauer beschrieben.

4.3.1 Ergebnisse des Normalbetriebes

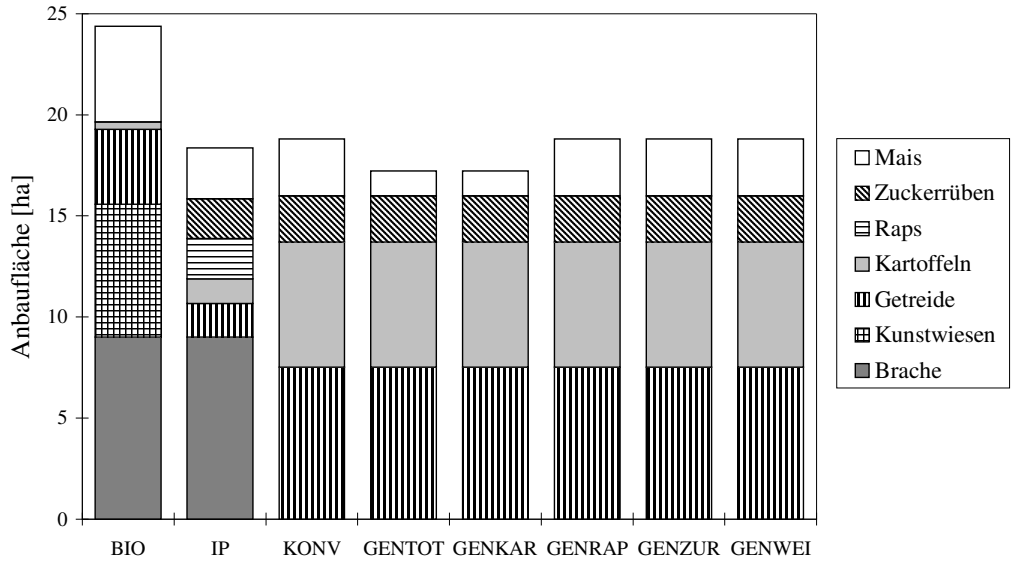
Der Normalbetrieb bleibt bei allen Szenarien primär ein Milchwirtschaftsbetrieb. Das zur Verfügung stehende Milchkontingent wird immer voll ausgenutzt. Allerdings ergeben sich aufgrund sinkender Milchpreise abnehmende Schattenpreise für zusätzliche Kontingente. Im Falle von handelbaren Produktionsrechten heisst dies, dass der Produzent immer weniger bereit ist zu bezahlen, um mehr Milch zum garantierten Preis abliefern zu dürfen.

Normalbetrieb unter Szenario Agrarpolitik 2002

Anbauflächen ausgewählter Kulturen
Die Anbauflächen der verschiedenen Ackerkulturen sind in

Abbildung 7 dargestellt. Es fällt auf, dass die beiden Systeme BIO und IP eine von den anderen Systemen grundsätzlich verschiedene Produktionsstruktur aufweisen. Die landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt bei allen Produktionssystemen 30 ha. Mit Ausnahme von BIO werden weniger als 2/3 der LN ackerbaulich genutzt. Auf der übrigen LN wird vorwiegend intensiver Futterbau auf Naturwiesen betrieben. Dieser Anteil ist jedoch für die vorliegende Fragestellung nicht relevant, weshalb in allen folgenden Abbildungen auf deren Darstellung verzichtet wird.

Abbildung 7: Nutzung der Ackerfläche (Normalbetrieb, Szenario Agrarpolitik 2002)



Auf die Fruchtfolgen von IP und BIO soll nicht detailliert eingegangen werden. Der hohe Anteil an Brache zeigt aber, dass der ökonomische Anreiz der Beiträge für die Stillegung der Flächen im Vergleich zum Anbau von Ackerfrüchten hoch ist. In der Folge sollen die Ackerkulturen bei konventionellem Anbau (KONV) mit denjenigen der verschiedenen Subsysteme mit gentechnisch veränderten Sorten verglichen werden:

- Bei allen Varianten wird **Getreide** angebaut. Bei GENTOT und GENWEI wird der gentechnisch veränderte Weizen angebaut. Dadurch können Produktionskosten eingespart werden.
- Bei den **Kartoffeln** wird der maximale Fruchtfolgeanteil bei allen vier Systemen erreicht, bei denen keine krankheitsresistenten Sorten zur Verfügung stehen (KONV, GENRAP, GENZUR, GENWEI). Der Schattenpreis ist jedoch sehr tief und der Anreiz zur Ausdehnung des Kartoffelanbaus anstelle anderer Kulturen somit klein. Deshalb wird auch bei GENTOT und GENKAR die Fläche nicht weiter ausgedehnt, obschon hier aufgrund der angenommenen Nematodenresistenz eine Ausdehnung möglich wäre.
- Bei den **Zuckerrüben** wirkt das Kontingent bindend. Die Fläche von 2.3 ha kann also nicht erhöht werden. Die gentechnisch bearbeiteten Sorten erscheinen weder bei GENTOT noch bei GENZUR in der optimalen Lösung. Der Grund liegt darin, dass die resistenten Sorten aufgrund der unterstellten zusätzlichen Herbizidbehandlung bei nicht ausgelasteten Arbeitskräften erhöhte Kosten verursachen.
- Der Anbau von **Raps** scheint sich nicht zu lohnen, da er in keinem der konventionellen Subsysteme im Anbauplan erscheint.
- **Mais** wird nur in kleinem Umfang produziert. Auch bei BIO wird der maximal zulässige Anteil Mais in der Fruchtfolge nicht ausgenutzt.

Erfolgsrechnung und Arbeitseinsatz

Unter dem Szenario Agrarpolitik 2002 erreichen Bio-Betriebe die höchsten **landwirtschaftlichen Einkommen**.[43] IP folgt mit einem leicht tieferen Einkommen an zweiter Stelle. Im Vergleich zum System KONV liegen die Einkommen von BIO und IP 65 % bzw. 59 % höher. Der hohe Anteil der **Direktzahlungen** am Gesamterlös (45 % bei BIO, 40% bei IP) erklären diese Differenzen zu einem grossen Teil.
Die geringen Differenzen zwischen KONV und den verschiedenen Systemen mit gentechnisch veränderten Sorten wiederspiegeln die geringen Unterschiede bei den Anbauflächen (vgl.

Abbildung 7). Die monetären Auswirkungen der gentechnisch bearbeiteten Sorten können folglich als gering bezeichnet werden.
Der **Jahresarbeitsbedarf** ist bei IP und BIO aufgrund des hohen Brachlandanteils wesentlich kleiner als bei den konventionellen Systemen. Diese beiden Umstände führen zusammen mit den hohen Direktzahlungen und den geringeren Investitionen zu einem hohen Betriebseinkommen je eingesetzter Stunde.

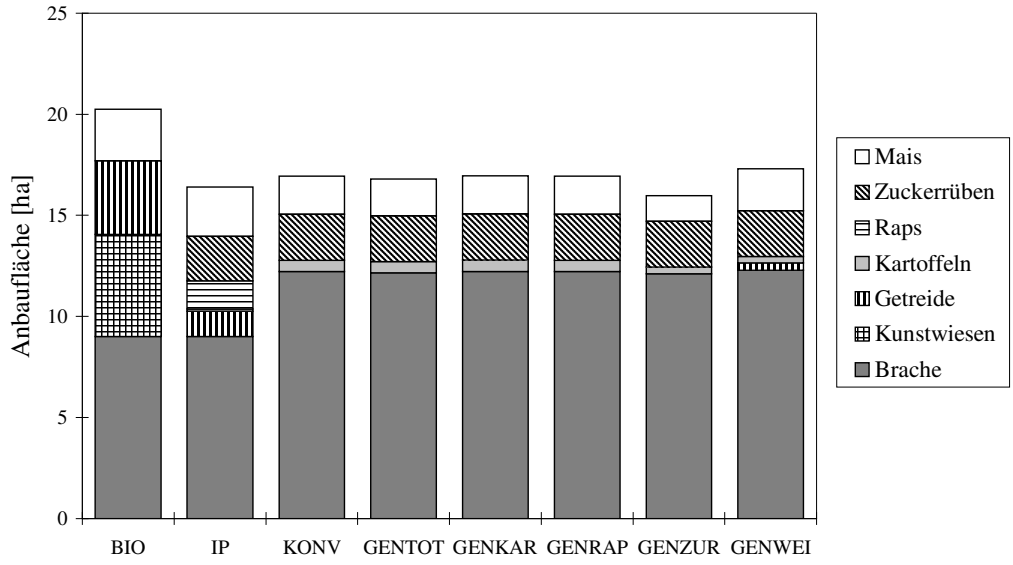
Normalbetrieb unter Szenario EU-Annäherung

Anbauflächen ausgewählter Kulturen

Die maximal zur Verfügung stehende landwirtschaftliche Nutzfläche wird immer voll genutzt. Bei BIO wird etwa zwei Drittel, bei den anderen Systemen gut die Hälfte der LN ackerbaulich genutzt. Die übrige Fläche wird futterbaulich genutzt. In Abbildung 8 ist der Anteil der verschiedenen Kulturen dargestellt.

Abbildung 8: Nutzung der Ackerfläche (Normalbetrieb, Szenario EU-Annäherung)

[43] Landwirtschaftliches Einkommen = Vom Betrieb erwirtschafteter Jahresüberschuss, welcher als Entschädigung für die auf dem Betrieb geleistete Familienarbeit und als Entschädigung für das im Betrieb eingesetzte Eigenkapital zur Verfügung steht.



Im Vergleich zum Szenario Agrarpolitik 2002 lässt sich folgendes feststellen:

- Die **Ackerfläche** wird zu einem Grossteil als Brache stillgelegt. Dies lässt sich hauptsächlich mit den im Verhältnis zu den sinkenden Preisen für Ackerfrüchte hohen Beiträgen für Bracheflächen erklären. Der ökonomische Anreiz zur Flächenstillegung ist damit gegeben.
- Der **Getreidebau** verliert stark an Bedeutung. Lediglich Bio- und IP-Betriebe, sowie konventionelle Betriebe mit verfügbaren resistenten Weizensorten produzieren nennenswerte Mengen an Weizen.
- Wie der Getreidebau wird auch der **Kartoffelanbau** stark reduziert und die Fläche zumeist als Brache stillgelegt.
- Bei den **Zuckerrüben** wird das Kontingent meist voll ausgenützt. Bei GENTOT und GENZUR werden sowohl herkömmliche als auch gentechnisch veränderte Sorten angebaut.

Erfolgsrechnung und Arbeitseinsatz

Auch im Szenario EU-Annäherung erreichen Bio-Betriebe die höchsten landwirtschaftlichen **Einkommen**. Wiederum folgt die IP mit einem leicht tieferen Einkommen an zweiter Stelle. Die Differenz zu den konventionellen Anbauverfahren hat sich jedoch stark vergrössert. Im Vergleich zum System KONV sind die Einkommen von BIO und IP mehr als doppelt so gross. Wiederum erklärt der hohe Anteil der **Direktzahlungen** am Gesamterlös (53 % bei BIO, 48% bei IP) diese Differenzen zu einem grossen Teil.

Das geringe Einkommen bei KONV und den verschiedenen Systemen mit gentechnisch veränderten Sorten ist kaum ausreichend, um die Existenz einer Familie zu sichern. Die Differenzen zwischen KONV und den verschiedenen Systemen mit gentechnisch veränderten Sorten sind zudem sehr minim und die monetären Auswirkungen können als marginal bezeichnet werden.

Der **Arbeitsbedarf** des Betriebes kann durch das Angebot an Familienarbeitskräften gedeckt werden.

Normalbetrieb unter Szenario EU-Beitritt

Anbauflächen ausgewählter Kulturen

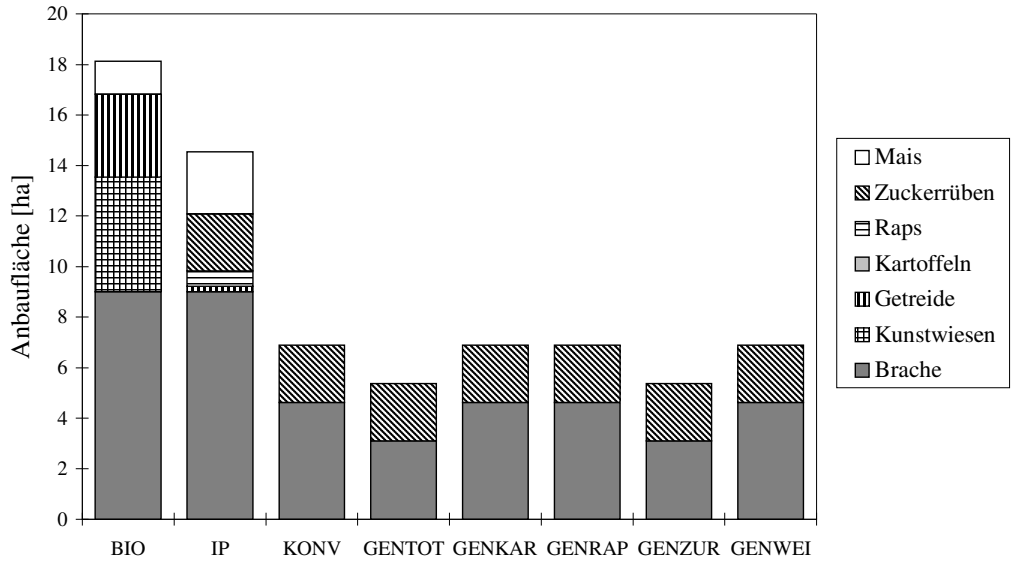
Die landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt nur bei BIO- und IP-Betrieben 30 ha. Bei den übrigen Anbauverfahren wird nicht mehr in vollem Umfang von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, Fläche zuzupachten.

Aus Abbildung 9 ist der Umfang der Ackerfläche und deren Aufteilung auf verschiedene Kulturen ersichtlich:

- Die **Ackerfläche** ist bei KONV und den GEN-Systemen stark zurückgegangen.
- Bei KONV und den GEN-Systemen werden neben einem hohen Anteil Brachland einzig **Zuckerrüben** der herkömmlichen Sorten angebaut. Damit wird das Kontingent voll genutzt. Der Anbau anderer Kulturen ist ökonomisch nicht interessant.

Einzig bei BIO wird **Getreide** und **Silomai**s in einem bedeutenden Umfang angebaut.

Abbildung 9: Nutzung der Ackerfläche (Normalbetrieb, Szenario EU-Beitritt)



Erfolgsrechnung und Arbeitskraft

Die Einkommenssituation verschlechtert sich für alle Anbauverfahren. BIO und IP weisen zwar die besten Resultate auf. Die Einkommen sind gegenüber dem Szenario Agrarpolitik 2002 aber um ca. 35 % zurückgegangen, obwohl die **Direktzahlungen** weiter angestiegen sind. Für die konventionellen Systeme beträgt dieser Rückgang sogar 75 %. Unter EU-Bedingungen ist die **Einkommenssituation** bei KONV und den gentechnischen Systemen somit ungenügend, wobei zwischen diesen Systemen nur marginale Unterschiede bestehen.
Der **Arbeitseinsatz** bleibt aufgrund der arbeitsintensiven Tierhaltung fast unverändert hoch.

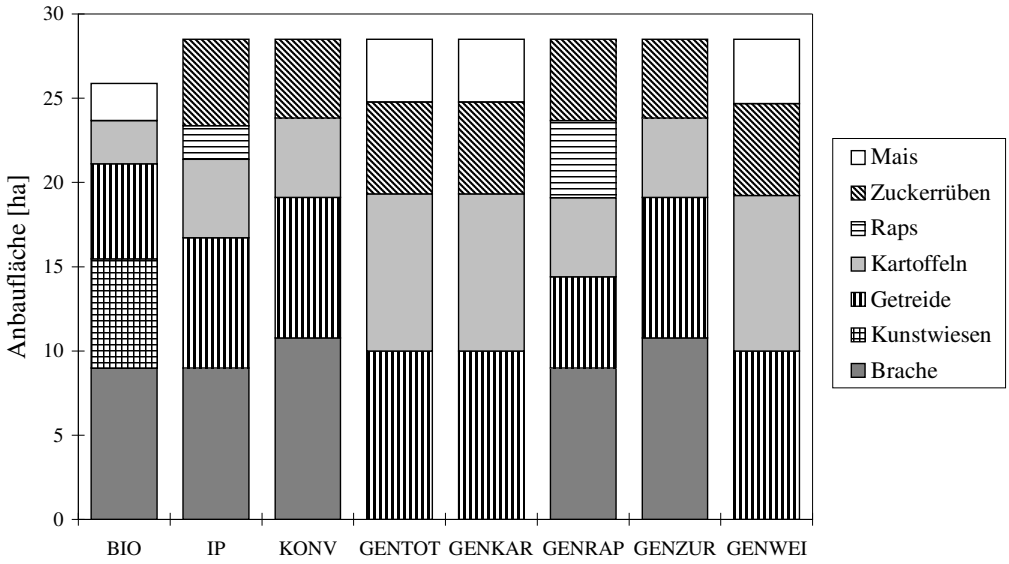
4.3.2 Ergebnisse des Ackerbaubetriebes

Ackerbaubetrieb unter Szenario Agrarpolitik 2002

Anbauflächen ausgewählter Kulturen

In Abbildung 10 ist die Fruchtfolge bei den verschiedenen Produktionsmethoden dargestellt.

Abbildung 10: Nutzung der Ackerfläche (Ackerbaubetrieb, Szenario Agrarpolitik 2002)



Es fällt auf, dass die Fruchtfolgen zwischen den Systemen sehr stark variieren. Es können zwei Typen von Fruchtfolgen unterschieden werden:

- Bei BIO, IP, KONV, GENRAP und GENZUR weist die Fruchfolge je einen hohen Anteil von **Brache** und **Getreide** auf. Bei Getreide werden gentechnisch veränderte Sorten verwendet. Daneben werden immer **Kartoffeln** und **Zuckerrüben** der herkömmlichen Sorten angebaut. Der Anbau von Raps dagegen lohnt sich nur bei IP und GENRAP. Bei letzterem wird die gentechnisch veränderte resistente Sorte eingesetzt.
- Bei GENTOT, GENKAR und GENWEI wird anstelle von Brache fast die doppelte Fläche **Kartoffeln** angebaut, wobei bei GENTOT und GENKAR gentechnisch veränderte Sorten zum Einsatz gelangen. Der Anbau von Kartoffeln scheint sich somit für diese Produktionssysteme zu lohnen. Der Getreideanteil ist ebenfalls hoch, wobei nur bei GENWEI gentechnisch veränderte Weizensorten eingesetzt werden.

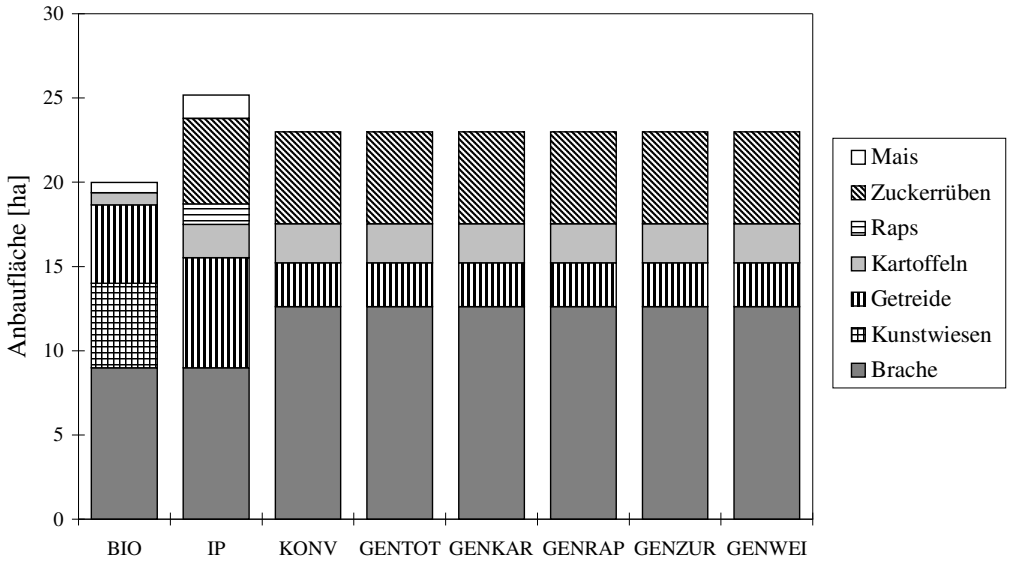
Erfolgsrechnung und Arbeitskraft
Das höchst landwirtschaftliche Einkommen wird in der integrierten Produktion erreicht. Mit erheblichem Abstand folgt der Biolandbau. Noch schlechter schneiden die konventionelle Produktion und die GEN-Varianten ab. Innerhalb der GEN-Varianten schneiden GENTOT

und GENKAR leicht besser ab als die übrigen Methoden. Dies obwohl durch den grossflächigen Kartoffelanbau der Arbeitsaufwand deutlich höher ist.

Ackerbaubetrieb unter Szenario EU-Annäherung

Anbauflächen ausgewählter Kulturen
Im Gegensatz zu den grossen Unterschieden zwischen den Produktionssystemen im Szenario Agrarpolitik 2002 sind die Fruchtfolgen im Szenario EU-Annäherung sehr ausgeglichen (siehe Abbildung 11). Die Nutzfläche wird grösstenteils ackerbaulich und zu einem kleinen Anteil als extensive Naturwiese genutzt.

Abbildung 11: Nutzung der Ackerfläche (Ackerbaubetrieb, Szenario EU-Annäherung)



Allgemein ist der Anteil Brache sehr hoch. Mit Ausanahme von BIO-Betrieben werden daneben bei allen Produktionsmethoden Zuckerrüben, Winterweizen und Kartoffeln produziert. Bei BIO-Betrieben fehlen entsprechend der Modellvorgabe die Zuckerrüben.

Die Anbaupläne des konventionellen Verfahrens und allen GEN-Varianten ergeben ein sehr einheitliches Bild:

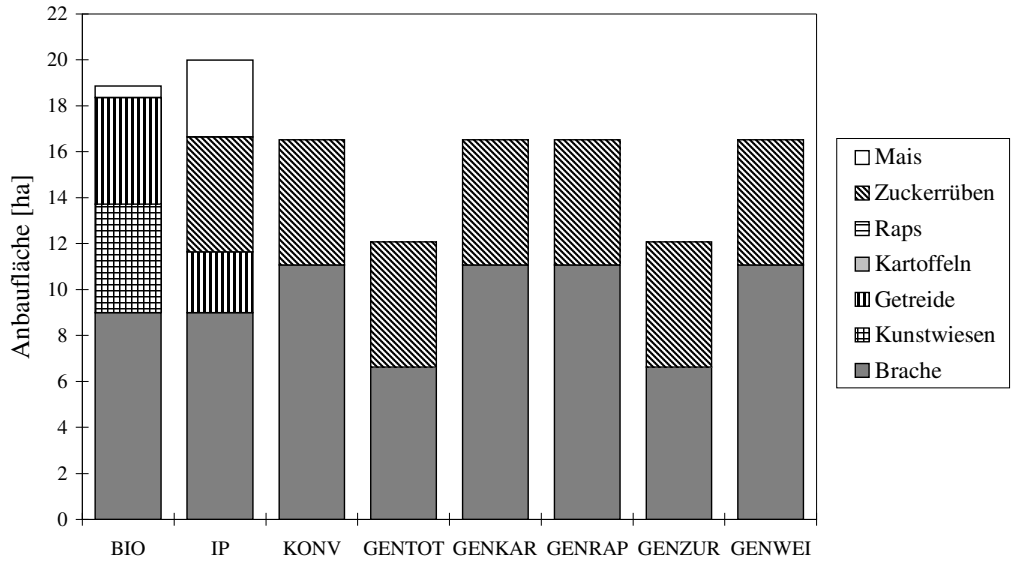
- Bei den **Zuckerrüben** wird das Kontingent voll ausgenützt. Allerdings werden selbst bei GENZUR die herkömmlichen Zuckerrübensorten angebaut, da der Betrieb über freie Arbeitskapazitäten verfügt. Aufgrund der im Vergleich zu KONV zusätzlichen Herbizidbehandlung (siehe dazu Kapitel 4.2.4) entscheidet sich der Betrieb, den Arbeitsaufwand für das Vereinzeln der Rübenpflanzen aufzubringen. In der Praxis ist ein solcher Entscheid allerdings nicht sehr realistisch, da diese Arbeitszeit möglicherweise in andere, im Modell nicht abgebildete Betriebszweige investiert wird.
- Bei **Winterweizen** und **Kartoffeln** wird, falls möglich (GENTOT und GENWEI bzw. GENKAR), die gentechnisch veränderte Sorte bevorzugt. Bei beiden Produkten geht die Anbaufläche im Vergleich zum Szenario Agrarpolitik 2002 stark zurück.

Erfolgsrechnung und Arbeitskraft
Eine grosse Konstanz zeigt sich auch zwischen den monetären Grössen von KONV und den GEN-Subsystemen. Aufgrund des Anbaus von gentechnisch veränderten Kartoffeln und Winterweizen schneidet GENTOT leicht besser ab als die übrigen konventionellen Systeme. Einkommensmässig ist IP dem konventionellen und den gentechnischen Systemen jedoch überlegen. BIO-Betriebe liegen dazwischen.

Ackerbaubetrieb unter Szenario EU-Beitritt

Anbauflächen ausgewählter Kulturen
Die Flächennutzung der Ackerbaubetriebe bei einer allfälligen EU-Annäherung ist in Abbildung 12 dargestellt.

Abbildung 12: Nutzung der Ackerfläche (Ackerbaubetrieb, Szenario EU-Beitritt)



Unter dem Szenario EU-Beitritt wird nur bei IP und BIO die ganze landwirtschaftliche Nutzfläche von 30 ha genutzt. Wie auch beim Normalbetrieb lohnt sich der **Getreideanbau** nur noch für biologische Betriebe. Allgemein ist wiederum der Anteil Brachland sehr hoch. Bei IP, KONV und den gentechnischen Produktionssystemen wird das verfügbare Mengenkontingent bei **Zuckerrüben** voll ausgeschöpft. Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen werden keine angebaut.

Erfolgsrechnung und Arbeitskraft
Das landwirtschaftliche **Einkommen** ist ausser bei IP und BIO abolut unbefriedigend. Die Betriebe können höchstens im Nebenerwerb weitergeführt werden, was vom Arbeitsaufwand her möglich ist.

4.3.3 Wirksamkeit verschiedener Pflanzenschutzstrategien

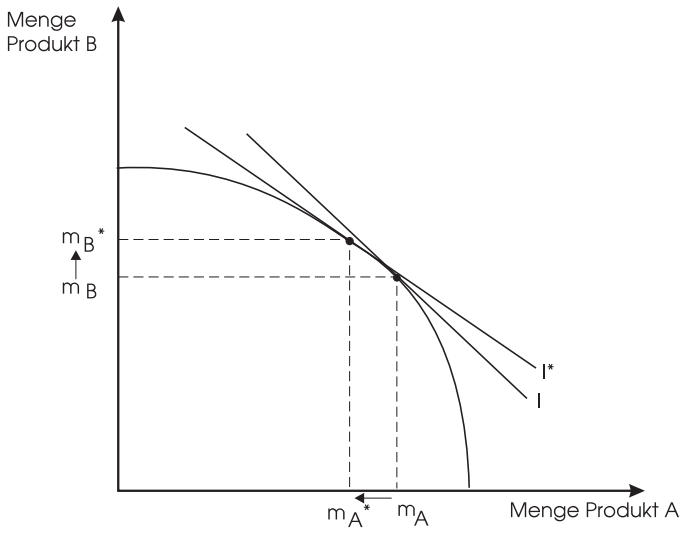
Das Hauptziel eines Einsatzes von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge besteht darin, den Einsatz von Pestiziden reduzieren zu können. Wie weit diese Zielsetzung erfüllt wird, soll im folgenden analysiert werden. Da die Pes-

tizidintensität von der jeweiligen Fruchtfolge abhängig ist, soll zuerst auf die Ursache deren Veränderung unter den verschiedenen Rahmenbedingungen eingegangen werden.

Das Einsparungspotential an Fungizid- und Insektizidkosten bei der Verfügbarkeit gentechnisch veränderter Sorten ist nicht für alle Kulturen gleich gross (siehe Kapitel 4.2.4). Somit kann sich aufgrund der veränderten Produktionskosten für einzelne Kulturen eine Produktionsausdehnung im Rahmen der Fruchtfolgebedingungen plötzlich lohnen, während andere Kulturen ökonomisch uninteressant werden und aus dem Anbauplan verdrängt werden. Am Beispiel von zwei Produkten wird dieser Zusammenhang in Abbildung 13 graphisch dargestellt. Die Einheiten der beiden Achsen des Koordinatensystems entsprechen der Produktionsmenge von zwei verschiedenen Produkten A und B. Die Transformationskurve T begrenzt die Menge aller Kombinationen von Einheiten A und B, die sich mit den auf dem Betrieb vorhandenen fixen Faktoren (z.B. Boden, Milchkontingent etc.) produzieren lassen. Die sogenannte Isoeinnahmelinie I entspricht dem Verhältnis der Gewinne je produzierte Einheit A bzw. B. Gemäss der ökonomischen Theorie liegt die optimale Mengenkombination dort, wo die Transformationskurve die selbe Steigung aufweist, wie die Isoeinnahmelinie.[44]

Durch den Einsatz von Sorten mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge (z.B. bei Produkt B) reduzieren sich deren variable Produktionskosten. Der Gewinn je produzierte Einheit von B steigt dadurch an, während derjenige von A gleich bleibt. Dies führt zu einer neuen Isoeinnahmelinie I*. Bei gleichbleibender Faktormenge wird die Produktion von Gut B auf m_B* ausgedehnt, während die Produktion von Gut A auf m_A* zurückgeht. Der gleiche Effekt kann auch bei veränderten Preis- und Kostenrelationen unter den neuen Rahmenbedingungen (Agrarpolitik 2002, EU-Annäherung, EU-Beitritt) eintreten. Im dargestellten Beispiel würde sich die Konkurrenzfähigkeit der Produktion von Gut B aufgrund stärker sinkenden Kosten und/oder höherem Preis im Vergleich zu A verbessern.

Abbildung 13: Auswirkungen der Gentechnologie auf die Produktekombination



44 Dieser Zusammenhang wird ersichtlich, wenn man die Ertragsfunktionen der beiden Produkte A und B betrachtet. Ein Mehrertrag von Produkt B kann bei gegebener Faktormenge nur mit einer Reduktion der Produktion von A erreicht werden. Die optimale Produktekombination liegt dort, wo ein Mehrertrag von B genau dem Ertragsverlust von A enspricht. Mathematisch kann dies wie folgt formuliert werden (Δ heisst Veränderung; m heisst Menge):

$\Delta m_B * Gewinn_B = - \Delta m_A * Gewinn_A$ (wobei Gewinn je produzierte Einheit = Preis - variable Kosten)

$-1 * \Delta m_B / \Delta m_A = Gewinn_A / Gewinn_B$

In den Modellrechnungen wird nun dieses ökonomische Verhalten auf Betriebsebene simuliert. Aufgrund der Verfügbarkeit der neuen Technologie und den veränderten Rahmenbedingungen ergeben sich unter der Zielsetzung der Einkommensmaximierung unterschiedliche Produktekombinationen. Diese sollen nun detaillierter auf ihre Pestizidintensität untersucht werden. Dazu wurden die Anzahl Pflanzenschutzbehandlungen der in den entsprechendenden Fruchfolgen auftretenden Kulturen pro Betrieb und Jahr aufsummiert.[45] In Tabelle 6 ist dies für die biologische (BIO), die integrierte (IP), die konventionelle ohne (KONV) und mit verfügbaren resistenten Sorten (GENTOT) dargestellt. In Tabelle 7 werden die verschiedenen GEN-Varianten einander gegenübergestellt. Die Tabellenwerte sind so zu interpretieren, dass ausgehend von jeweils einem Referenzwert (konventionelles Verfahren unter den Rahmenbedingungen von Agrarpolitik 2002) für die beiden Betriebstypen die Zunahmen (+) bzw. die Abnahmen (-) der Anzahl Pestizidbehandlungen dargestellt werden.

Tabelle 6: Entwicklung der Pflanzenschutzbehandlungen bei verschiedenen Anbauverfahren

	BIO	IP	KONV	GENTOT
Normalbetrieb				
Agrarpolitik 2002	- - -	- -	Referenzwert	-
EU-Annährung	0	- - -	- -	- -
EU-Beitritt	0	- - -	- - -	- - -
Ackerbaubetrieb				
Agrarpolitik 2002	- - -	-	Referenzwert	+
EU-Annährung	- - -	- -	-	-
EU-Beitritt	0	- - -	- -	- -

Skala: + mässige Zunahme der Anzahl Behandlungen; = gleiche Anzahl Behandlungen; - mässige; -- starke; --- sehr starke Abnahme der Anzahl Behandlungen; 0 kein Spritzmitteleinsatz.

Aus der Zusammenstellung in Tabelle 6 lassen sich drei relevante Schlüsse ziehen:

1. Sowohl beim Normalbetrieb als auch beim Ackerbaubetrieb werden beim Biolandbau und in der integrierten Produktion am wenigsten Spritzmittel eingesetzt (horizontaler Vergleich der Tabellendaten). Dies resultiert einerseits aus der generell extensiveren Bewirtschaftung dieser Produktionsmethoden und andererseits aus dem bestehenden Brachlandanteil bei BIO und IP bereits im Szenario Agrarpolitik 2002.
2. Die Anzahl Pflanzenschutzbehandlungen der Variante GENTOT unterscheidet sich nur beim Szenario 2002 von der konventionellen Produktion ohne gentechnisch veränderte Sorten. Bei diesem Produktionsverfahren nimmt beim Normalbetrieb die Behandlungshäufigkeit leicht ab, während diese beim Ackerbaubetrieb zunimmt. Unter den genannten Rahmenbedingungen lohnt sich für den Ackerbaubetrieb ein flächendeckender Ackerbau, wenn resistente Sorten eingesetzt werden können. Gleichzeitig findet eine Verschiebung zu Kulturen statt, die trotz resistenter Sorten vergleichsweise pestizidintensiv sind (z.B. Kartoffeln). Beim Eintreffen der übrigen Szenarien wird wie beim Normalbetrieb ein Teil der Ackerfläche als Brache stillgelegt.

[45] Die Anzahl Spritzungen je ha einer Kultur x mit dem Ertrag y je ha im Produktionsverfahren z bleibt modellbedingt für alle Szenarien gleich. Es ist nicht möglich, dass z.B. im Szenario EU-Annäherung beim konventionellen Weizenanbau die Pestizidintensität je ha ansteigt. Die totale Anzahl Pestizidbehandlungen je Betrieb und Jahr liefert genügend Information, um die ökologische Wirksamkeit verschiedener Pflanzenschutzstrategien beurteilen zu können.

3. Bei zunehmender Liberalisierung des Aussenhandels, was mit einem Absinken der Produktepreise einhergeht, geht die Anzahl Pflanzenschutzbehandlungen sehr deutlich zurück (vertikaler Vergleich der Tabellendaten). Je tiefer die Preise für Ackerfrüchte sinken, desto weniger Ackerbau wird betrieben und desto mehr Fläche wird als Brache stillgelegt. Somit sind auch weniger Pestizidbehandlungen notwendig. Bei Ackerbaubetrieben ist diese Abnahme weniger stark. Die Ursache liegt hauptsächlich darin, dass Ackerbaubetriebe nicht wie Normalbetriebe über Produktionsalternativen (Milchproduktion) verfügen.

Tabelle 7: Entwicklung der Pflanzenschutzbehandlungen der verschiedenen GEN-Varianten

	KONV	GENTOT	GENKAR	GENRAP	GENZUR	GENWEI
Normalbetrieb						
Agrarpolitik 2002	Referenzwert	-	-	=	=	-
EU-Annährung	- -	- -	- -	- -	- -	- -
EU-Beitritt	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Ackerbaubetrieb						
Agrarpolitik 2002	Referenzwert	+	+	=	=	+
EU-Annährung	-	-	-	-	-	-
EU-Beitritt	- -	- -	- -	- -	- -	- -

Skala: + mässige Zunahme der Anzahl Behandlungen; = gleiche Anzahl Behandlungen; - mässige; -- starke; --- sehr starke Abnahme der Anzahl Behandlungen; 0 kein Spritzmitteleinsatz.

In Tabelle 7 wird die Pestizidbehandlungshäufigkeit der konventionellen Produktion ohne verfügbare resistente Sorten mit den verschiedenen Varianten, wo gentechnisch veränderte Nutzpflanzen eingesetzt werden können, verglichen. Es wird deutlich, dass für Normal- und Ackerbaubetriebe jeweils nur unter den Rahmenbedingungen von Agrarpoltik 2002 Unterschiede zwischen den verschiedenen GEN-Varianten einerseits und im Vergleich mit der herkömmlichen konventionellen Produktion andererseits bestehen. Diese beiden Fälle sollen im folgenden detaillierter betrachtet werden.

Bei Normalbetrieben geht die Anzahl Pflanzenschutzbehandlungen im Szenario Agrarpolitik 2002 bei den Varianten GENTOT, GENKAR und GENWEI im Vergleich zur konventionellen Produktion ohne verfügbare resistente Sorten zurück, während sie bei den Varianten GENRAP und GENZUR unverändert bleibt. Vergleicht man jedoch die Flächenanteile der angebauten Kulturen (Weizen, Kartoffeln, Zuckerrüben und Mais) aller konventionellen Varianten (siehe Abbildung 7), so sind diese fast identisch. Die unterschiedliche Pestizidhäufigkeit resultiert somit aus der Möglichkeit des Einsatzes resistenter Weizen- und/oder Kartoffelsorten, die nur bei den Varianten GENTOT, GENKAR und GENWEI gegeben ist. Das Ziel einer Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes wird damit bei den Normalbetrieben erreicht,

wenn Weizen- und Kartoffelsorten mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge zur Verfügung stehen.

Bei Ackerbaubetrieben dagegen ist beim Eintreffen des Szenarios 2002 bei den Varianten GENTOT, GENKAR und GENWEI eine Zunahme des Pestizideinsatzes festzustellen, während dieser bei den Varianten GENRAP und GENZUR wiederum unverändert bleibt. Die Ursache liegt darin, dass sich bei der Verfügbarkeit gentechnisch veränderter Weizen- und Kartoffelsorten ein flächendeckender Ackerbau lohnt, während sonst ein Teil der Ackerfläche als Brache stillgelegt wird. Insbesondere die Kartoffelfäche, aber auch der Weizen- und Maisanbau wird in diesem Fall reduziert. Im Gegensatz zum Normalbetrieb resultiert beim Ackerbaubetrieb die unterschiedliche Anzahl Pflanzenschutzbehandlungen aus der intensiveren Fruchtfolge. Das Ziel einer Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes wird somit unter den genannten Rahmenbedingungen bei Ackerbaubetrieben kaum erreicht.

Was passiert nun aber, wenn die umweltbelastende Aktivität „Pestizidbehandlung“ bei den Modellrechnungen negativ gewichtet wird? Dies wird durch eine Modellergänzung erreicht, indem Pestizidbehandlungen mit einem variablen Betrag pro Behandlung belastet werden. Dies impliziert im Modell eine Verschiebung von pflanzenschutzintensiven zu pflanzenschutzextensiven Kulturen, wodurch sich indirekt auch ein Einkommenseffekt ergibt. Dieser Effekt setzt ab einer Belastung von Fr. 150.- je Behandlung ein, wobei zumeist der Anbau von Kartoffeln durch andere Kulturen substituiert wird. Vor allem aber ist der Einfluss auf die Anzahl der ausgeführten Pflanzenschutzbehandlungen interessant. Bei einer Belastung von Fr. 200.- je Behandlung wird der Spritzmitteleinsatz erst um 5 %, bei einer Belastung von Fr. 400.- je Behandlung um 31 % reduziert. Somit wird erst bei einer relativ starken Belastung dieser umweltbeeinflussenden Aktivität der Pestizideinsatz reduziert.

4.3.4 Integrierte Produktion und Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen

In den Simulationsrechnungen ist die Nutzung der neuen Technologie nur im konventionellen Landbau möglich (siehe Kapitel 4.2.1). Diese modellbedingte Einschränkung dürfte sich in der Praxis aber kaum realisieren lassen. Das erklärte Ziel des Bundesrates ist eine flächendeckende landwirtschaftliche Nutzung, mindestens nach den Richtlinien der integrierten Produktion. Entsprechend wird die Direktzahlungspolitik auf diese extensiven Produktionsmethoden ausgerichtet. Wie die Modellergebnisse zeigen, bilden diese Einkommenstransfers mit zunehmender Liberalisierung des Aussenhandels das eigentliche Entscheidungskriterium bei der Wahl der Produktionsmethode. Das in Zukunft immer schlechtere Abschneiden konventionell wirtschaftender Betriebe kann durch den Einsatz gentechnisch veränderter Sorten nur marginal verbessert werden. Damit wird die konvntionelle Produktion ökonomisch immer uninteressanter und gentechnisch veränderte Nutzpflanzen würden kaum zum Einsatz gelangen.

Es stellt sich nun also die Frage, wie sich die Modellergebnisse verändern würden, wenn auch in der integrierten Produktion krankheits- und schädlingsresistente Sorten zur Verfügung stehen würden. Aus den Modellergebnissen für die konventionellen Verfahren wurde sichtbar, dass sich die Verwendung gentechnisch veränderter Sorten lohnt, sofern dadurch Kosten eingespart werden können. Dies kann mit Ausnahme der Zuckerrüben bei allen untersuchten Kulturen erreicht werden. Somit würden sich auch in der IP die neuen Sorten durchsetzten.

Daraus ergeben sich folgende Konsequenzen:

- Der Ertragsausfall aufgrund des nach den IP-Richtlinien eingeschränkten Pestizideinsatzes wird durch den Einsatz von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen kompensiert. Damit erreichen IP-Betriebe bei Verwendung der neuen Sorten ein *höheres Er-*

tragsniveau. In Abbildung 2 (Kapitel 3.1.4) entspricht dies einer Verschiebung der Produktionsfunktion von P Richtung P*. Da bei P* der optimale Faktoreinsatz höher ist als bei P kann das bei konstanten Produkt- und Faktorpreisen zu einer Steigerung der Düngungsintensität im Rahmen der IP-Richtlinien führen.

- Der ökonomische Anreiz zur Stillegung von Ackerfläche als Brache würde sich gegenüber dem Anbau von Ackerfrüchten verkleinern. Zumindest bei Eintreffen des Szenario 2002 ist davon auszugehen, dass der *Ackerbau* mit verfügbaren resistenten Sorten *weniger stark zurückgeht*, als dies aus den Modellergebnisse für die integrierte Produktion hervorgeht. Die Auswirkungen auf das Betriebseinkommen wären jedoch wie im konventionellen Landbau gering.
- Die integrierte Produktion wird für Normalbetriebe gegenüber dem biologischen Landbau *konkurrenzfähiger*. Gleichzeitig vergrössert sich die Einkommensdifferenz zwischen IP und den konventionellen Verfahren. Beides führt zu einer stärkeren Verbreitung der integrierten Produktion, als dies die Modellergebnisse zeigen.

4.3.5 Schlussfolgerungen aus den Modellrechnungen

Aus den Modellergebnissen wird deutlich, dass die je nach Szenario mehr oder weniger veränderten zukünftigen wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen grosse Auswirkungen auf die Anbaustruktur und die monetären Ergebnisse der Landwirtschaftsbetriebe haben. Die im Rahmen der internationalen Vereinbarungen vorzunehmenden Anpassungen an das GATT bzw. die Integration in die gemeinsame Agrarpolitik der EU führen zu sinkenden Produktpreisen. Dadurch nimmt die Bedeutung des Ackerbaus trotz verfügbaren krankheits- und schädlingsresistenten Sorten stark ab. Parallel zu den sinkenden Produktpreisen nimmt der Umfang und die Bedeutung der Direktzahlungen für das Einkommen der Einzelbetriebe stark zu. Da es ein erklärtes politisches Ziel ist, diese einkommensergänzenden Beiträge zukünftig immer mehr an ökologische Auflagen zu binden, erhalten IP- und vorallem BIO-Betriebe weit mehr Beiträge als konventionell wirtschaftende Betriebe. Die Direktzahlungen werden immer mehr zur einkommensbestimmenden Grösse und es lohnt sich in Zukunft aus betriebswirtschaftlicher Perspektive unter den getroffenen Annahmen nicht mehr, konventionelle Landwirtschaft zu betreiben. Bei Normalsbetrieben werden mit der biologischer Produktion die höchsten landwirtschaftlichen Einkommen erzielt. Bei Ackerbaubetrieben dagegen schneidet die integrierte Produktion am besten ab. Die Ertragseinbussen der biologischen Ackerfrüchteproduktion werden durch die höheren Direktzahlungen im Vergleich zur IP nicht kompensiert.

Die vorerst nur im konventionellen Landbau verfügbaren gentechnisch veränderten Nutzpflanzen haben auf die Anbaustruktur und die monetären Ergebnisse der Betriebe einen weit geringeren Einfluss als die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen, wie die überwiegend kleinen Unterschiede der Ergebnisse zwischen KONV und den GEN-Varianten zeigen. Zwar werden, wo diese Möglichkeit im Modell zugelassen ist, mit Ausnahme von Zuckerrüben jeweils die gentechnisch veränderten Sorten verwendet. Dadurch ergeben sich auch geringe Auswirkungen auf die Anbaustruktur, wie bei einzelnen Szenarien beispielsweise die Ausdehnung des Kartoffelanbaus zeigt. Die daraus resultierenden Effekte auf die Kostenstruktur und die Betriebseinkommen sind jedoch gering. Grössere Differenzen würden allenfalls auftreten, wenn sich mit den gentechnisch veränderten Sorten höhere Erträge erwirtschaften liessen, was in der vorliegenden Studie jedoch per Annahme ausgeschlossen wird.
Ebenfalls neu zu beurteilen wäre die Situation, wenn die Anwendung von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen in der integrierten Produktion zugelassen würde. Die IP-Betriebe dürf-

ten dadurch gegenüber KONV- und BIO-Betrieben konkurrenzfähiger werden, was zu einer stärkeren Verbreitung dieser Produktionsmethode führen könnte.

Bei der Beurteilung der Wirksamkeit der verschiedenen Pflanzenschutzstrategien zur Reduktion des Pestizideinsatzes müssen die biologische und die integrierte Produktion als wirksamer bezeichnet werden. Während sich bei BIO und in abgeschwächter Form auch bei IP die Menge der eingesetzten Pestizide stark reduzieren lässt, nimmt mit dem Einsatz gentechnisch veränderter Sorten durch neu gestaltetete Anbaukombinationen (z.B. Ausdehnung des Kartoffelanbaus) die gesamtbetriebliche Anzahl von Pflanzenschutzmassnahmen in einzelnen Fällen sogar zu.

Zusammenfassung

- Zur Analyse der betriebswirtschaftlichen Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen wird die ***Lineare Programmierung (LP)*** als geeignete Methode betrachtet. In der einschlägigen Literatur verwenden eine Reihe von Autoren (Gotsch 1990, Zeddies 1994, Mühlebach 1990) auch die LP als methodischen Ansatz zur Abschätzung der Auswirkungen biotechnologischer Entwicklungen.
- Für die Durchführung von Modellrechnungen müssen eine Reihe von ***Annahmen*** getroffen und konkretisiert werden. Die wichtigsten Aspekte sind dabei:
  - *Produktionssysteme*: Bei den Modellrechnungen werden vier Produktionssysteme abgebildet: Die konventionelle Produktion ohne Gentechnologie (System KONV), die integrierte Produktion (System IP), die biologische Produktion (System BIO) und die konventionelle Produktion unter Einsatz gentechnisch veränderter krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen. Bei letzteren werden fünf Subsysteme unterschieden, je nachdem welche gentechnisch veränderten Kulturen zur Auswahl stehen: GENKAR, GENRAP, GENRÜB, GENWEI und GENTOT.
  - *Betriebstypen*: Es werden Berechnungen für Normalbetriebe (Milchwirtschaft und Ackerbau) und Ackerbaubetriebe (nur Ackerbau) im Talgebiet durchgeführt. Mit den beiden ausgewählten Betriebstypen können 56 % der Betriebe des Talgebietes, die zusammen 70 % der Nutzfläche bewirtschaften, repräsentiert werden.
  - *Fruchtfolgebedingungen* werden im Modell über Restriktionen abgebildet.
  - *Eigenschaften gentechnisch veränderter Nutzpflanzen*: Bei Weizen wird von einer allgemeinen Resistenz gegen Pilzkrankheiten ausgegangen, wodurch Pestizidkosten von ca. Fr. 150.- je ha eingespart werden können. Bei Zuckerrüben wird eine Resistenz gegen verschiedene Krankheiten und eine allgemeine Verbesserung der Robustheit angenommen. Dadurch kann die neue Sorte auf Endabstand gesät werden, wodurch aber eine zusätzliche Herbizidbehandlung für Fr. 155.- je ha nötig wird. Bei den Kartoffeln wird die Annahme getroffen, dass mit der neuen Sorte Produktionskosten von rund Fr. 350.- je ha eingespart werden können und der maximale Anteil von Kartoffeln in der Fruchtfolge von 33 % auf 50 % erhöht werden kann. Beim Raps dürften sich mit neuen resistenten Sorten Fr. 360.- je ha einsparen lassen. Auf eine Modellierung von Mais wird verzichtet, da sich höchstens marginale Kosten einsparen liessen.
  - *Entwicklung des Umfeldes*: Die in Kapitel 2.3 angestellten Überlegungen zur Entwicklung des wirtschaftlichen, politischen, ökologischen, gesellschaftlichen und technologischen Umfeldes werden in die Modellformulierung integriert.

  Die Entwicklung der politischen und wirtschaflichen Rahmenbedingungen werden in Form von drei Szenarien vorgegeben: Szenario Agrarpolitik 2002, Szenario EU-Annäherung und

Szenario EU-Beitritt. Für diese Szenarien werden, basierend auf zahlreichen Quellen, Annahmen für die Entwicklung der Produktepreise, der Faktorpreise und der Direktzahlungen getroffen. Als Betrachtungszeitpunkt wird das Jahr 2005 gewählt.

- Zusammenfassend wird aus den ***Modellergebnissen*** ersichtlich, dass die Veränderungen der Betriebsstrukturen und die monetären Effekte haupsächlich auf die neuen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (GATT, EU) zurückzuführen sind. Bei sinkenden Preisen für Ackerfrüchte und zunehmend höheren Direktzahlungen für umweltschonende Produktionsmethoden (BIO, IP) lohnt sich der konventionelle Landbau trotz der Verfügbarkeit von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen unter den getroffenen Annahmen nicht.

Solange der Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf die konventionelle Produktionsmethode beschränkt ist und die neuen Sorten keine Ertragszunahmen bewirken, werden sich die Auswirkungen der Gentechnologie im Pflanzenbau auf einen geringen Kosten- und Einkommenseffekt für die wenigen in Zukunft noch konventionell wirtschaftenden Betriebe beschränken.

- Beim Vergleich der ***Pflanzenschutzstrategien*** der verschiedenen Produktionsmethoden zeigt sich erstens, dass BIO und IP im Vergleich zu den konventionellen Verfahren (inkl. GEN-Varianten) weit weniger Spritzmittel einsetzen. Zweitens kann man feststellen, dass die Pestizidintensität bei sinkenden Preisen für die Ackerfrüchte und damit abnehmender Bedeutung des Ackerbaus in der Schweiz bei einer zunehmenden Liberalisierung des Aussenhandels zurückgeht. Drittens wird ersichtlich, dass die Verfügbarkeit gentechnisch veränderter Nutzpflanzen zu einer neuen optimalen Fruchtfolge führen kann, wobei die Pestizidintensität aufgrund der neuen Produktekombination (z.B. höherer Anteil Kartoffeln in der Fruchtfolge) nur unwesentlich zurückgeht, teilweise sogar zunimmt. Das Ziel einer Reduktion des Spritzmitteleinsatzes kann deshalb nicht für alle Szenarien erfüllt werden.
- Falls die umweltschädigende Aktivität „Pestizidbehandlung“ bei den Modellrechnungen mit einem variablen Betrag negativ bewertet wird, zeigen sich ab Fr. 150.- je Behandlung erste Verschiebungen von pflanzenschutzintensiven (v.a. Kartoffeln) zu pflanzenschutzexteniven Produkten. Dadurch entsteht indirekt ein Einkommenseffekt. Die Anzahl Pflanzenschutzbehandlungen reduziert sich jedoch erst ab einer Belastung von Fr. 400.- je Behandlung deutlich (31%).

5. Nachfrage nach gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln

5.1 Bestimmungsgründe für die längerfristige Nachfrage bei Nahrungsmitteln

Bei der Nahrungsmittelversorgung sind die zwei Begriffe "Nachfrage" und "Bedarf" zu trennen. Alle Leute haben einen physiologischen Bedarf an Nahrungsmitteln, um sich körperlich und geistig gesund zu halten. In der westlichen Welt und den übrigen entwickelten Ländern ist die Bedarfsdeckung normalerweise problemlos geworden. Es wird demzufolge von der Nachfrage nach Nahrungsmitteln gesprochen. Darunter versteht man ein ökonomisches Verhalten, das abhängig ist von Preisen, Einkommen und Bedarfsgewohnheiten. Es wäre für die Konsumenten auch möglich, sich anders zu verhalten, ohne dass physiologische Störungen auftreten würden.
Die Bestimmungsgründe für die längerfristige Nachfrage bei Nahrungsmitteln kann man in folgende Gruppen einteilen:

- **Demographische Entwicklung**
  - Bevölkerung
  - Altersstruktur
  - Zahl und Grösse der Haushalte
- **Gesellschaftliche Entwicklung**
  - Wertvorstellungen, Normen
  - Umweltbewusstsein
  - Gesundheitsbewusstsein
  - Freizeit
- **Wirtschaftliche Entwicklung**
  - Einkommen
  - Preise, Konkurrenzpreise
  - Erwerbstätigkeit

Bevölkerungsprognosen für die Schweiz[46]

Das Bundesamt für Statistik erstellt laufend Prognosen über die Wohnbevölkerung der Schweiz. Da sich die Sterblichkeits- und Fruchtbarkeitsraten, aber auch die Migrationsraten nicht direkt aus der Vergangenheit ableiten lassen, sondern von politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen abhängig sind, werden für diese Parameter Hypothesen gebildet. Die Schweizer Wohnbevölkerung wird voraussichtlich gegenüber 1990 ansteigen. Der Wandersaldo ist bis ins Jahr 2040 positiv, da der Rückgang der aktiven inländischen Bevölkerung (Überalterung) durch ausländische Arbeitskräfte aufgefangen werden muss. Der Geburtenüberschuss für das Jahr 2000 ist positiv, wird längerfristig aber vermutlich abnehmen. Der Ausländeranteil nimmt bis ins Jahr 2040 deutlich ab, für die nächsten 15-20 Jahre ist jedoch mit einem weiteren Anstieg zu rechnen. Das Wachstum findet überwiegend bei den Bürgern aus Nicht-EU-Ländern statt. Die Überalterung zeigt sich in allen Szenarien mit einem deutlichen Anstieg der über 64-jährigen auf rund 25%.

46 Bundesamt für Statistik, 1992, Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 1991-2040, Bern

Grösse der Haushalte

Die Grösse und jeweiligen Anteile der Haushalte ist besonders in hochentwickelten Volkswirtschaften ein wichtiger Bestimmungsgrund der Nachfrage. Es lässt sich eine deutliche Abnahme der grossen Haushalte (sechs und mehr Personen) und eine starke Zunahme der Einpersonenhaushalte beobachten.
Unterschiede in den Ausgabenanteilen in Abhängigkeit der Haushaltgrösse zeigen sich sowohl bei den Grundnahrungsmitteln als auch beim Konsum von küchenfertigen Produkten sowie bei Getränken und Tabak.

Einfluss von Einkommen und Preis

Nebst der Zahl und der Grösse der Haushalte hängt die Nachfrage nach Nahrungsmitteln auch vom verfügbaren Einkommen ab. Dieses entspricht dem Betrag, der den Haushalten nach Abzug von Steuern und Sozialbeiträgen vom Gesamteinkommen verbleibt. Die verfügbaren Einkommen sind in den letzten Jahren fast stetig gestiegen. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass in allen westlichen Ländern das Phänomen der „neuen Armut“ zugenommen hat. Es handelt sich dabei um Menschen nicht nur am Rande der Gesellschaft, die über Einkommen knapp über oder unter der Existenzgrenze verfügen. Darunter können ausgesteuerte Langzeitarbeitslose und alte Leute mit Minimalrenten ebenso wie alleinerziehende Mütter fallen.
Im schweizerischen Durchschnitt beträgt der Anteil des verfügbaren Einkommens, der für Nahrungsmittel ausgegeben wird, rund 12%. Dabei nehmen mit steigendem verfügbaren Einkommen die Ausgaben für Nahrungsmittel absolut zu, relativ jedoch ab (Engel'sches Gesetz). Dies lässt sich dadurch erklären, dass mit steigendem Einkommen billigere durch teurere Nahrungsmittel ersetzt werden, aber nicht proportional zum Anstieg der Einkommen.
Der Einfluss des Faktors Preis ist nach wie vor gross, wenn auch mit steigendem Einkommen nicht mehr so entscheidend. Die relative Bedeutung der Ausgaben für Nahrungsmittel hat abgenommen. Besonders grosse Bedeutung erhält der Preis als Entscheidungskriterium, wenn enge Substitute zu einem gewünschten Produkt vorhanden sind (Konkurrenzsituation).
Preis und Einkommen vermögen immer weniger das Konsumverhalten von einzelnen Individuen zu erklären, welches zunehmend durch ausserökonomische Faktoren (siehe weiter unten) bestimmt wird, situativ und ambivalent ist. Doch in der Aggregation über die gesamte Nachfrage oder zur Bestimmung des Nachfrageverhaltens repräsentativer Bevölkerungsgruppen sind Preis und Einkommen nach wie vor die entscheidenden Faktoren. Doch vermögen diese beiden Faktoren kaum Ansatzpunkte zu liefern zur Erklärung von Konsumpräferenzen und deren Entwicklung.

Knapper Faktor Zeit

Ein wichtiger Faktor, der eine Teil der gewandelten Konsumpräferenzen der letzten Jahre erklären kann und auch in Zukunft eine grosse Bedeutung haben wird, ist die relative Knappheit der Zeit. Mit der vermehrten Berufstätigkeit der Frauen einerseits und mit einem vielfältigen, attraktiven Freizeitangebot andererseits ist die Zeit zu einem einschränkenden Faktor geworden. Dies zeigt sich in der vermehrten Nachfrage nach convenience-Produkten (Fertig- und Halbfertigfabrikate), im zunehmendem Konsum von Snacks im weitesten Sinne (vom Müesliriegel über den Hot Dog bis zum knackigen Apfel) oder in der wachsenden Verbreitung von Mikrowellenöfen. Nach dem haushalt-theoretischen Ansatz von Becker[47] misst sich der Preis

[47] Becker G., 1965, A theory of the allocation of time, in: Economic Journal 75: 493-517, zitiert in Senauer B., Asp E., und Kinsey J., 1991, Food trends and the Changing Consumer, St. Paul MN

eines Gutes nicht nur an den monetären Ausgaben, sondern auch an den Kosten[48] der zu seiner Produktion eingesetzten Zeit.
Knappe Zeit äussert sich aber auch im Einkaufsverhalten, wo tendenziell immer weniger Läden in kürzerer Zeit aufgesucht werden.
Knappe Zeit ist aber auch ein Grund, weshalb Konsumenten nie vollständig informiert sind. Nach der ökonomischen Theorie wird genau soviel Zeit in die Informationsbeschaffung investiert, als der daraus resultierende Grenznutzen in Form von tieferen Preisen oder höherer Qualität mindestens so gross ist wie die Opportunitätskosten der Zeit.

Einfluss von Lebensstil und Werthaltungen

Während in der klassischen Ökonomie die Nachfrage nach Lebensmittel hauptsächlich durch die Parameter Einkommen und Preis erklärt wird, zeigt sich, dass das Konsumverhalten zunehmend auch durch nicht-ökonomische Faktoren bestimmt wird. Der persönliche Lebensstil und die damit verbundene Einstellung zum Thema Gesundheit und Ernährung werden das Konsumverhalten in Zukunft weitgehend bestimmen, ohne dass der Faktor Preis vernachlässigt werden darf. In den letzten Jahrzehnten konnten entscheidende Veränderungen der Wertesysteme beobachtet werden, welche jeweils durch sich ändernde Rahmenbedingungen ausgelöst wurden: Betrachtet man rückblickend die 50er und 60er Jahre, so war diese Zeit vorwiegend durch materielle Ziele gekennzeichnet. Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre entwickelte sich infolge gesellschaftlicher, wirtschaftlicher oder struktureller Wandlungen (Rohstoffverknappung, Wirtschaftskrise mit Arbeitslosigkeit, Stagnation des Bevölkerungswachstums in den Industrieländern) ein Konsumtyp, der sich über die Rolle des Konsums hinaus für soziale und ökologische Belange zu interessieren begann. Seit dem Ende der 80er und dem Beginn der 90er Jahre treten die Bedürfnisse der „Freizeitgesellschaft“ mit ihren spezifischen Anforderungen an Güter und Dienstleistungen hinzu. Heute sind soziale Anerkennung, ökologische Belange, ethische Einstellungen, Gesundheitsbewusstsein und Genussstreben wichtige Bestimmungsfaktoren des Konsums (Lohner 1995).
Ausgehend von den qualitativen Veränderungen (z.B. Soziodemographie, Bedarfsstrukturen) gewinnen damit Erkenntnisse über psychologische Variabeln und deren Aussagekraft für die Marktforschung an Bedeutung. Es zeigt sich, dass der Konsum insgesamt immer mehr individualisiert wird und sich immer stärker an Leitbildern und Lebensstilen orientiert.

Grundsätzlich erhalten all jene Objekte einen hohen Wert, die knapp sind bzw. als knapp wahrgenommen werden - so spiegeln sowohl die gesellschaftlichen als auch die individuellen Wertesysteme die jeweils wahrgenommenen Knappheitsverhältnisse wider.
Der Wandel von Wertesystemen zeigt sich auch in der geänderten Beurteilung von Komponenten des Oberbegriffs ‘Nahrungsmittelqualität’. Wir wollen im folgenden auf die vier Aspekte Gesundheitswert, Ethikwert, Nährwert und Genusswert eingehen.

Gesundheitswert: Das vermehrte Selbstentfaltungsstreben und die Ich-Bezogenheit der Konsumenten sind mit einer gleichzeitigen Erhöhung des Selbstwertgefühls verbunden. Dieses neue Selbstverständnis führt u.a. zu einer verstärkten Sensibilisierung bezüglich potentieller Bedrohungen der eigenen Person. Die Qualitätskomponente Gesundheitswert erhält nicht zuletzt durch zahlreiche Skandalmeldungen über verunreinigte, krankmachende Nahrungsmittel an Bedeutung (Hormone im Kalbsfleisch, Rinderwahnsinn, Salmonellen in den Eiern, Nitratrückstände im Gemüse, Listerien auf dem Käse ...). Ängste in diesem Bereich sind äusserst

[48] Unter Opportunitätskosten wird der Nutzenentgang verstanden der entsteht, weil die verwendeten Faktoren nicht für die nächstbessere Nutzung zur Verfügung stehen.

handlungswirksam, wie die spontanen Änderungen des Nachfrageverhaltens auf Skandalmeldungen zeigen (Vermeidungsreaktion).

Ethikwert: Die Verantwortung für die soziale und natürliche Mitwelt hat im gesellschaftlichen Wertesystem an Bedeutung gewonnen. Gleichzeitig nimmt das Streben der Konsumenten nach sozialer Anerkennung zu. Daraus resultiert eine Höherschätzung des Ethikwertes und eine Tendenz zu „demonstrativer Vernunft". Diese steht in einem Spannungsverhältnis zur Selbstentfaltung. Doch es zeichnet sich ab, dass umwelt- und sozialverträgliches Handeln z.B. durch die Ablehnung von Nahrungsmittel aus der Massentierhaltung oder aus bodenbelastender Produktion nicht mehr als Nutzenentgang empfunden wird.

Nährwert: Bedingt durch die allgemein gute Versorgung mit Nahrungsmitteln erfolgt die Beurteilung des Nährwertes insbesondere unter gesundheitlichen Aspekten. Eine hohe ernährungsphysiologische Qualität bedeutet heute weniger Kalorien, tieferer Fettanteil, weniger Zucker, mehr Vitamine, mehr Ballaststoffe und steht ganz im Dienste von Schlankheit und Sportlichkeit - Ideale, wie sie von der Werbung täglich vorgezeigt werden.
Grundsätzlich sind zwei Wege möglich, das Ziel einer gesünderen Ernährung zu erreichen: Der erste Weg besteht darin, die Diät zu verändern, was v.a. bedeuten würde, mehr frische Gemüse und Früchte, weniger (fettes) Fleisch, mehr Vollkornprodukte und weniger Süssigkeiten zu essen. Der zweite Weg bedeutet die Veränderung der Produkte in ihrer Zusammensetzung, was ein weites Feld für die Biotechnologie öffnen würde. Von diesem Trend profitierte in den letzten Jahren insbesondere die Getränkeindustrie mit dem rasch wachsenden Markt für „light'-Getränke. Konsumanalysen zeigen auf, dass gerade die genussorientierten Konsumenten zu den regelmässigen Verwendern von Light-Produkten gehören. Wertkonflikte, die durch das gleichzeitige Streben nach Genuss und Gesundheit entstehen können, lassen sich durch den Konsum von kalorienreduzierten Produkten lösen, wenn diese auch noch den geschmacklichen Anforderungen entsprechen.

Genusswert: Der Genusswert entspricht der sensorischen Qualität eines Produkts und ergibt sich aus der Beurteilung all seiner auf die menschlichen Sinne wirkenden Eigenschaften. Es ist zu erwarten, dass die Bedeutung des Genusswertes in Zukunft zunehmen und zu einem wichtigen Aspekt des nach aussen gezeigten Lebensstils wird. Eine repräsentative Umfrage in Deutschland ergab, dass „der insgesamt gute Geschmack" das wichtigste Kriterium beim Essen ist (zitiert in Halk, 1993).

Einfluss von Misstrauen und Skepsis

Ein wichtiges Phänomen, welches die Nachfrage nach Lebensmitteln in Zukunft mitbestimmen wird, ist ein weitverbreitetes Misstrauen gegenüber Lebensmitteln und möglichen gesundheitlichen Schäden bei deren Konsum. Dabei stehen nicht einzelne Ereignisse wie Hormone im Kalbfleisch, Rinderwahnsinn oder Glykol im Wein im Vordergrund; es sind auch nicht bestimmte Produktgruppen, denen Konsumenten misstrauen, sondern es besteht ein allgemeines Misstrauen gegenüber „Massenproduktion" und „industrieller Verarbeitung" (Halk, 1993). Je stärker verarbeitet Lebensmittel sind, desto weniger sind die Produktionsabläufe nachvollziehbar und desto leichter kann das Vertrauen in das Funktionieren dieser Produktionsabläufe erschüttert werden. Aber auch auf Stufe der Produzenten wird Massenproduktion abgelehnt: Massentierhaltung, welche einen prophylaktischen Einsatz von Medikamenten bedingen, passt ebensowenig in das Bild der Konsumenten von einer natürlichen Produktionsweise wie Verfütterung von Schlachtabfällen, Viehtransporte, ausgeräumte Landschaften

oder der Einsatz von Pestiziden. Dies führt zur Frage, welche Faktoren die Akzeptanz von Technologien in der Agrarproduktion bestimmen.

5.2 Technologieakzeptanz durch die Konsumenten

5.2.1 Technologieakzeptanz in der Landwirtschaft

Die Akzeptanz moderner Technologien hat sich zu einem Engpassfaktor für die Verbreitung dieser Technologien entwickelt. Dies gilt auch für die Anwendung der Bio- und Gentechnologie im Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft. Wie kaum eine anderer Technologie ist sie wissenschaftlich und öffentlich bereits stark vor ihrer breiten Umsetzung in der Praxis diskutiert worden. Dabei hat sich die öffentliche Diskussion auf einige wenige Biotechniken konzentriert, während andere ohne Diskussion in die Praxis eingegangen sind

V. Alvensleben und Steffens (1989) haben in einer Umfrage über die Akzeptanz technischen Fortschritts in der Landwirtschaft durch die Konsumenten folgende Resultate gefunden:

1. Die Technikakzeptanz steigt mit den Grad der Überschaubarkeit und mit der vermuteten Beherrschbarkeit der Technikrisiken:
   - alte Techniken werden eher akzeptiert als neue Techniken;
   - naturnahe Techniken werden eher akzeptiert;
   - Gentechnik und Agrarchemie erscheinen in ihren Folgen besonders wenig überschaubar und beherrschbar.

1. Je grösser die Betroffenheit von den angenommenen negativen Folgen einer Technik, desto geringer ist ihre Akzeptanz bei den Konsumenten.

2. Tierisches Leben hat einen höheren Stellenwert als pflanzliches Leben.

3. Die Technikakzeptanz ist zudem gering, wenn
   - negative Umweltwirkungen erwartet werden;
   - negative Beschäftigungswirkungen befürchtet werden (z.B. weitere Mechanisierung);
   - Qualitätseinbussen erwartet werden (z.B. hors-sol-Kulturen);
   - kein Nutzen gesehen wird (z.B. Steigerung der Milchleistung durch bST[49] bei gleichzeitigen Überschüssen).

1. Je grösser die Vertrautheit mit Agrartechniken ist, desto grösser ist auch die Akzeptanz von neuen Technologien im Agrarbereich. Mit schwindendem Anteil Landwirte in der Bevölkerung nimmt die Zahl der Personen ab, die einen direkten Bezug zur landwirtschaftlichen Praxis haben und entsprechend nimmt die Skepsis gegenüber Agrartechniken zu (siehe die zunehmende Kritik an der Tierhaltung oder am Pestizid- und Düngereinsatz).

2. Zwischen moderner Technik und Natur wird häufig ein Gegensatz gesehen. Diese Haltung ist im Zusammenhang mit dem stärkeren Umweltbewusstsein und der in jüngster Zeit verstärkten Ethikdiskussion zu sehen. Die Tierproduktion ist davon stärker als die Pflanzenproduktion betroffen.

---

49 bST = Bovines Somatotropin

5.2.2 Einfluss sozio-demographischer Kriterien

Im folgenden werden die Ergebnisse verschiedener Umfragen[50] zusammengefasst, in welchen die *Einstellung* zu Gentechnologie in Abhängigkeit von sozio-demographischen Grössen gebracht werden. Die Signifikanz dieser Grössen für die Erklärung des *Konsumverhaltens* ist jedoch ungenügend.

Geschlecht: Männer beurteilen technologischen Fortschritt deutlich optimistischer als Frauen und befürworten auch den Einsatz von Biotechnologie in der Land- und Ernährungswirtschaft eher als Frauen. Frauen sind insbesondere skeptisch gegenüber einem Einsatz von Biotechnologie in der Tierproduktion und haben grössere Bedenken, dass gentechnologisch veränderte Produkte ungesund sind. Da in den meisten Mehrpersonen-Haushalten die Frauen einkaufen, kommt den Frauen eine überproportional grosse Bedeutung zu. Eine mögliche Ursache für die kritische Einstellung der Frauen liegt darin, dass meistens die Frauen für den Einkauf von Nahrungsmitteln zuständig sind. Sie setzen sich intensiver mit Fragen der Gesundheit und der Produktionsweise von Lebensmitteln auseinander und sind deshalb neuen Technologien gegenüber vorerst kritischer eingestellt.

Kinder im Haushalt: Ob in einem Haushalt Kinder leben, hat weder eine signifikante Auswirkung auf die Einstellung gegenüber Gentechnologie noch auf die geäusserten Absichten zum Konsumverhalten, obwohl vermutet werden könnte, dass Familien mit (kleinen) Kindern Nahrungsmittelsicherheit als besonders wichtig erachten.

Alter: In verschiedenen Umfragen zeigt sich eine positive Korrelation zwischen dem Alter und der Zustimmung zu Gentechnologie. Dort wo der Faktor Alter einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der Einstellung gegenüber der Gentechnologie beiträgt, zeigen sich Konsumenten zwischen 35 und 55 Jahren am kritischsten gegenüber dem Einsatz von Biotechnologie. Das Gewicht dieser Altersgruppe ist überproportional, weil diese insbesondere in Familien- und Grosshaushalten für den Einkauf zuständig sind, und weil sie das Verhalten der jüngeren Generation prägen.
In den meisten Umfragen erweist sich das Alter hingegen als nicht signifikante Erklärungsgrös-se. Einzig im Eurobarometer (Marlier 1991) zeigt sich eine negative Korrelation zwischen der Beurteilung der Gentechnologie und dem Alter.

Schulbildung: In den meisten Umfragen zeigt sich, dass je besser die Schulbildung, desto grösser die Akzeptanz von Biotechnologie ist. Eine gute Schulbildung geht auch einher mit Vertrauen in die Regierung, welches ebenfalls positiv korreliert ist mit der Akzeptanz von Biotechnologie.
Ein anderes Bild - vielleicht für den deutschsprachigen Raum zutreffender - zeigt die Untersuchung von Wetzel (1990) welche zeigen kann, dass ein hohes Bildungsniveau einher geht mit einer kritischen Einstellung zu neuen Technologien in der Landwirtschaft und bezüglich gesundheitlichen Aspekten in der Ernährung.

Einkommen: Das Einkommen als Einflussgrösse wird unterschiedlich beurteilt. Da ein hohes Einkommen meist eng korreliert ist mit einer guten Schulbildung, erachten wir eher die Hypothese als zutreffend, ein hohes Einkommen gehe tendenziell einher mit einer hohen Akzeptanz von Gentechnologie.

---

[50] Es wurden folgende Umfragen und Studien berücksichtigt: Marlier E., Eurobarometer 35.1 - opinions of Europeans on Biotechnology, (durchgeführt 1991 in 12 Ländern der EU bei insgesamt 12800 Personen); Hamstra A., Biotechnology in Foodstuffs. Toward a model of consumer acceptance. Report Nr. 105, SWOKA, (Umfrage bei 1729 Personen in Holland).

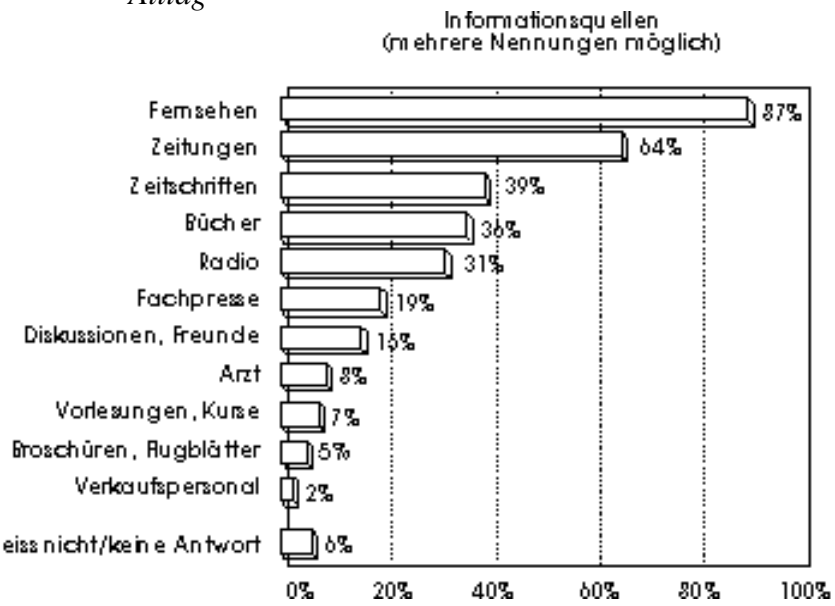
5.2.3 Bedeutung von Wissen und Information

Ob Biotechnologie akzeptiert wird oder nicht, wird entscheidend davon abhängen, wie weit es gelingt, die Leute mit dieser Technologie vertraut zu machen. Ganz allgemein ist der Wissensstand noch tief (Kaiser et al. 1992, Smith & Warland 1992, Frewer et al., 1994a). Es zeigt sich in verschiedenen Umfragen, dass Konsumenten eher bereit sind, gentechnisch veränderte Nahrungsmittel zu akzeptieren, wenn sie über entsprechende Informationen verfügen.
Frewer et al. (1994b) haben allerdings in ihrer Arbeit eine negative Korrelation zwischen Wissen und Risikoeinschätzung gefunden und erklären diese dahingehend, dass Leute, die sich eingehender mit Gentechnologie befasst haben, auch viel mehr Kenntnisse über mögliche Risiken haben.

Informationswahrnehmung ist prinzipiell selektiv und damit subjektiv. Die Stabilisierung positiver bzw. negativer Vorurteile durch selektive Wahrnehmung zur Vermeidung kognitiver Dissonanz ist bekannt. Techniken, die a priori als positiv eingeschätzt werden, werden primär in ihren positiven Folgewirkungen wahrgenommen. Entsprechendes gilt für negativ eingeschätzte Techniken. Verschiedene Umfragen zeigen, dass bisherige Meldungen über Gentechnologie in der Landwirtschaft eher negative Aussagen enthielten. Zudem werden Informationen eher aufgenommen, wenn eine persönliche Betroffenheit vorhanden ist. Dies ist aber gerade bei der Biotechnologie nicht gegeben, wo potentielle Nutzen und Risiken, die mit der Anwendung dieser Technologie verbunden sind, eher bei künftigen Generationen geortet werden. (Frewer et al. 1994a).

Fernsehen, Zeitungen und persönliche Gespräche im Freundeskreis oder in der Familie sind die wichtigsten *Informationsquellen* bezüglich neuer Technologien. Nur eine Minderheit der Befragten informierte sich durch Bücher, wissenschaftliche Zeitschriften, am Radio oder in Schulen/Vorlesungen über neue Technologien. Je wichtiger das Fernsehen als Informationsvermittler ist, desto tiefer ist der Stand des technischen Wissens. Je tiefer der Aufwand der Befragten ist, sich Kenntnisse über neue Technologien anzueignen, desto grösser ist im allgemeinen die ablehnende Haltung diesen gegenüber (Marlier 1991). Männer und Leute mit besserer Ausbildung zeigen ein grösseres Interesse, mehr über Biotechnologie zu lernen.

Abbildung 14: Wichtigste Informationskanäle bezüglich neuen Entwicklungen, die unseren Alltag beeinflussen



Quelle: nach Marlier E., 1991, S.99.

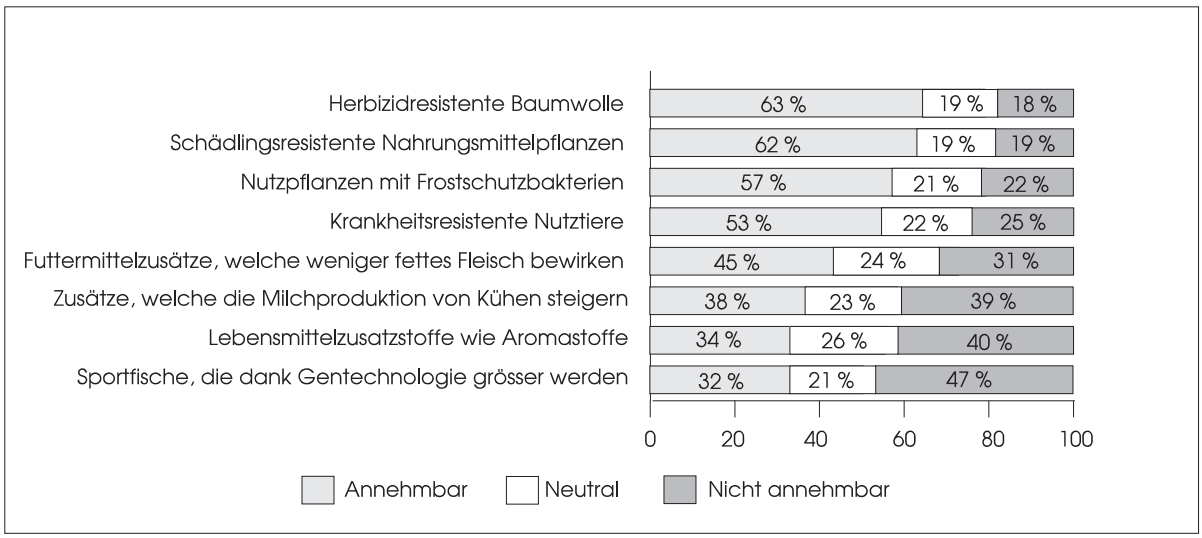
Nicht alle Informationsquellen werden jedoch als gleich *glaubwürdig* angesehen. Bezüglich der Auswirkungen von Biotechnologie im Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft werden Ernährungswissenschaftler als vertrauenswürdigste Informationsquelle angesehen. Auf noch recht viel Glaubwürdigkeit stossen Umwelt-, Konsumenten- und Tierschutzorganisationen, aber auch Vertreter und Vertreterinnen von Schulen und Universitäten. Wenig Vertrauen vermögen hingegen staatliche Behörden, Lebensmittelfirmen und Firmen, die selber im Bereich Biotechnologie tätig sind, auszulösen. Geringes Vertrauen in die staatlichen Behörden und in die offiziellen Informationskanäle geht einher mit einer tendenziellen Ablehnung der Biotechnologie. Dies hängt eng damit zusammen, dass die Kontrolle über das mit der Anwendung der Gentechnologie verbundene Risiko bei der Öffentlichkeit (tiefe Einschätzung der persönlichen Kontrollierbarkeit und Einflussnahme) angesiedelt wird. Deshalb wird eine wichtige Frage sein, nicht nur was kontrolliert und reglementiert werden soll, sondern v.a. auch durch wen. Falls es den zuständigen Behörden nicht gelingt, der Gentechnologie einen Rahmen zu stecken, der der Skepsis der Öffentlichkeit Rechnung trägt, so wird das Vertrauen in die Kontrollfunktion und damit auch in die Technologie selber stark sinken bzw. nie aufgebaut werden (Frewer et al. , 1995a).

Das Vertrauen in die staatlichen Behörden und in die von ihr ausgehende Information ist klein, weil eine enge Verbundenheit mit der Industrie und eine zu starke Rücksichtnahme auf deren Interessen vermutet wird, weil meist nur reaktiv informiert wird und zuwenig auf die Informationsbedürfnisse der Öffentlichkeit eingegangen wird und auch, weil in der Vergangenheit negative Erfahrungen gemacht worden sind (insbesondere nach der atomaren Verstrahlung als Folge des Reaktorunglücks in Tschernobyl) (Frewer et al., 1995b).

5.2.4 Akzeptanz nach Anwendungsgebiet

Der Einsatz von Biotechnologie in der Pflanzenproduktion ist, wie verschiedene Umfragen zeigen, weitgehend akzeptiert:

Abbildung 15: Akzeptanz von Produkten, die mit Hilfe von Biotechnologie hergestellt sind



Quelle: Hoban T., P.Kendall, 1993, S.12.

Von den drei auch ökonomisch wichtigen Anwendungsgebieten ist die Herbizidresistenz bei Baumwolle (kein Nahrungsmittel) am wenigsten umstritten, obwohl damit ein Mehrverbrauch von Herbiziden und eine Abhängigkeit von Firmen, die sowohl Saatgut als auch Pflanzenschutzmittel verkaufen, nicht ausgeschlossen werden können.
Fast gleich gut akzeptiert ist der Einbau von insektiziden Genen in Nahrungsmittelpflanzen, wovon ein Mindereinsatz von Pflanzenschutzmitteln erwartet wird.
Etwas geringer ist die Akzeptanz von Anti-Frost-Genen in Pflanzen. Die geringere Akzeptanz ist vermutlich dadurch bedingt, dass das Anti-Frost-Gen bakteriellen Ursprungs ist.
Interessant ist, dass alle drei Anwendungsgebiete eine hohe Akzeptanz aufweisen, obwohl die Vorteile nicht den Konsumenten (in Form besserer Nahrungsmittelqualität) zukommen und auch nicht von positiven Auswirkungen auf die Umwelt ausgegangen werden kann. Eine hohe Akzeptanz kann aber nur dann aufrechterhalten werden, wenn die Auswirkungen auf Geschmack und Textur nicht negativ ausfallen.
Es wurde ferner gefragt (Hoban /Kendall 1993, S. 12f.), ob eine Erhöhung des Nährwertes von Kartoffeln akzeptiert würde, wenn diese durch den Einbau eines Stärkegens aus Mais geschähe. Zwei Drittel aller Befragten konnten dem zustimmen. Die Akzeptanz fiel aber auf einen Viertel, wenn die Erhöhung des Nährwertes durch den Einbau eines Gens tierischen Ursprungs bewerkstelligt würde. Auf die Frage, ob sie eine Geschmacksverbesserung bei Tomaten durch den Einbau eines Virusgens akzeptieren würden, antworteten nur 20% positiv.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass gentechnologische Eingriffe bei Pflanzen besser akzeptiert werden als solche bei tierischen Organismen. Eingriffe bei Nutzpflanzen, die nicht der menschlichen Ernährung dienen, werden wiederum besser akzeptiert. Transgene Eingriffe, bei denen Genomsequenzen von Tieren oder Mikroorganismen auf Pflanzen übertragen werden, werden mehrheitlich abgelehnt (Frewer & Shepherd, 1995; Hoban & Kendall 1992). Die Anwendung der Gentechnologie auf Nutztiere stösst mit Abstand auf die grösste Skepsis (Marlier, 1991).

Ein Vergleich der Anwendung von Gentechnologie im Lebensmittelbereich mit einer Anwendung in der Medizin zeigt, dass die letztere sehr viel positiver eingestuft wird. Dies ist einerseits auf mehr Vertrauen in die medizinischen Institutionen als auf diejenigen im Ernährungsbereich zurückzuführen, aber vor allem bedingt durch eine bessere Einschätzung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses. Bei einer Anwendung in der Medizin sind einzelne Personen betroffen, denen meist keine konventionelle Alternative zu einem gentechnisch veränderten Impfstoff o.ä. zur Verfügung steht. Das Risiko einer Nicht-Anwendung wird höher eingeschätzt als das Risiko, welches mit der Anwendung von Gentechnologie verbunden ist. Im Ernährungsbereich sind alle Konsumenten betroffen und es bestehen zumindest in der Meinung der Öffentlichkeit weniger riskante Alternativen.

Nutzeneinschätzung

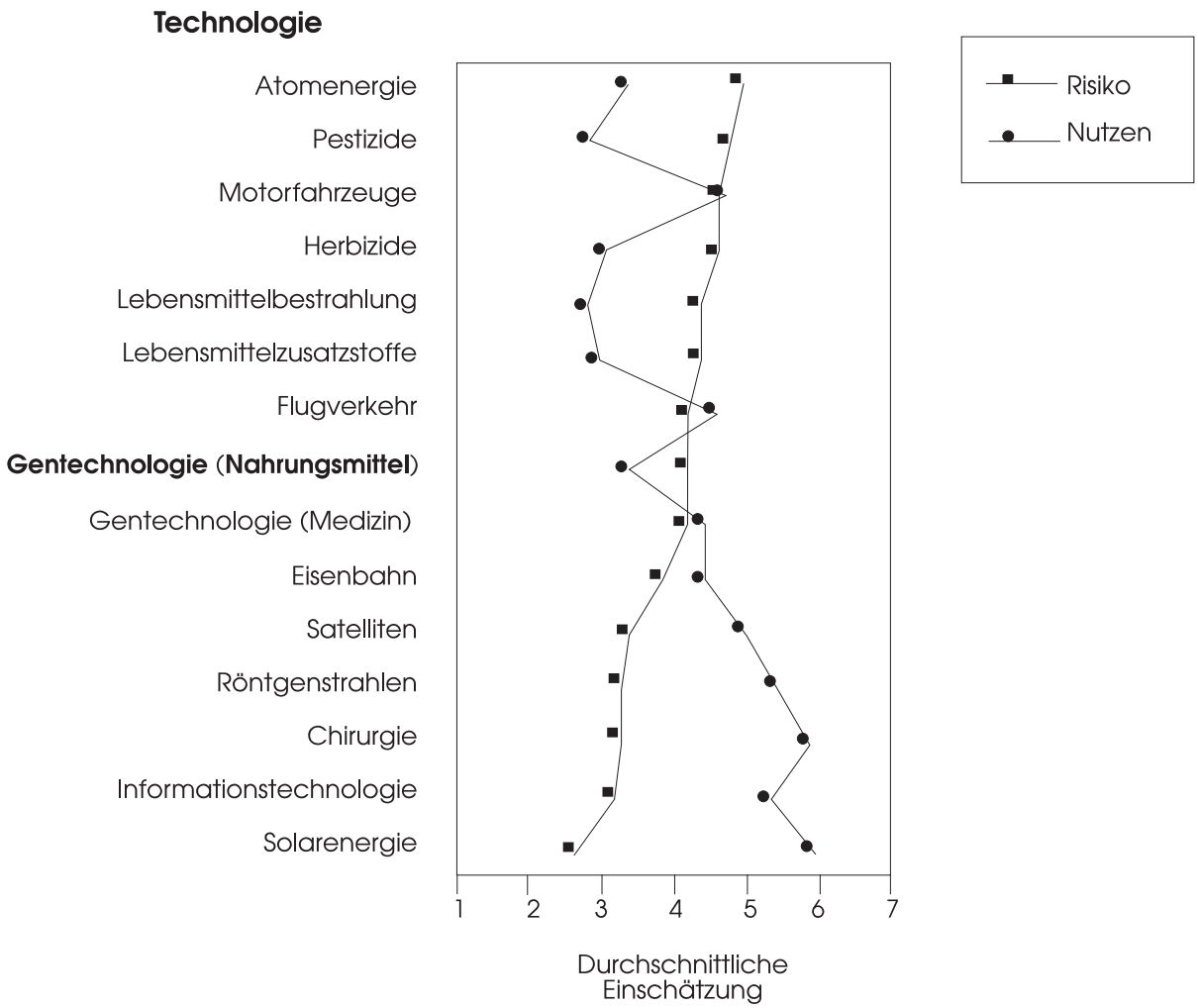
Grundsätzlich ist die Akzeptanz bei Eingriffen hoch, die den Konsumenten einen direkt erfahrbaren Nutzen bringen, sei das in Form besserer geschmacklicher Qualität oder besserer Haltbarkeit. Eingriffe, welche die Qualitätseinschätzung (das Qualitätsurteil der Konsumenten ist letztlich immer subjektiv) negativ beeinflussen, werden auch dann abgelehnt, wenn tiefere Preise für die Konsumenten resultieren. Eigentliche Verbrauchserhebungen über den Konsum von gentechnisch veränderten Produkten liegen wegen der erst vor kurzem erfolgten Einführung auf den Markt noch keine vor. Doch Frewer et al. (1995d) haben in einem realitätsnahen Versuch, welcher im folgenden kurz dargestellt werden soll, das mögliche Kaufverhalten getestet. Von drei Produktgruppen (Joghurt, Tomaten, Hühner) wurden Probanden sechs reali-

tätsnahe Photographien mit der entsprechenden Produktbezeichnung vorgelegt. Diese umfassten je fünf gentechnisch veränderte Varianten und ein konventionelles Produkt. Bei den gentechnisch veränderten Produkten wurde je eines als deutlich billiger, je eines als deutlich gesünder[51], je eines mit signifikant besserer Haltbarkeit und je eines als umweltfreundlicher[52] angepriesen. Die gentechnisch veränderten Produkte wurden signifikant als weniger „natürlich" eingeschätzt und als Folge davon fiel auch die Kaufbereitschaft signifikant tiefer aus. Bei den gentechnisch veränderten Tomaten ergab die Befragung, dass weder ein signifikant tieferer Preis noch längere Haltbarkeit zu einer Kaufbereitschaft führten, wohl aber die geringere Umweltbelastung und v.a. die bessere ernährungsphysiologische Qualität. (Bei den anderen zwei Produkten Hühner und Joghurt zeigte sich kein Einfluss der Nutzeneinschätzung auf das mögliche Kaufverhalten). Für eine erfolgreiche Einführung von gentechnisch veränderten Produkten muss dringend beachtet werden, dass die Schonung der Umwelt und insbesondere gesundheitliche Aspekte für den Konsumenten wichtiger sind als Preisreduktionen oder verlängerte Lagerbarkeit. Als weitere wichtige Erkenntnis aus diesem Experiment lässt sich ableiten, dass Konsumenten offensichtlich von Fall zu Fall entscheiden, welche gentechnologischen Produkte akzeptiert und gekauft werden, und sich in ihrem Kaufverhalten weniger von der allgemeinen Einstellung zur Gentechnologie leiten lassen.
Die Befragung ergab ferner, dass die möglichen Nutzen der Gentechnologie im Bereich der Ernährungswirtschaft eher für die Umwelt oder aber für kommende Generationen gesehen werden, woran auch die realitätsnahe Konfrontation mit gentechnische veränderten Produkten (bzw. deren Bildern) nichts änderte.

Abbildung 16: Einschätzung von Nutzen und Risiken verschiedener Technologien

51 Joghurt ohne künstliche Aromastoffe, Tomaten mit höherem Vitamingehalt und Hühnerfleisch mit weniger Fett

52 Joghurt: geringerer Energieverbrauch, Tomaten: weniger Pestizideinsatz, Hühner: grössere Krankheitsresistenz



Quelle: Frever L.J., C. Howard, R. Shepherd, 1995

Ausschlaggebend für die Akzeptanz einer Technologie ist letztlich, in welchem Verhältnis der erwartete Nutzen zu einem potentiellen Risiko steht, worauf im nächsten Abschnitt näher eingegangen werden soll. Allerdings ist die Wahrnehmung der persönlichen Betroffenheit von Nutzen und Risiken durch die Biotechnologie noch sehr klein (Frewer et al., 1994a). Denn je höher der Nutzen einer Technologie angesehen wird, desto tiefer wird das damit verbundene Risiko eingestuft und desto grösser ist auch die Akzeptanz. In

Abbildung 16 werden für verschiedene Technologien Nutzen und Risiken (Ergebnisse einer Umfrage) einander gegenüber gestellt. Es zeigt sich, dass bei der Gentechnologie die Einschätzung von Risiken und Nutzen nahe beieinander liegen (stärker bei der Anwendung im Bereich Medizin als im Lebensmittelbereich), so dass auf ein geringes Ablehnungspotential zu schliessen ist (Frewer et al., 1995 c).

5.3 Risiko und Risikoeinschätzung

5.3.1 Was bedeutet Risiko?[53]

Während in der englischsprachigen Literatur relativ konsequent zwischen 'hazard' als eine intrinsische Situation, die unter Umständen zu Schaden führen kann einerseits und 'risk' als Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmtes negatives Ereignis während einer festgelegten Zeitdauer auftritt andererseits, unterschieden wird, wird diese wichtige Unterscheidung in der deutschen Sprache kaum gemacht. So kann eine kleine Substanz sehr 'hazardous', also potentiell gefährlich sein und gleichzeitig ein kleines Risiko darstellen (z.B. Knollenblätterpilz, mit dem der Grossteil der Menschen nicht in Berührung kommt). Aber auch der andere Fall kommt vor, dass eine an sich relativ harmlose Substanz aufgrund ihres häufigen Auftretens oder eines Auftretens in hohen Dosen sich als gefährlich für den Menschen erweist (z.B. Tabak). Da diese Unterscheidung nicht immer gemacht wird, kann es zu Verständigungsschwierigkeiten zwischen Wissenschaftlern und Laien kommen.
'Risk assessment' beinhaltet die Schätzung des intrinsischen Gefährdungspotentials einer Substanz oder Technologie ('hazard') und die Abschätzung, inwiefern Menschen diesem Risiko ausgesetzt sind. Dies ist ein vorwiegend wissenschaftlicher Vorgang. 'Risk Management' schliesslich umfasst all die Massnahmen, mit denen versucht wird, das Risiko auf einem akzeptablen Niveau zu halten. Dabei ist diese Akzeptanz abhängig von der öffentlichen Einschätzung der Art des Risiko (Tod, Geburt eines behinderten Kindes) und den Umständen, die mit dem Risiko einhergehen (Nutzen-Risko-Abwägungen, risikoärmere Alternativen, Freiwilligkeit). Diese Risikoeinschätzung stimmt oft nicht mit der wissenschaftlichen Berechnung des Risiko überein (vgl. dazu Kapitel 5.3.3). Es ist jedoch im Interesse aller, diese Fehleinschätzung von Risiken so tief wie möglich zu halten, was besondere Anstrengungen im Bereich Kommunikation erfordert.

5.3.2 Risikopotential für die Konsumenten[54]

Im Mittelpunkt der Diskussionen bezüglich der Anwendung der Bio- und Gentechnologie im Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft stehen Befürchtungen bezüglich der Sicherheit und Unbedenklichkeit für die Gesundheit. Diese Befürchtungen sind nicht unbegründet und betreffen insbesondere folgende Bereiche:

- *neue Proteine*
- *neue Allergene*
- *neue Gene*
- *Positionseffekte*
- *Abweichende Stoffwechselwege*
- *Antibiotika-Resistenz*

---

53 Der folgende Abschnitt stützt sich auf Fisher C.E. (1993).

54 Siehe dazu: Franck S., Keller B.; 1996; Produktesicherheit von krankheitsresistenten Nutzpflanzen: Toxikologie, allergenes Potential, Sekundäreffekte und Markergene; BATS-Studie; Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau; Zürich Reckenholz.

5.3.3 Objektives versus subjektives Risiko

Verschiedene Umfrage bestätigen, dass die Leute heute sensibler und oft heftig gegenüber Risiken reagieren, die von Experten als minim angesehen werden. Anderseits wird gegenüber ernsthaften Gesundheitsgefährdungen, wie sie beispielsweise vom Alkoholmissbrauch oder vom Strassenverkehr ausgehen, eine erstaunliche Indifferenz an den Tag gelegt.
Offensichtlich muss zwischen einem effektivem und einem wahrgenommenen Risiko unterschieden werden. Je nach Literatur wird auch von objektivem und subjektivem Risiko gesprochen, bzw. von rationalen und emotionalen Argumenten. Die Reaktion der Menschen bezieht sich aber immer auf wahrgenommenes und nicht auf kalkuliertes Risiko.
Es wird zunehmend wichtig, Risikoeinschätzung zu verstehen, um mit Risiken in der Ernährungswirtschaft umgehen zu können. Eine Einschätzung der Unbedenklichkeit von Nahrungsmitteln durch die Öffentlichkeit wurde in einigen Arbeiten im angelsächsischen Raum vorgenommen. So z.B. bezüglich Somatotropin (Douhitt 1991), Lebensmittelbestrahlung (Henson 1995), für mikrobiologische Risiken (Moseley 1990), für Perstizidrückstände (Ott et al. 1991), aber auch für die Anwendung von Biotechnologie (Sparks et al. 1994).

Entscheidung unter Unsicherheit
Die folgenden Ausführungen möchten aufzeigen, dass sowohl die Meinungen von Laien als auch von Experten Fehleinschätzungen unterworfen sind und dass das Urteil von Laien nicht als irrational oder ignorant abgetan werden kann. Auch wenn die Risikoeinschätzung von Laien anders ausfällt als diejenige von Experten, so ist das Urteil von Laien nicht falsch, sondern geht von einem anderen Erfahrungshintergrund aus und bezieht Faktoren mit ein, welche Experten normalerweise nicht berücksichtigen.

Psychologische Untersuchungen haben ergeben, dass im Falle von komplexen mentalen Aufgaben die Menschen eine Reihe von Verhaltensmustern anwenden, welche zum Ziel haben, die komplexen Aufgaben in einfachere Probleme umzuwandeln. Die Psychologen sprechen dabei von *Heuristik*. Obwohl diese Verallgemeinerungen manchmal sinnvolle Ergebnissen ermöglichen, können sie unter anderen Umständen auch schwerwiegende Abweichungen (‘Bias’) ergeben. Dies hat sich auch in der Erforschung der Risikoeinschätzung gezeigt.
Im folgenden sollen einige dieser heuristischen Instrumente und ihre Implikationen für die Risikoeinschätzung aufgezeigt werden:

Verfügbarkeit von Informationen
Eine dieser Vereinfachungen, welche eine besondere Bedeutung für die Risikoeinschätzung hat, ist die Tatsache, dass Menschen in komplexen Situationen gerne auf leicht verfügbare Informationen und Erfahrungen zurückgreifen. Ereignisse, die häufig vorkommen oder worüber häufig in den Medien berichtet wird, sind meist leichter vorstellbar und abzurufen als seltene Ereignisse. Dennoch gibt es andere Einflussfaktoren, wie eine vor kurzem aufgetretene Katastrophe, ein Ereignis im engeren Bekanntenkreis oder ein aufsehenerregender Film, welche völlig unabhängig von der Häufigkeit wirken können.

‘Over-Confidence’
Obwohl die meisten Risikoeinschätzungen (sowohl bei Laien wie auch bei Experten) auf Annahmen, persönlichen Erfahrungen und Extrapolationen beruhen, sind die Leute sehr überzeugt von der Richtigkeit ihrer Urteile. Die meisten Leute sind sich nicht bewusst, wie schwach die Basis ihrer Argumentation ist. Diese Selbstüberschätzung hilft, Unsicherheiten zu vermeiden, indem sie darüber hinwegtäuscht, wie wenig Wissen eigentlich vorhanden ist und wieviel zusätzliche Informationen noch benötigt würde, um ein ausgewogenes Urteil bilden zu können.

Bedürfnis nach Sicherheit
Jede Technologie kann als eine Art Glücksspiel betrachtet werden, wo für mögliche Gewinne Einsätze verlangt werden. Nun sind die Menschen im allgemeinen risikoavers und bekunden selbst in einfachen Alltagssituationen Mühe, mit möglichen Nutzen-Risiko-Abwägungen umzugehen. Eine Möglichkeit mit Unsicherheit umzugehen ist, diese einfach zu leugnen.

Mentale Divergenzen vermeiden
Dass Laien und Experten in der Beurteilung von neuen Technologien aufgrund ihrer unterschiedlichen Erfahrung voneinander abweichen, scheint verständlich. Man neigt zur Annahme, dass mit zunehmendem Wissen und jahrelanger Erfahrung in der Anwendung einer Technologie die Meinungen konvergieren würden. Dem ist aber meist nicht so. Da Menschen nur eine begrenzte Menge neuer Informationen aufnehmen, ändern sich einmal gefasste (Vor-)Urteile nur sehr langsam. Dass hängt mit der selektiven Aufnahme von Informationen zusammen. Informationen, welche von der bisherigen Meinung abweichen, werden als irrtümlich, nicht verlässlich, nicht repräsentativ eingestuft und als solche weggelegt. Nur Informationen werden zugelassen, welche die bisherige Meinung bekräftigen. Ein schönes Beispiel für die selektive Informationsaufnahme ist die Beurteilung des Unfalls im Reaktor von Three Miles Island, welcher nota bene keine direkten Menschenopfer forderte: Während die Gegner von Atomkraftwerken in ihm einen Beweis für die Gefährlichkeit der Atomkraft sehen, erkennen Befürworter der Nukleartechnologie im selben Vorfall einen Beweis für die Funktionstüchtigkeit der Sicherheitssysteme.

5.3.4 Charakterisierung von Risiko

Laien stufen die Risiken vertrauter Aktivitäten und Substanzen wie etwa Skifahren oder Alkohol regelmässig zu harmlos ein, während Aktivitäten und Substanzen mit hoher Medienpräsenz (Unfälle und Verbrechen, Spritzmittelrückstände) tendenziell als zu gefährlich angesehen werden. Dies lässt sich direkt auf die oben erwähnte Verfügbarkeit von Informationen zurückführen.
Laien nehmen ihre Risikoeinschätzung nicht nur aufgrund der durchschnittlichen Todesopfer vor, die einer bestimmten Tätigkeit oder Substanz zuzuschreiben sind, sondern ziehen darüber hinaus das globale Zerstörungspotential in ihre Risikoüberlegungen ein. Dies zeigt sich besonders deutlich am Beispiel Atomkraft, die als grösstes Risiko eingestuft wird, obschon auch Laien sehr wohl wissen, dass die durchschnittlich Zahl der jährlichen Todesopfer vergleichsmässig sehr gering ist.
Bei der subjektiven Risikoeinschätzung spielen zwei Faktoren eine ausschlaggebende Rolle: die „Angst“ und die „Vertrautheit“(siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Tabelle 8: Faktoren, welche die Einschätzung von Risiko beeinflussen

Aspekte der „ANGST“	Aspekte der „VERTRAUTHEIT“
erhöhen das subjektive Risiko	mindern das subjektive Risiko
- keine Kontrolle durch die Betroffenen - Gefahr für kommende Generationen - Risiko wird nicht freiwillig eingegangen	- Auswirkungen sind beobachtbar - sofortige Wirkung - hoher Kenntnisstand bei den Betroffenen

- Schaden tritt in Form einer Katastrophe ein - möglicherweise fataler Ausgang - Schaden und Nutzen erscheinen ungerecht verteilt - Schäden sind schwierig vorzubeugen	und bei Experten - Risiko ist vertraut und gewohnt

Während bei früheren Studien der *Freiwilligkeit* einen hohen Stellenwert eingeräumt wurde, zeigte sich in späteren Untersuchungen, dass Unfreiwilligkeit meist eng korreliert ist mit Aspekten der „Angst", wie Unkontrollierbarkeit, Potential für globale Katastrophen und ungerechte Verteilung von Nutzen und Schaden. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass die Ablehnung der meisten oder gar aller unfreiwillig eingegangenen Risiken auf anderen Faktoren beruht.
Als ganz wichtig zeigte sich das Merkmal „*Katastrophenpotential*" sowohl für die Risikoeinschätzung als auch bezüglich der Akzeptanz von Risiken. Andere Untersuchungen (z.B. Fischhoff et al., 1978) zeigten denn auch, dass bei einem konstanten Nutzenniveau das akzeptable Risiko für unbekannte, unvertraute und unkontrollierbare Aktivitäten weit tiefer angesetzt wird, weil bei diesen mit Unfällen, welche eine grosse Zahl von Todesopfern nach sich ziehen würden, gerechnet werden muss. Zu diesen unbekannten und unkontrollierbaren Risiken, mit unsichtbaren und irreversiblen Auswirkungen gehört insbesondere die Atomkraft. Obwohl auch Röntgenstrahlen unsichtbare und irreversible Schäden verursacht, wird dieser Technologie das Potential für eine globale Katastrophe abgesprochen und die Akzeptanz liegt viel höher. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass dieses Katastrophenpotential zur massiven Ablehnung der Atomenergie geführt habe. Weil nun aber solche Katastrophen sehr selten eintreten[55], können weder die Befürworter „beweisen", wie sicher die Atomkraft ist noch die Gegner ihre Angst vor einem Unglücksfall erhärten. Somit wird jeder Vorfall nur dazu verwendet, die eigenen (Vor-)Urteile zu bekräftigen (Vermeidung von mentalen Divergenzen). Es ist zu erwarten, dass die gleichen Differenzen zwischen Experten- und Laien auch bezüglich anderen Technologien bleiben, so etwa bei der Gentechnologie, bei der Endlagerung von radioaktiven Abfällen, bei Sondermüllverbrennungsanlagen etc. [56]
Neuere Arbeiten in der Erforschung der Risikowahrnehmung stellen die Gentechnologie auf die gleiche Stufe wie die Atomenergie, weil beide Technologien komplex und unbekannt sind und ein Potential für eine globale Katastrophe aufweisen. Wir würden aus folgenden zwei Gründen nicht so weit gehen:
- Es gibt bis heute keine allgemein bekannte kriegerische Anwendung der Gentechnologie (wie die Atombombe im Bereich der Nukleartechnik).
- Bis heute gibt es keinen grösseren Zwischenfall, der weltweit Aufsehen erregt hat (im Gegensatz etwa zur Atomreaktorkatastrophe von Tschernobyl).

5.3.5 'optimistic bias' und 'illusion of control'

Bei der Risikoeinschätzung unterliegen die Menschen einer Reihe von Fehleinschätzungen. Eine davon, nämlich die unterschiedliche Risikoeinschätzung bezogen auf die eigene Person, eine nicht näher definierte andere Person oder die Gesellschaft als Ganzes, wurde im Bereich von Nahrungsmittelrisiken näher untersucht (Frewer et al., 1993).

---

55 Der Artikel wurde sechs Jahre vor Tschernobyl verfasst!

56 Aber auch umgekehrt werden die Experten die Laien bezüglich dem Ausmass anderer Risiken nie völlig überzeugen können - man denke an das Waldsterben, die globale Klimaerwärmung, das Schwinden der Ozonschicht oder viel trivialer an die negativen Auswirkungen des Alkoholkonsums oder einer fettreichen Ernährung.

Risiken im Ernährungsbereich betreffen Gefahren, die mit dem Lebensstil zusammenhängen (Alkoholgenuss, cholesterinreiche Ernährung) und welche vom Individuum relativ gut kontrolliert werden können, Gefahren von bakteriologischen Verunreinigungen (z.B. Listerien, Aflatoxine in Nüssen) und schliesslich Gefahren, die mit der Herstellungstechnologie zusammenhängen (Pestizidrückstände, Lebensmittelzusatzstoffe etc.).
Was als zu riskant angesehen bzw. welches Risiko akzeptiert wird, hängt einerseits vom Lebensstil ab, ist aber andererseits auch von der Optik geprägt. So lässt sich in verschiedenen Versuchen feststellen, dass Risiken bezogen auf die eigene Person als geringer eingestuft werden, als die gleichen Risiken bezogen auf andere Personen. Slovic (1980) nennt dieses Phänomen 'It won't happen to me', während in der psychologischen Literatur eher von 'Optimistic bias' gesprochen wird. Dies gilt auch für positive Ereignisse, wo die Wahrscheinlichkeit eines Glücksfalls, des grossen Los, einer gewonnenen Wette für die eigenen Person höher eingestuft wird.
Dieser 'optimistic bias' ist von anderen Forschern (v.a. McKella, zitiert in Frewer 1993) damit erklärt worden, dass das Individuum nach Kontrolle einer Situation strebt und wenn es den Eindruck der Kontrollierbarkeit hat, auch glaubt, das Glück zu seinen Gunsten wenden bzw. Schaden abwenden zu können. Dies wird als 'illusion of control' bezeichnet. Bei grossen, komplexen Risiken wird diese Kontrollierbarkeit auf externe Kontrollbehörden und Institutionen übertragen (was indirekt eine Erklärung liefert, weshalb eine kritische Haltung gegenüber staatlichen Institutionen mit einer ablehnenden Haltung gegenüber Grosstechnologien einhergeht; vgl. Punkt 5.2.2).
In ihrer Studie haben Frewer et al. (1993)[57] jedoch festgestellt, dass keine Beziehung zwischen Risikoeinschätzung und Einschätzung der individuellen Kontrollierbarkeit besteht - die Hypothese der 'illusion of control' muss verworfen werden[58]. Die Hypothese des 'optimistic bias' liess sich allerdings bei allen Beispielen von möglichen Risiken in der Ernährung erhärten, insbesondere bei Alkoholmissbrauch (als Beispiel für eine Gefahr, die vom Lebensstil ausgeht), der für die eigene Person als das kleinste Risiko eingestuft wurde, für andere Personen und die Gesellschaft als Ganzes jedoch fast als grösstes. Als grösstes Risiko für die eigene Person wurden die Pestizide genannt, die damit deutlich vor der Genmanipulation rangiert. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass Pestizide eine unmittelbare Wirkung zeigen, während die Gefahren der Gentechnologie eine geringe Wahrscheinlichkeiten aufweisen und unter Umständen erst in einigen Jahrzehnten offensichtlich werden.

5.3.6 Parallelfall „Lebensmittelbestrahlung"

Als Beispiel einer Technologie im Nahrungsmittelbereich, welche trotz unbestrittener Vorteile den Durchbruch auf den meisten Märkten nicht geschafft hat, soll im folgenden etwas näher auf die Lebensmittelbestrahlung eingegangen werden. Die Bestrahlung von Lebensmitteln wird von Experten als sicherer Prozess angesehen, der signifikanten Nutzen bringt durch Erhöhung der Nahrungsmittelqualität und Reduktion der Verluste nach der Ernte. Die Entwicklung der Technologie in den letzten Jahren erlaubte Kostensenkungen in einem Ausmasse, das eine breite Anwendung heute rentabel macht. Obwohl die Technologie auch von internationalen Organisationen (FAO und WHO) unterstützt und propagiert wird, ist der Durchbruch auf

---

57 186 Personen wurden gebeten, folgende Risiken zu gewichten (für sich, für andere Personen und für die Gesellschaft). Alkoholmissbrauch, fettreiche Ernährung, Lebensmittelvergiftung (bei zu Hause zubereiteten Mahlzeiten), Lebensmittelvergiftung (bei Mahlzeiten, die ausser Haus zubereitet wurden), Mikrowellen, Lebensmittelbestrahlung, Pestizide, genetische Manipulation bei Tieren, genetische Manipulation bei Mikroorganismen, genetische Manipulation bei Pflanzen).

58 Dies steht in Einklang mit den Resultaten von Slovic (1980), der die Hypothese, die Akzeptanz von Risiken sei grösser, wenn ein spezifisches Risiko freiwillig eingegangen wird (was immer auch die Kontrollierbarkeit miteinschliesst), ablehnt.

den meisten Lebensmittelmärkten nicht gelungen. Dies ist vor allem auf die ambivalente bis ablehnende Haltung der Konsumenten zurückzuführen.
Die Bestrahlung von Lebensmitteln gehört zu den komplexen, nicht kontrollierbaren Risiken, mit langfristigen, nicht sichtbaren Auswirkungen (siehe Charakterisierung von Risiken), ist also eine unvertraute Technik. Dazu kommt die Assoziation mit der Atomenergie, welche seit den Unfällen in Three Miles Island und Tschernobyl stigmatisiert ist. Als grösstes technikimmanentes Risiko wird aber die mögliche Karzinogenität der bestrahlten Lebensmittel genannt.
Bestrahlung ist eine Form der Lebensmittelkonservierung und könnte den Zusatz von Lebensmittelkonservierungsstoffen, welche ihrerseits als gesundheitsschädigend angesehen werden, reduzieren. Damit werden die Konsumenten vor ein komplexes Abwägen (trade-off) zwischen zwei Risiken gestellt. Nun ist aber anzunehmen, dass Konsumenten, die negativ auf den Zusatz von Lebensmittelkonservierungsstoffen reagieren, nicht gewillt sind, statt dessen das Risiko, das mit der Bestrahlung verbunden ist, zu akzeptieren. Konsumenten, welche Lebensmittelbestrahlung ablehnen, werden ihre Nachfrage eher auf naturbelassene Nahrung ohne den Zusatz von Konservierungsmitteln ausrichten. Umgekehrt äussern sich Konsumenten, welche der Lebensmittelbestrahlung indifferent gegenüber stehen, auch relativ gleichgültig gegenüber Konservierungsmitteln. Konsumentenumfragen zeigen jedoch unterschiedliche Resultate bezüglich der Frage, ob Lebensmittelkonservierung mit chemischen Substanzen oder mit Bestrahlung vorgezogen wird.
Von besonderer Bedeutung erscheint, dass das Hauptziel der Bestrahlung, die Verlängerung des 'Shelf-Life', also die bessere Haltbarkeit im Laden, offensichtlich gar nicht einem Kundenbedürfnis entspricht und somit auch nicht als Qualitätsverbesserung wahrgenommen wird. Eine längerer Haltbarkeit im Laden wird von den Konsumenten nicht mit dem Qualitätsmerkmal Frische gleichgesetzt, denn Frische wird als kleine Differenz in Raum und Zeit zwischen Ernte und Konsum interpretiert. Eingriffe, die die Haltbarkeit im Laden verlängern, werden als Verarbeitung betrachtet und das Produkt ist demzufolge nicht mehr „frisch" und „natürlich". Selbst das Argument, die Bestrahlung erhöhe die Lebensmittelsicherheit, vermag die Konsumenten offensichtlich nicht von der Notwendigkeit einer Bestrahlung zu überzeugen, da sie entweder davon ausgehen, dass Lebensmittel selbstverständlich unbedenklich für die Gesundheit sein müssen, oder sie sich möglicher Risiken gar nicht bewusst sind.
Die Ablehnung der Bestrahlung ist abhängig von spezifischen Wertvorstellungen der einzelnen Konsumenten.. So wird weniger das bestrahlte Produkt abgelehnt, sondern der Prozess an und für sich. Verschiedene Arbeiten haben gezeigt, dass die Ablehnung von Lebensmittelbestrahlung einhergeht mit Sorge um die Umwelt, Skepsis gegenüber staatlichen Kontrollorganen und dem Wunsch nach natürlichen Nahrungsmitteln.

Auch ökonomische Überlegungen führen zu einer ablehnenden Haltung gegenüber Lebensmittelbestrahlung: Verschiedene Autoren haben gezeigt, dass die Verteilung von Kosten und Nutzen einen entscheidenden Faktor für die Akzeptanz einer riskanten Technologie darstellt. Nun zeigen Umfragen, dass eine Mehrheit der Konsumenten der Ansicht ist, die Nutzen der Bestrahlung kämen einseitig dem Handel und der Lebensmittelverarbeitung zugute. Diese Befürchtung ist besonders dann begründet, wenn die Lebensmittelverarbeitung hoch konzentriert und in den Handel integriert ist. Allein von der Technologie der Bestrahlung (grosse 'economies of scale') ist eine Tendenz zur Konzentration gegeben.
Weil zum Produkt selber die Bestrahlung nicht nachgewiesen werden kann, müssen sich die Konsumenten auf die Anbieter (Lebensmittelindustrie und Handel) verlassen können - es herrscht eine Asymmetrie bezüglich der zur Verfügung stehenden Information. Selbst wenn bestrahlte Lebensmittel gekennzeichnet sind (was strikte gefordert wird, um den Konsumenten eine freie Wahl zu ermöglichen), haben die Kunden keine Möglichkeit zu überprüfen, ob

die zugelassene Dosis eingehalten wurde. Nun zeigen aber Umfragen, dass Konsumenten wenig Vertrauen haben, dass die (Lebensmittel-)Industrie die ihr zur Verfügung stehenden Techniken zum Wohle der Konsumenten einsetzen - dies im Gegensatz etwa zur Medizin.

5.4 Nachfrageverhalten bei den zu untersuchenden Kulturen

Alle Kulturen, die in dieser Studie Berücksichtigung finden, gehören zu den inferioren Nahrungsmitteln. Mais, welcher vorwiegend als Futtermittel eingesetzt wird, soll in diesem Zusammenhang nicht näher betrachtet werden.
Inferior bedeutet, dass die Einkommenselastizität der Nachfrage negativ ist, d.h. dass der Verbrauch dieser Güter mit steigendem Einkommen abnimmt. Allerdings werden die meisten dieser Güter nicht direkt, sondern in mehr oder weniger verarbeiteter Form (Brot, Kartoffelchips, Schokolade etc.) konsumiert, wobei die verarbeiteten teureren Produkte durchaus auch positive Elastizitäten aufweisen können.
Für die Schweiz wurde für Zucker, Kartoffeln, Weizen und Raps versucht, Einkommens- und Preiselastizitäten aufgrund der Konsumdaten aus den Jahren 1965-1990 zu schätzen.[59] Es ergaben sich aber keine signifikante Werte, so dass davon ausgegangen werden muss, dass andere Faktoren neben Einkommen und Preis für die Konsumentwicklung ausschlaggebend sind bzw. dass die Datenbasis ungenügend ist.[60]
Zudem sind diese Produkte in hohem Masse als „low-involvement"-Produkte zu bezeichnen, d.h. als Massenprodukte des täglichen Konsums wird ihnen im Kaufentscheid im allgemeinen keine grosse Bedeutung beigemessen. Die Produkte sind im Tiefpreissegment angesiedelt, sind lagerbar und die Markentreue ist klein. Dies bedeutet, dass viele Substitutsprodukte vorhanden sind und dem Preis insofern eine grosse Bedeutung zukommt, als auf Aktionen und Sonderangebote geachtet wird. Der totale Verbrauch wird dadurch aber kaum beeinflusst. Andererseits machen die Ausgaben für diese Produkte nur einen kleinen Teil des Haushaltsbudgets aus, so dass eine subjektive Qualitätseinbusse nicht durch einen kleinen Preisnachlass aufgewogen wird.
Genau dies wird aber voraussichtlich der Fall sein bei der Einführung der gentechnisch veränderten krankheitsresistenten Nutzpflanzen. Diese bringen auf der Ebene der Konsumenten keinen direkt spürbaren Nutzen, wohl aber eine subjektive Qualitätseinbusse durch die Unsicherheit, welche mit dem Konsum gentechnisch veränderter Produkte wahrgenommen wird. Die Auswirkung auf den Preis wird - falls überhaupt - auf der Ebene der Konsumenten sehr klein ausfallen, so dass aus Sicht der Konsumenten die Verteilung von Risiken (vom Konsumenten subjektiv als gross wahrgenommen) und Nutzen (aus Sicht der Konsumenten eher bei den Produzenten liegend) ungerecht ist. Wie wir vorher dargestellt haben, ist dies ein wichtiges Kriterium für eine ablehnende Haltung gegenüber einer risikobehafteten Technologie.
Dagegen kann ins Feld geführt werden, der Nutzen für die Konsumenten sei deshalb hoch, weil bei gentechnisch induzierter Krankheitsresistenz die Notwendigkeit von Pestizidanwendung abnimmt und damit auch das Risiko von Spritzmittelrückständen. Es ist aber davon auszugehen, dass der Anteil der Konsumenten, welche sich besorgt über den Einsatz von Pestiziden zeigt, auch dem Einsatz von Gentechnologie in der Landwirtschaft skeptisch gegenüber steht. So werden im biologischen Landbau - wo angesichts der beschränkten Verwendung von Fungiziden bzw. angesichts des problematischen Einsatzes von Kupfer und Schwefel die Nachfrage nach resistenten Sorten besonders drängend ist - in absehbarer Zeit keine gentechnisch veränderten Sorten zugelassen werden.

---

59 Braunschweig Th., 1993, Schätzung von Preis- ud Einkommenselastizitäten für pflanzliche Agrargüter, unveröffentlichte Studie, Institut für Agrarwirtschaft ETHZ

60 So fehlen beispielsweise Angaben über den Konsum von Zuckerersatzstoffen oder detaillierte Zahlen über den Absatz verschiedener Kartoffelverarbeitungsprodukten.

5.5 Auswirkungen auf den Lebensmittelhandel

5.5.1 Einstellung der Grossverteiler zur Gentechnologie

Die beiden Grossverteiler MIGROS und COOP haben zusammen bei den Lebensmitteln einen Marktanteil von gegen 60%. Ihre Einstellung zu gentechnologisch veränderten Nahrungsmitteln wird deshalb von entscheidender Bedeutung sein bezüglich der Verfügbarkeit von solchen Produkten, aber auch bezüglich der Kommunikation mit den Endverbrauchern.
Sowohl MIGROS[61] als auch COOP[62] stehen der Einführung von gentechnologisch veränderten Produkten grundsätzlich positiv gegenüber. Beide Grossverteiler führen seit mehr als einem Jahr Waschmittel im Sortiment, welche gentechnisch produzierte Enzyme enthalten. Sowohl das Produkt von MIGROS, als auch die Eigenmarke von COOP sind als gentechnisch veränderte Produkte deklariert (während Markenwaschmittel, welche z.T. ebenfalls gentechnisch produzierte Enzyme enthalten, nicht als solche gekennzeichnet sind). Weder MIGROS noch COOP konnten eine signifikante Kundenreaktion feststellen.
Sowohl MIGROS als auch COOP befürworten eine offene Deklaration, die womöglich über das gesetzliche Minimum, wie es in der Lebensmittelverordnung (LMO) festgelegt ist, hinausgeht. So wird voraussichtlich die Abkürzung GVO ausgeschrieben und der Zweck der Genmanipulation angegeben (z.B. Virusresistenz). Auch sollen allfällige Veränderungen der Inhaltsstoffe deklariert werden, obwohl dies nicht in der LMO gefordert wird.
Für die Festlegung der jeweiligen Geschäftspolitik stützen sich MIGROS und COOP auf eigene Kundenumfragen, Gespräche mit den Konsumentenorganisationen und auf die Beobachtung ausländischer Forschungsarbeiten. Beide Grossverteiler wollen sich aber bezüglich einer Schätzung der Marktchancen von gentechnisch veränderten Lebensmittel nicht festlegen.
Für absehbare Zeit ist keine Aufnahme von gentechnisch veränderten Produkten in die jeweilige „Ökoschiene“ der beiden Grossverteiler vorgesehen. Dabei muss COOP, welche unter dem Programm "Natura-Plan" biologische Produkte mit dem Knospen-Label verkauft, Rücksicht nehmen auf die VSBLO[63]. Diese wird mit grosser Wahrscheinlichkeit in absehbarer Zeit keine gentechnisch veränderten Sorten für den Bio-Anbau zulassen.
Während MIGROS sich finanziell beteiligt an gentechnologischen Forschungsprojekten (v.a. im Bereich Lebensmittelzusatzstoffe), liegt bei COOP, wo die Eigenproduktion eine geringere Bedeutung hat, kein solches Engagement vor.
Sowohl MIGROS als auch COOP bemühen sich, die Kommunikation mit den Kunden zu pflegen und orientieren regelmässig in den jeweiligen Kundenzeitschriften über Gentechnologie allgemein, Anwendungsmöglichkeiten im Lebensmittelbereich, ausländische Erfahrungen und die entsprechende Geschäftspolitik. Für die Zukunft ist eher noch eine Verstärkung der diesbezüglichen Anstrengungen vorgesehen.

5.5.2 Kennzeichnung und Marktspaltung

Angesichts einer sich abzeichnenden Skepsis bei den Konsumenten gegenüber einem Einsatz von Gentechnologie in der Land- und Ernährungswirtschaft muss davon ausgegangen werden, dass die Zulassung von gentechnisch veränderten Produkten (GVO) die Konsumenten aufspaltet. Ein Teil der Konsumenten wird GVO-Produkte und Produkte aus herkömmlicher Züchtung kaufen. Ein anderer Teil der Konsumenten wird nur noch Produkte kaufen, die garantiert nicht gentechnisch verändert sind. Die Teilung des Marktes in gentechnisch veränderte und garantiert herkömmliche Produkte bedingt aber eine Kennzeichnung (Label), damit die Konsumenten die differenzierten Produkte identifizieren können. Eigentlich würde es genü-

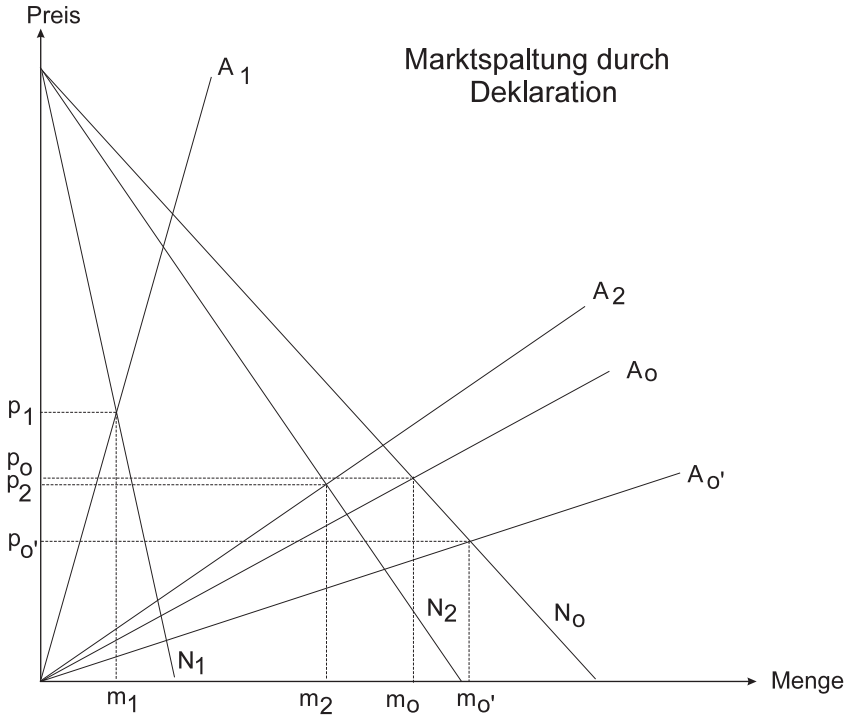
61 Pers. Aussagen von Herrn Battaglia, Leiter Laboratorien MGB und Brückenbauer Nr.5, Febr. 1995. S. 6-7

62 Pers. Aussagen von Frau Huber, Hauptabteilung Wirtschaftspolitik COOP Schweiz

63 VSBLO = Vereinigung der schweizerschen biologischen Landbauorganisationen

gen, die Produkte aus herkömmlicher Züchtung zu kennzeichnen, weil die Konsumenten, welche keine gentechnisch veränderten Produkte wollen, diese aktiv suchen. Da aber die Trennung zwischen akzeptierter Anwendung von Biotechnologie (z.B. in der Meristemvermehrung) und abgelehnter Genmanipulation oft schwierig zu ziehen ist, drängt sich die Kennzeichnung von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) auf, wie dies in der neuen Verordnung zum Lebensmittelgesetz geschehen ist.
Im folgenden soll gezeigt werden, dass die Spaltung des Marktes in GVO-Produkte und herkömmliche Produkte nicht nur im Interesse der Konsumenten liegt, sondern auch für die Produzenten Vorteile bringt. Nach der ökonomischen Theorie ist eine Marktspaltung immer dann vorteilhaft, wenn die Nachfrageelastizität[64] in den verschiedenen Segmenten nicht gleich gross ist. Wir gehen dabei vereinfachend von der Annahme aus, dass sich durch die Marktspaltung die Gewinnspannen des Handels nicht verändern. Es ist aber zu erwarten, dass mit der Zweiteilung des Marktes Mehrkosten verbunden sind, so dass diese Annahme nicht ganz der Realität entspricht.

Abbildung 17: Deklaration und Marktspaltung



Quelle: nach Tauer, 1994, S. 7

In Abbildung 17 stellt A_0 die Angebotskurve vor der Zulassung von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen dar. Die Zulassung der gentechnisch veränderten Nutzpflanze und die vollständige Übernahme dieser Technologie durch die Praxis verschiebt die Angebotskurve zu A_0'.[65] Unter Annahme einer unveränderten Nachfrage (N_0) führt dies zu einem neuen Gleichgewichtspreis p_0' bei der Absatzmenge m_0'. Die Einnahmen des Sektors (Menge mal Preis) steigt dabei gegenüber der Situation vor Zulassung der gentechnisch veränderten Nutzpflanzen. Bei der realistischeren Annahme einer preisunelastischen Nachfrage (steile Nachfragekurve) wür-

64 Unter Elastizität wird die mengenmässige Reaktion des Angebotes bzw. der Nachfrage auf eine (infinitesimal kleine) Preisänderung verstanden.

65 Die Ökonomen streiten sich, ob die Anwendung von technischen Fortschritt zu einer parallelen Verschiebung der Angebtoskurve oder zu einer Drehung um den Nullpunkt führt. Je nach Annahme ändert sich das ökonomische Resultat.

de sich jedoch ein sinkendes Sektoreinkommen ergeben. Ebenfalls ein sinkendes Sektoreinkommen ergäbe sich, wenn die Restriktion einer unveränderten Nachfrage fallengelassen würde. Es könnte sehr wohl sein, dass gewisse Konsumentenkreise ohne Kennzeichnung ihren Konsum bei denjenigen Produktegruppen einschränken, bei denen der Verkauf von gentechnisch veränderten Produkten nicht ausgeschlossen werden kann.
Unter der Annahme einer Marktspaltung wird A_1 die Angebotskurve der Betriebe, die auf den Einsatz von gentechnisch veränderten Sorten verzichten, und A_2 die Angebotskurve der Betriebe, die gentechnisch veränderte Sorten einsetzen. Dabei wurde die ursprüngliche Angebotskurve A_0 in A_1 und A_2 geteilt ($A_1 + A_2 = A_0$). Mit den jeweiligen Nachfragekurven N_1 bzw. N_2 geschnitten, ergeben sich der Preis p_1 und die Menge m_1 für Produkte aus herkömmlicher Züchtung - der Preis p_2 und die Menge m_2 für Produkte von gentechnisch veränderten Sorten.

Das Modell in Abbildung 177 zeigt, dass eine Marktspaltung nicht nur zu einem höheren Preis für Produkte aus herkömmlicher Züchtung, sondern auch für solche von gentechnisch veränderten Sorten führt, dies obwohl die total abgesetzte Menge zurückgeht. Allerdings sind diese Resultate abhängig von den Elastizitäten auf der Angebots- wie auf der Nachfrageseite. Konsumenten, welche sich GVO gegenüber indifferent zeigen, müssen unter Umständen bei Marktspaltung einen höheren Preis zahlen als auf einem nicht gespaltenen Markt. Konsumenten jedoch, welche den Einsatz von Gentechnologie in der Land- und Ernährungswirtschaft ablehnen, haben den Vorteil, dass sie nicht gezwungen werden, gentechnisch modifizierte Nahrungsmittel zu konsumieren.
Eine Anwendung dieses theoretischen Modells wurde von Tauer (1994) für Bovines Somatotropin (bST) in der Milchproduktion vorgenommen.[66] Dabei zeigte sich, dass die Produzentenrente auf einem gespaltenen Markt grösser als auf einem einheitlichen Markt, jedoch kleiner als vor der Einführung von bST ist. Diese Marktreaktion lässt sich nur damit erklären, dass ein gewisser Prozentsatz der Konsumenten der Kennzeichnung von bST-freier Milch misstraut und den Milchkonsum (zumindest vorübergehend) reduziert oder ganz einstellt (Boykott). Wenn aber die Marktspaltung, d.h. die Kennzeichnung, nicht vorgenommen wird und die Leute, welche bST ablehnen, ihren Milchkonsum im angekündigten Ausmass einschränken, dann gehen die abgesetzte Menge und die gelösten Preise und damit auch die Einnahmen des gesamten Sektors drastisch zurück. Es zeigte sich, dass Betriebe, welche kein bST anwenden in jedem Fall von der Marktspaltung profitieren und sogar teilweise einen höheren Preis lösen als vor der Einführung des bST. Der Preis, den die übrigen Betriebe lösten, war mehr oder weniger gleich hoch wie vor der Einführung von bST (allerdings bei tieferen Produktionskosten). Diese Berechnungen wurden gemacht ohne Berücksichtigung der Mehrkosten, die sich aus der Kennzeichnung und einer zweispurigen Vermarktung ergeben.[67]
Wichtig ist auch die Berücksichtigung der Agrarpolitik. Falls die administrierten Preise die selben sind, unabhängig davon, ob gentechnisch veränderte Sorten eingesetzt werden oder nicht, werden die Marktsignale nicht weitergegeben und es wird zu einer Unterversorgung mit Produkten aus herkömmlicher Züchtung kommen.

Die rechtliche Situation in der Schweiz

In der neuen Lebensmittelverordnung (SR 817.02), welche am 1. Juli 1995 in Kraft getreten ist, wird in Art. 15 die Kennzeichnung und die Bewilligungspflicht gentechnisch veränderter Organismen (GVO) und daraus gewonnener Erzeugnisse geregelt:

---

66 Tauer L., 1994, The value of Segmenting the Milk Market into bST-produced and Non-nST-Produced Milk in: Agribusiness Vol. 10 No.1, 3-12

67 Die auf dem Markt erfolgreichen Beispiele von COOP (Bio-Milch neben Milch aus konventioneller Landwirtschaft) und MIGROS (Milch aus Migros-Sano-Programm) zeigen jedoch, dass sich die Marktspaltung selbst unter Berücksichtigung dieser Mehrkosten lohnt.

> [1] *Gentechnisch veränderte Organismen sind gentechnisch veränderte Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen, deren genetisches Material in vitro so verändert worden ist, wie es unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination nicht möglich ist.*
>
> [2] *Lebensmittel, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe, die Organismen nach Absatz 1 sind oder daraus gewonnen wurden und zur Abgabe an Konsumentinnen und Konsumenten bestimmt sind, bedürfen der Bewilligung durch das Bundesamt. (...)*

In Art. 22 wird die Kennzeichnung von vorverpackten Lebensmitteln geregelt; Absatz 1 Lit k) bezieht sich auf gentechnisch veränderte Organismen:

> [1] *Lebensmittel, die ausser Sichtweite der Konsumentinnen oder Konsumenten in die Verkaufseinheiten, die das Lebensmittel ganz oder teilweise umschliessen, abgemessen oder abgepackt werden (vorverpackte Lebensmittel), müssen bei der Abgabe an die Konsumentinnen oder Konsumenten auf den Packungen oder Etiketten folgende Angaben aufweisen:*
>
> *(...)*
>
> *k. den Hinweis "GVO-Erzeugnis" bei Lebensmitteln, Zusatzstoffen und Verarbeitungshilfsstoffen, die gentechnisch veränderte Organismen sind oder daraus gewonnen wurden, ausser bei Erzeugnissen, die vom Organismus abgetrennt und vom Erbmaterial gereinigt sind (z.B. chemisch definierbare Stoffe);*

Damit ist eine wichtige Forderung aus Konsumentenkreisen erfüllt, obwohl die Bezeichnung „GVO-Erzeugnis" nicht selbsterklärend ist.

5.5.3 Strategien für eine erfolgreiche Markteinführung von gentechnisch veränderten Produkten

Soll die Anwendung der Gentechnologie im Ernährungsbereich ein besseres Schicksal haben als beispielsweise die Lebensmittelbestrahlung, so müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Angesichts des tiefen Kenntnisstandes und der geringen subjektiv wahrgenommenen Betroffenheit kommt der Kommunikation und Information über die Gentechnologie allgemein und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Land- und Ernährungswirtschaft grösste Bedeutung zu. Diese Information wird idealerweise von neutralen, als seriös angesehenen und auf das Gemeinwohl bedachte Institutionen gegeben. Auch Informationen von Seiten des Lebensmittelhandels dürften auf viel Resonanz stossen. Ein Teil der Wissenschaftler dürfte den normalerweise zugestandenen Vertrauensbonus bereits verspielt haben, da die Risikoeinschätzung von Laien zuwenig ernst genommen wurde.
- Offenheit bezüglich Gefahren und Risiken ist sicher wichtig, muss aber immer in enge Beziehung gesetzt werden zu möglichen Nutzen. Dabei muss der Nutzen klar erkennbar und individuell wahrzunehmen sein (der Hinweis auf die Lösung des Welthungerproblems setzt persönliche Betroffenheit und Abstraktionsvermögen voraus, welche für den Grossteil der Konsumenten nicht gegeben sind). Als Nutzen werden von den Konsumenten in erster Linie Verbesserungen der ernährungsphysiologischen Qualität (und damit Erhöhung der Nahrungsmittelsicherheit) und Reduktion der Umweltbelastung (bzw. des Pestizideinsatzes) empfunden. Weit weniger wichtig sind Kostenreduktion oder verlängerte Haltbarkeit.
- Auch die Reihenfolge, in der gentechnologisch veränderte Produkte auf dem Markt eingeführt werden, sollte weniger von der technischen Machbarkeit diktiert werden, als vielmehr durch Kundenbedürfnisse geleitet werden.

- Die Kennzeichnung gentechnisch veränderter Produkte ist gesetzlich geregelt. Eine offene Deklaration ist nicht nur im Interesse der Kunden (die eine freie Wahl treffen können), sondern auch im Interesse der Produktion bzw. des Handels (Marktspaltung mit Preisdiskriminierung). Eine offene Deklaration signalisiert auch den KundInnen, dass ihre Entscheidungen ernst genommen werden und fördert damit das Vertrauen.
- Die Kunden werden wahrscheinlich von Fall zu Fall entscheiden, welche Anwendung der Gentechnologie im Ernährungsbereich 'akzeptabel' sind. Es ist aber zu erwarten, dass ein Vorfall in einem Anwendungsgebiet, der die latent vorhandenen Ängste bestätigen würde, die gesamte Gentechnologie in einem Ausmasse stigmatisieren könnte, wie dies bei der Atomkraft in den letzten Jahren der Fall war. Um diese Signalwirkung eines an sich wenig bedeutenden Ereignisses (der Reaktorunfall in Three Miles Island zog keinen Todesfall nach sich und prägte dennoch die Atomdebatte in den USA während Jahrzehnten!) zu vermeiden, ist es im Interesse aller Beteiligten, dass die Sicherheitsvorschriften und -kontrollen sehr streng sind.

Zusammenfassung

- Die ***langfristige Nachfrage*** nach Nahrungsmitteln wird bestimmt durch die demographische Entwicklung, welche durch eine stagnierende Bevölkerungszahl, eine zunehmende Überalterung und eine Tendenz zu immer kleineren Haushalten geprägt ist. Ferner spielen gesellschaftliche Entwicklungen, insbesondere das zunehmende Umwelt- und Gesundheitsbewusstsein eine wichtige Rolle. Bestimmend wirken schliesslich auch die Entwicklung der wirtschaftliche Faktoren Preis und Einkommen.
- Nicht zu unterschätzen ist ein weitverbreitetes ***Misstrauen*** gegenüber Lebensmitteln und möglichen gesundheitlichen Schäden bei deren Konsum. Dabei stehen die Aspekte „Massenproduktion" und „industrielle Verarbeitung" im Vordergrund.
- Die Akzeptanz von neuen Technologien in der Agrar- und Ernährungswirtschaft und damit auch der Gentechnologie ist u.a. abhängig von ***soziodemographischen Faktoren***. Männer, Leute mit besserer Schulbildung und höherem Einkommen stehen der Gentechnologie positiver gegenüber.
- Der ***Wissensstand*** über Gentechnologie und möglichen Anwendungen in der Land- und Ernährungswirtschaft ist noch sehr tief. Allgemein kann davon ausgegangen werden, dass bekannte Technologien eher akzeptiert werden. Die Infomationswahrnehmung ist selektiv und tendiert dazu, bestehende Meinungen zu bestätigen. Bezüglich der Gentechnologie herrscht eine negative Grundeinstellung vor. Das Fernsehen und die Zeitungen sind die wichtigsten Informationsquellen bezüglich neuer Technologien.
- Die ***Glaubwürdigkeit*** von Umwelt- und Tierschutzorganisationen wird als höher eingestuft als diejenige der Industrie, der Wissenschaft und der staatlichen Behörden. Andererseits geht Vertrauen in die staatlichen Behörden einher mit einer positiven Einstellung zur Gentechnologie.

- Die Akzeptanz von Gentechnologie ist je nach ***Anwendungsgebiet*** unterschiedlich. Sie ist höher bei medizinischen Anwendungen, relativ hoch bei Mikroorganismen, überwiegend positiv bei Pflanzen und wird abgelehnt bei Tieren. Innerhalb der Pflanzenproduktion werden gentechnologische Eingriffe bei Kulturen, welche nicht der menschlichen Ernährung dienen, besser akzeptiert. Transgene Eingriffe (Verschiebung von Genmaterial über die Artgrenze hinaus), in denen Gensequenzen von Mikroorganismen oder von Tieren auf Pflanzen übertragen werden, werden mehrheitlich abgelehnt.
- Die Akzeptanz von gentechnologischen Eingriffen ist dann hoch, wenn sie für die Konsumenten einen spürbaren ***Nutzen*** bringen. Dabei werden Verbesserungen bezüglich der Aspekte Gesundheit und Umwelt höher gewertet als Preisreduktionen oder längere Haltbarkeit. Ausschlaggebend für die Akzeptanz ist die Einschätzung des möglichen Nutzens gegenüber der Einschätzung damit verbundener Risiken.
- Risiken werden dann als besonders gross eingeschätzt, wenn sie Angst einflössen, unvertraut sind, unfreiwillig eingegangen werden müssen und wenn sie potentiell in eine Katastrophe mit irreversiblen Schäden münden. Dabei weicht die ***Risikoeinschätzung*** der Laien sehr wohl von jener der Experten ab, da das Risikokonzept der Laien breiter gefasst ist und auch soziale Aspekte wie die Kontrollierbarkeit oder die Verteilung von Nutzen und Risiken miteinbezogen werden.
- Bei der Risikoeinschätzung sind typische Fehleinschätzungen festgestellt worden, wobei für die vorliegende Fragestellung der ***'optimistic bias'*** von besonderer Bedeutung ist: Mögliche Risiken werden für die eigene Person tiefer eingeschätzt als für andere, so dass eine ablehnende Haltung gegenüber der Gentechnologie nicht unbedingt gleichzusetzen ist mit einem Konsumverzicht von gentechnologisch veränderten Nahrungsmitteln.
- Die zu untersuchenden Kulturen gehören alle in die Gruppe der ***inferioren Güter***, deren Verbrauch mit steigendem Einkommen abnimmt oder wenigstens nicht zunimmt. Sie machen einen so kleinen Anteil am Haushaltbudget aus, dass mögliche Preissenkungen gegenüber einer subjektiv empfundenen Qualitätseinbusse durch den gentechnologischen Eingriff nicht ins Gewicht fallen. Es ist andererseits anzunehmen, dass Konsumenten, welche den Einsatz von Pestiziden ablehnen, nicht Produkte von gentechnologisch veränderten krankheitsresistenten Nutzpflanzen nachfragen, sondern auf biologisch produzierte Nahrungsmittel ausweichen.
- Eine klare ***Deklaration*** von gentechnisch veränderten Lebensmitteln liegt nicht nur im Interesse der Konsumenten, sondern durchaus auch im Interesse der Produzenten und des Handels. Nach der ökonomischen Theorie, welche sich durch empirische Beispiele stützen lässt, ist eine Marktspaltung immer dann vorteilhaft, wenn die Nachfrageelastizität in den verschiedenen Segmenten nicht gleich gross ist. Es ist auch zu erwarten, dass durch eine fehlende Deklaration bei einem Teil der Konsumenten, welche der Gentechnologie besonders kritisch gegenübersteht, Konsumverzicht ausgelöst wird.
- Eine ***erfolgreiche Markteinführung*** von gentechnisch veränderten Lebensmitteln wird von folgenden zwei Punkten abhängen: breite Konsumenteninformation durch möglichst neutrale Meinungsträger einerseits und klar erkennbarer Nutzen für die Konsumenten andererseits. Diese Punkte sind auch wichtiger Bestandteil in der heute gültigen Geschäftspolitik der beiden Grossverteiler in der Schweiz bezüglich gentechnisch veränderten Nahrungsmitteln.

6. Volkswirtschaftliche Betrachtung des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen

6.1 Inhalt einer volkswirtschaftlichen Analyse

6.1.1 Worin unterscheiden sich volks- und betriebswirtschaftliche Sichtweise?

In den vorangehenden Kapiteln 3 und 4 wurden die Auswirkungen eines Einsatzes von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen auf Betriebsebene theoretisch diskutiert bzw. mit Hilfe eines Simulationsmodelles geschätzt. Als Untersuchungsgegenstand standen dabei der Landwirtschaftsbetrieb und das Verhalten des einzelnen Landwirtes als Unternehmer im Vordergrund. Die Analyse wirtschaftlicher Handlungen von Personen oder von Wirtschaftseinheiten (z.B. Unternehmungen, private Haushalte), die entweder nachfragend als Konsumenten oder anbietend als Produzenten oder Arbeitgeber auftreten, ist Inhalt der mikroökonomischen Analyse (Kapitel 3). Das Hauptanliegen der *Mikroökonomie* besteht darin, die marktwirtschaftliche Koordination der verschiedenen Entscheidungen der Wirtschaftssubjekte erklären zu können. Ansätze dazu finden sich auch in der Betriebswirtschaftslehre, in deren Mittelpunkt die erfolgreiche Führung von Unternehmungen (z.B. Landwirtschaftsbetriebe) steht. Betriebswirtschaftliche Berechnungen beruhen auf Kosten- und Erlösstrukturen bei vorgegebenen Produktionskapazitäten und Rahmenbedingungen (Kapitel 4). Die Ergebnisse geben Aufschluss über die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens, deren Einkommens- und Gewinnsituation etc. Diese *betriebswirtschaftliche Sichtweise* ist aber nur eine Vorstufe, um marktwirtschaftliche Koordination erklären zu können.

Das Gegenstück zur mikroökonomischen ist die makroökonomische Theorie. Die *Makroökonomie* untersucht gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge und befasst sich mit aggregierten Grössen (Schumann 1992). Derartige Grössen sind zum Beispiel das Volkseinkommen[68], das Investitionsvolumen, der Konsum, die Ex-/Importe und dergleichen. In Form einer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung wird das wirtschaftliche Geschehen innerhalb einer Volkswirtschaft zusammengefasst. Unter einer Volkswirtschaft versteht man die Gesamtheit aller auf die Wirtschaft einwirkenden Kräfte und sämtliche Beziehungen und Verflechtungen der Einzelwirtschaften innerhalb eines durch Grenzen deutlich abgegrenzten Gebietes (meist Staatsgrenzen) mit gleicher Währung (Henrichsmeyer und Gans 1978). Die *volkswirtschaftliche Sichtweise* im Sinne dieser Definition umfasst somit einzelwirtschaftliche wie gesamtwirtschaftliche Erscheinungen und erfordert damit sowohl eine makro- als auch eine mikroökonomische Auseinandersetzung. Denn auch die Mikroökonomie zielt letztlich auf die analytische Erklärung der gesamten Volkswirtschaft.

Für eine *volkswirtschaftliche Betrachtung im engeren Sinne* als Beschreibung des Wirtschaftsablaufes und der Analyse konjunktureller und struktureller Entwicklungen hat sich die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung durchaus bewährt. Darin wird dargestellt, wie das von einer Volkswirtschaft erzeugte Volkseinkommen entstanden ist (z.B. Anteil der Landwirtschaft), wie es verteilt wurde (Haushalte, Staat) und wozu man es verwendet hat (Investitionen oder Konsum).
Für weitergehende Betrachtungen, wie zum Beispiel Wohlfahrtsmessungen („Lebensqualität“), ist ihr Aussagewert jedoch eingeschränkt. Soziale Indikatoren, an denen der Wohlstand gemessen werden kann, sind beispielsweise die Gesundheit, die Bildung, die Freizeit, die Erwerbsrate und die Umweltqualität.

---

68 Volkseinkommen = Summe aller Erwerbs- und Vermögenseinkommen, die innerhalb einer Volkswirtschaft erbracht werden.

Eine *volkswirtschaftliche Betrachtung im weiteren Sinne* muss deshalb wichtige wohlfahrtsrelevante Tatbestände, wie beispielsweise die sozialen Kosten im Zusammenhang mit Umweltschäden, einschliessen. Wenn wir somit in Kapitel 6 von einer „volkswirtschaftlichen Analyse“ sprechen, so wird darunter eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung unter Einbezug wohlfahrtstheoretischer Überlegungen verstanden.

6.1.2 Nachhaltigkeit als Kriterium bei der Beurteilung gesamtwirtschaftlicher Entwicklungen

Die in den 70er Jahren entstandene Diskussion um die ökologischen Aspekte von Wirtschaftswachstum machte deutlich, dass die traditionelle, güterorientierte Wohlfahrtsmessung unvollständig war. Es wurde erkannt, dass hohe Wachstumsraten in der Vergangenheit vielfach auf Kosten der Umwelt realisiert wurden.
Seit dem UN-Umweltgipfel von Rio hat sich der Begriff der „Nachhaltigen Entwicklung“ in der ökonomischen Denkweise zunehmend verfestigt. Als Abschlussdokument wurde an diesem Erdgipfel ein weltweiter Aktionsplan, die Agenda 21, verabschiedet. Damit sind alle Länder aufgerufen, sich für eine nachhaltige Entwicklung ihrer Volkswirtschaften einzusetzen. Dies beinhaltet auch die Forderung nach einer nachhaltigen Land- und Forstwirtschaft.

Der Begriff "nachhaltige Landwirtschaft" ist über simple Definitionen nicht zu fassen. Es gibt bis heute keine allgemein gültigen Formulierungen. Eine nachhaltige Primärproduktion verfolgt, den meisten Autoren folgend, drei Zielsetzungen:

1. Schutz- undVersorgungs- bzw. Ernährungsfunktion für den Menschen auf lange Sicht
2. akzeptable Einkommen für die in diesem Sektor tätigen Personen
3. Schutz und Verbesserung der natürlichen Ressourcen

Unter den vorgeschlagenen Definitionen kommen immer wieder diese drei Inhalte zum Vorschein. Als Beispiel sei die Definition nach Schaller (1990) angeführt:

> "Ein nachhaltiges System ist ein System, das über lange Zeit die Umweltqualität vergrössert und die Ressourcenbasis, von der die Primärproduktion abhängt, erhält, die notwendige Versorgung der Menschen sichert, ökonomisch lebensfähig ist und die Lebensqualität der Produzenten und der ganzen Gesellschaft vergrössert."

In dieser Formulierung ist zu erkennen, dass der Begriff "Nachhaltigkeit" ökologische, ökonomische und soziale Komponenten enthält. Es ist somit notwendig, bei der Analyse volkswirtschaftlicher Entwicklungen allen drei Komponenten gleichermassen gerecht zu werden. Der im vorangehenden Abschnitt formulierte Inhalt einer volkswirtschaftlichen Analyse unter Berücksichtigung wohlfahrtsrelevanter Kriterien kann somit in der Weise konkretisiert werden, als neben ökonomischen Kriterien auch schwieriger quantifizierbare ökologische und soziale Indikatoren zu einer Beurteilung herangezogen werden müssen.

6.1.3 Mehrstufiger Ansatz zur Beurteilung der volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen

Aus den Erkenntnissen der vorangehenden Abschnitte ergibt sich als Konsequenz ein mehrstufiges Vorgehen bei einer Analyse volkswirtschaftlicher Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen. In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Ansätze übersichtsmässig dargestellt und auf ihre Grenzen hingewiesen.

1. Auswirkungen auf die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (Kapitel 6.2)
Die in einem Land vorhandenen Produktionsfaktoren (Boden, Arbeit, Kapital) ermöglichen im bestehenden rechtlichen, politischen und gesellschaftlichen Rahmen die gesamtwirtschaftliche Produktion, deren Ergebnisse in einer Gesamtrechnung zusammengefasst werden. Veränderungen innerhalb eines Wirtschaftssektors, seien dies nun Auswirkungen auf das Produktionsergebnis der Landwirtschaft oder der (Agro-)Chemiebranche, aufgrund der Verfügbarkeit krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen kommen im volkswirtschaftlichen Endergebnis zum Ausdruck.

⇒ Die Veränderungen innerhalb eines Wirtschaftssektors lassen sich relativ einfach abschätzen, sind aber aufgrund mangelnder Information über wichtige wohlfahrtsrelevante Tatbestände, wie die Kosten von negativen Umweltauswirkungen, für eine volkswirtschaftliche Analyse nicht ausreichend. Zudem kann man nicht beurteilen, ob die Produktionsfaktoren tatsächlich zur grösstmöglichen Güterproduktion herangezogen wurden und somit effizient eingesetzt worden sind.

2. Auswirkungen auf die volkswirtschaftliche Effizienz (Kapitel 6.3)
Man spricht von Effizienz bei der Produktion von Gütern, wenn die Produktionsmenge bei gegebenen Ressourcen (Kosten) maximiert, beziehungsweise eine bestimmte Produktionsmenge mit einem Minimum an Kosten hergestellt wird. Unter Effizienz bei der Verwendung von Gütern versteht man eine maximale Bedürfnisbefriedigung bei gegebener Gütermenge oder eine minimale Gütermenge zur Befriedigung eines gegebenen Bedürfnisses.
In einem Markt mit vollkommener Konkurrenz widerspiegeln die Preise die relative Knappheit[69] von Gütern und dienen als Referenzwert für die volkswirtschaftliche Effizienz. Die im Agrarbereich häufig vorkommenden politischen Eingriffe in das Marktgeschehen (z.B. Garantiepreise für diverse landwirtschaftliche Produkte) verhindern einen vollständigen Wettbewerb und führen zu Ineffizienzen. Es stellt sich somit die Frage nach der Effizienz der einheimischen Agrarproduktion bzw. deren mögliche Veränderung unter den neuen Rahmenbedingungen (Verfügbarkeit von resistenten Nutzpflanzen bei verändertem wirtschaftlichen und politischen Umfeld).

⇒ Volkswirtschaftliche Effizienzanalysen sind ein geeignetes Vorgehen, um einerseits die Effizienz der Produktion zwischen zwei Volkswirtschaften oder andererseits zwischen verschiedenen Produktionssystemen innerhalb einer Volkswirtschaft zu vergleichen. Ein Staat verfolgt jedoch nicht nur Effizienzziele (z.B. Erhaltung eines gesunden Bauernstandes), weshalb wettbewerbsverzerrende Massnahmen teilweise legitim sind. Schliesslich werden die Auswirkungen einer effizienten Produktion auf das ökologische und soziale Umfeld nicht ersichtlich.

3. Wohlfahrtstheoretischer Ansatz unter Berücksichtigung der Umwelt (Kapitel 6.4)
„Wohlfahrt" ist kein eindeutiger Begriff. Unter gesellschaftlicher Wohlfahrt wird die „Summe des totalen Glücks aller in einer Gesellschaft lebenden Individuen" verstanden (Bentham 18. Jh.).[70] Da Glück nicht messbar ist, hat die angewandte Ökonomie Methoden entwickelt, um wenigstens den in käuflichen Gütern und Leistungen messbaren ökonomischen Anteil an

---

69 Relative Knappheit bedeutet, dass die Grundbedürfnisse gedeckt, aber nicht alle Bedürfnisse bis zur Sättigung befriedigt werden können. Dies ist die Situation der meisten Menschen in den westlichen Industrieländern.

70 Zitat des Philosophen J. Bentham in I.M.D. Little (1950), A critique of welfare economics, Oxford University Press; zitiert in Baur P., 1994.

Wohlfahrt zu definieren. Unter ökonomischer Wohlfahrt in diesem engeren Sinn versteht man den Nettoertrag, der in einer Gesellschaft durch die Produktion und den Konsum von Gütern für die drei Interessengruppen Konsumenten, Steuerzahler und Produzenten entsteht. Aus ökonomischer Sicht wird ein maximaler Nettoertrag angestrebt. Somit ist aus der Sicht der Ökonomie eine übermässige Umweltbelastung deshalb unerwünscht, weil durch deren Kosten der Nettoertrag reduziert wird und eine Wohlfahrtseinbusse entsteht.
Aus den Modellergebnissen in Kapitel 4 wurde ersichtlich, dass sich die verschiedenen Pflanzenschutzstrategien (Konventionelle Produktion mit und ohne Einsatz der Gentechnologie, integrierte und biologische Produktion) unterschiedlich auf die Umwelt und somit die Wohlfahrt auswirken. Gleichzeitig verändert sich die Wohlfahrt aber auch aufgrund der zukünftigen Entwicklung des wirtschaftlichen, politischen, technologischen und gesellschaftlichen Umfeldes.
Im Vordergrund steht somit die Frage, welchen Einfluss die Verfügbarkeit resistenter Nutzpflanzen und die Veränderungen der Rahmenbedingungen für den Agrarsektor auf die Nettoerträge der einzelnen Gruppen und auf die Wohlfahrt der Gesellschaft ausüben.

⇒ Der Vorteil einer wohlfahrtstheoretischen Auseinandersetzung liegt darin, dass einerseits eine quantitative Beurteilung von Wohlfahrtseffekten (z.B. Auswirkungen einer ev. Angebotsausdehnung bei technischem Fortschritt) ermöglicht wird und andererseits die Interdependenzen zwischen wirtschaftlicher Tätigkeit und Umwelt zum Ausdruck kommen. Bezüglich der gentechnologischen Entwicklung besteht die Problematik darin, dass erstens v.a. über das Verhalten der Konsumenten und somit dem Verlauf der Nachfragefunktion und zweitens über die möglichen Gefahren für die Umwelt Ungewissheiten bestehen.

4. Beurteilung bezüglich des Nachhaltigkeitskriterium (Kapitel 6.5)
In Abschnitt 6.1.2 wurde der Nachhaltigkeitsgedanke als zentrales Anliegen zukünftiger volkswirtschaftlicher Entwicklungen diskutiert. Im Rahmen einer gesamtheitlichen Schlussbetrachtung können somit die Auswirkungen der gentechnologischen Entwicklung und der übrigen veränderten Rahmenbedingungen bezüglich ihrer ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit untersucht werden. Methodisch lassen sich diese drei Komponenten von Nachhaltigkeit mit Hilfe zahlreicher, je nach Autor teilweise verschiedener Kriterien quantifizieren und graphisch darstellen. Mitunter ermöglichen dabei die Erkenntnisse aus der Effizienzanalyse und der Analyse der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung die Bewertung nach dem ökonomischen Kriterium. Die wohlfahrtstheoretische Betrachtung dient sowohl der Bewertung der ökonomischen als auch der ökologischen Komponente. Schliesslich kann die Analyse der Nachfrageseite (Kapitel 5) zur Beurteilung des sozialen Kriteriums herangezogen werden.

⇒ Mit Hilfe des Nachhaltigkeitskonzeptes lassen sich volkswirtschaftliche Entwicklungen auf leicht verständliche Weise bezüglich Wirtschaftlichkeit, Umwelteffekten und sozialen Auswirkungen vergleichend darstellen. Da man zur Bewertung dieser drei Komponenten auf die Ergebnisse der bisher genannten Untersuchungsmethoden zurückgreifen muss, stellt das Nachhaltigkeitskonzept keine eigentliche Alternativvariante dar, sondern ermöglicht lediglich, die diversen Ergebnisse zusammenzufassen und bildhaft darzustellen.

6.2 Auswirkungen auf die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung

Im Zentrum einer volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung steht das sogenannte Bruttosozialprodukt[71]. Darunter versteht man die Gesamtheit aller im Laufe eines Jahres von inländischen Produktionsfakoren (Boden, Arbeit, Kapital) produzierten Güter und geleisteter Dienste. Das Sozialprodukt kann grundsätzlich nach drei verschiedenen Gesichtspunkten gegliedert werden: nach der Entstehung, der Verteilung und der Verwendung. In der *Entstehungsrechnung* der Nationalen Buchhaltung kommt der Anteil der einzelnen Wirtschaftsbranchen an der gesamten Produktion einer Volkswirtschaft zum Ausdruck. Die *Verwendungsrechnung* der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung zeigt, wozu das Bruttosozialprodukt verwendet wird: Konsum, Ersparnis bzw. Investitionen. Die *Verteilungsrechnung* dagegen sagt aus, wieviel die Haushalte, die Unternehmungen und der Staat vom Bruttosozialprodukt erhalten. Diese drei Teilrechnungen bilden zusammen die Nationale Buchhaltung der Schweiz.

Die Diskussion der volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Einsatzes krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen bei gleichzeitig veränderten übrigen Rahmenbedingungen wird auf die Analyse der Entstehungsrechnung beschränkt. Durch die Verfügbarkeit gentechnisch veränderter Pflanzen bei gleichzeitigen Veränderungen im übrigen Umfeld wird das landwirtschaftliche Endergebnis und der volkswirtschaftliche Beitrag der chemischen Industrie und einiger übriger Branchen beeinflusst, was in der Folge diskutiert werden soll.

6.2.1 Veränderung des landwirtschaftlichen Endergebnisses

Durch die Verfügbarkeit gentechnisch veränderter Nutzpflanzen reduzieren sich die Pestizid- und damit die gesamten Produktionskosten[72] der Landwirtschaftsbetriebe. Tabelle 9 zeigt den Umfang dieser Einsparungen, wie sie sich bei unveränderten übrigen Rahmenbedingungen beim Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen im konventionellen Anbau ergeben würden. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass erstens alle konventionell wirtschaftenden Betriebe gentechnisch veränderte Sorten einsetzen und zweitens die Flächenanteile der einzelnen Kulturen durch die neue Technik nicht verändert werden.

Tabelle 9: Pestizideinsparungspotential des Agrarsektors bei unveränderten Rahmenbedingungen

	Totale Anbaufläche[a)] (ha)	Pestizidverbrauch[b)] (Mio sFr.)	Max. Konv. Fläche[c)] (ha)	Pestizideinsparung/ha[d)] (sFr./ha)	Totale Pest.-einsparung (Mio. sFr.)
Getreide[e)]	157'000	43.3	122'000	-130	-15.9
Kartoffeln	18'000	11.9	13'000	-350	-4.6
Zuckerrüben	14'000	9.5	10'000	+155[f)]	+1.6
Raps	16'000	5.4	11'000	-70	-0.8
Total		***134***			***19.7***

Quellen: Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie, Statistisches Jahrbuch der Schweiz, eigene Berechnungen.

a) Totale Anbaufläche: Die Flächenanteile der zu untersuchenden Kulturen entsprechen der Darstellung in Tabelle 1.

b) Pestizidverbrauch: Von den nicht aufgeführten Kulturen sind zudem der Gemüse-, Obst- und Weinanbau mit einem Anteil von zusammen 44 Mio. Fr. relevant.

c) Max. Konv. Fläche: Dies ist der Anteil der Kulturfläche, die 1994 konventionell bewirtschaftet wurde. Bei einem Anteil von 70 % konventionellen, 28 % IP- und 2 % Bio-Betrieben wird vereinfachend angenommen, dass 70 % der Fläche nach

71 Der Unterschied zur uns bereits bekannten Bruttowertschöpfung (siehe Kapitel 2.1) rührt daher, dass inländische Produktionsfaktoren an der Produktion im Ausland (a) und umgekehrt ausländische Produktionsfaktoren im Inland beteiligt sein können (b). Das Bruttosozialprodukt ergibt sich somit aus der Bruttowertschöpfung [= Gesamtheit der im Inland produzierten Güter abzüglich (a) zuzüglich (b)].

72 Produktionskosten = Sämtliche zur Leistungserstellung (Produktion) notwendigen Güter und Dienstleistungen, in Franken bewertet.

	der konventionellen Methode bewirtschaftet wird. Dies entspricht somit dem maximalen Flächenanteil, auf dem gentechnisch veränderte Nutzpflanzen zum Einsatz gelangen können, wenn sich der Anteil konv. Betriebe nicht verändert.
d) Pestizideinsparung:	Diese Angaben entsprechen den Vorgaben für die Modellrechnungen (Kapitel 4.2). Multipliziert mit der maximal konventionell nutzbaren Fläche ergibt sich daraus das Volumen, um das sich entsprechend den getroffenen Annahmen der Pestizideinsatz veringern könnte.
e) Getreide:	Die Getreidefläche setzt sich hauptsächlich aus Weizen und Gerste zusammen. Vereinfachend wird für die Gerste das gleiche Pestizideinsparpotential angenommen, wie es für Weizen in Kapitel 4 bestimmt wurde.
f) + 155. Fr./ha :	Aufgrund des veränderten Anbauverfahrens wird eine zusätzliche Herbizidspritzung im Umfang von Fr. 155.- je ha notwendig (siehe Kapitel 4.3).

Der frankenmässige Pestizidverbrauch von 134 Mio. Fr. setzte sich 1994 aus 45 % Herbiziden, 38 % Fungiziden und Bakterioziden, 12 % Insektiziden und 5 % anderen Mitteln zusammen.[73] Durch den Einsatz gentechnisch veränderter krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen lässt sich, wie in Tabelle 9 dargestellt, der Fungizid- und Insektizidverbrauch von 67 Mio Fr. (50 % der 134 Mio Fr. Pestizidverbrauch) unter den getroffenen Annahmen um 19.7 Mio Fr. oder fast 30 % reduzieren.

Die Bruttowertschöpfung des Agrarsektors von 5'064 Mio Fr. (1994) wird aber durch die eingesparten Vorleistungen[74] von 19.7 Mio nur geringfügig erhöht. Dies lässt sich auch aus der nur geringen relativen Bedeutung der Pestizidkosten, gemessen an den totalen Produktionskosten der Landwirtschaftsbetriebe schliessen, die selbst bei grossen Ackerbaubetrieben mit 1.3 % gering sind (Tabelle 1010).[75] Da der Anteil der Landwirtschaft am totalen volkswirtschaftlichen Endergebnis mit 2.5 % (1990)[76] sehr klein ist, können die Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung als marginal beurteilt werden.

Tabelle 10: Relevanz der Pflanzenschutzmittelkosten

	Alle Betriebe (Fr./ha)	Talbetriebe (Fr./ha)	Ackerbetriebe 20-50 ha LN (Fr./ha)
Totale Produktionskosten je ha LN	***13'145***	***14'452***	***11'313***
Kosten des Pflanzenbaus	706	996	1'193
davon: Dünger	174	227	312
Saatgut	206	185	228
Pflanzenschutzmittel	*126*	*185*	*228*
Anteil Pflanzenschutzmittelkosten an totalen Produktionskosten	0.9 %	0.1 %	1.3 %

Quelle: Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT).

Wenn sich gleichzeitig zum gentechnologischen Fortschritt die übrigen Rahmenbedingungen zum Beispiel in Richtung eines EU-Beitrittes entwickeln, verändert sich die gesamte Pflanzenproduktion, wie die Modellergebnisse in Kapitel 4.3 zeigen. Je tiefer die Preise für Ackerfrüchte durch die Liberalisierung des Aussenhandels sinken, desto geringer wird die Bedeutung des Ackerbaus. Gleichzeitig ist es ein erklärtes Ziel der neuen Agrarpolitik, dass bis ins

73 Quelle: Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie, plant protection products - market statistic, Zürich 1995.

74 Vorleistungen der Landwirtschaft beinhalten als wichtigste Positionen: Saatgut, Vieh, Energie, Düngemittel, Pestizide, Futtermittel, Unterhalt der Maschinen.

75 Quelle: Schweizerischer Bauernverband, Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung für 1994, Brugg 1995.

76 Quelle: Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 1994..

Jahr 2002 ein Grossteil der Betriebe auf IP oder BIO umstellt. Mittels höherer Direktzahlungen für ökologische Anbauverfahren wird der ökonomische Anreiz dazu verstärkt, und es werden immer weniger Betriebe konventionell produzieren. Unter der Annahme, dass gentechnisch veränderte Nutzpflanzen nur im konventionellen Anbau zugelassen sein werden, verliert also diese neue Technik im Zuge einer Öffnung und Liberalisierung des Agrarsektors ihre Bedeutung zur Reduktion des Verbrauches an Pflanzenschutzmitteln. Im Extremfall einer vollständigen Verdrängung konventioneller Betriebe liesse sich ohne gentechnischen Fortschritt annähernd[77] die gesamte Pflanzenschutzmittelmenge im Umfang von 134 Mio Fr. einsparen. Auf der anderen Seite erwirken die Abkehr von staatlich garantierten Hochpreisen und eine zunehmende Liberalisierung des Aussenhandels Preiseinbussen für Agrargüter. Dadurch wird die Bruttowertschöpfung der Landwirtschaft stark reduziert und der Spareffekt pflanzenschutzextensiver Produktionsverfahren mehr als nur kompensiert.

6.2.2 Veränderung des Endergebnisses der Chemiebranche

In der Chemiebranche wird ein rückläufiger Pestizidverbrauch der Landwirtschaft als wirtschaftliche Einbusse wahrgenommen. Durch den Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen reduziert sich der Fungizid- und Insektizidabsatz um 30 % (siehe Kapitel 6.2.1). In der Agrochemiebranche wird teilweise gar von einem Rückgang in der Grössenordnung von 50 bis 60 % ausgegangen.[78] Diesen prognostizierten Einbussen wird je nach Unternehmensstrategie unterschiedlich begegnet. In Deutschland kann man beispielsweise beobachten, dass Agrochemiefirmen sich in zunehmendem Masse in der Saatzuchtbranche engagieren, um so bei der Entwicklung resistenter Nutzpflanzen mitwirken zu können (Beusmann 1994).[79]

Die Bruttowertschöpfung der Chemiebranche von 9'981 Mio Fr. (1990) ergibt sich hauptsächlich aus der Produktion von Pharmazeutika und Kosmetika, gefolgt von photochemischen Erzeugnissen und der Agrochemie. Auch hier können somit die Auswirkungen einer Verfügbarkeit gentechnisch resistenter Nutzpflanzen auf das Endergebnis der gesamten Branche als minimal beurteilt werden. Das schliesst jedoch nicht aus, dass einzelne auf den Fungizid- und Insektizidabsatz ausgerichtete Firmen grössere wirtschaftliche Einbussen in Kauf nehmen müssen.

Im Falle einer Liberalisierung und Öffnung des Agrarsektors ergibt sich aus den bereits dargelegten Gründen ein deutlich geringerer Pestizidverbrauch. Die Chancen und Gefahren, die sich zum Beispiel in Zusammenhang mit der vollständigen Integration der schweizerischen Chemiendustrie in den EU-Binnenmarkt ergeben und die zukünftigen Preisentwicklungen sowohl für chemische Erzeugnisse als auch für die zu deren Produktion notwendigen Produktionsfaktoren sind somit für die Entwicklung der Bruttowertschöpfung der Branche weit relevanter. Darauf kann jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden.

Die Auswirkungen der gentechnologischen Entwicklung im Pflanzenbau auf die Chemieindustrie darf jedoch nicht nur auf die Schweiz beschränkt betrachtet werden. Zu einem Zeitpunkt, wo gentechnisch veränderte Nutzpflanzen in der Schweiz verfügbar sind, werden sie auch in anderen Ländern eingesetzt. Die Einbussen der schweizerischen Chemiebranche auf dem internationalen Agrochemikalienmarkt werden dann deutlich mehr ins Gewicht fallen als bei einer isolierten Betrachtung der Situation innerhalb der Schweiz.

---

77 Im Pflanzenbau der integrierten Produktion wird wenig Pestizid eingesetzt.

78 Quelle: Mündliche Auskunft der Firma Maag AG in Dielsdorf, die mit 45 % Markanteil eine Spitzenposition auf dem schweizerischen Agrochemiemarkt einnimmt, 1995.

79 In der Schweiz ist die Firma Ciba, Nr. 2 auf dem CH-Markt und Nr. 1 weltweit, zunehmend im Saatgutsektor tätig.

6.2.3 Veränderungen der Endergebnisse übriger Branchen

Weitere Branchen werden entweder direkt oder am Rande durch die gentechnologische Entwicklung bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen tangiert. An dieser Stelle soll jedoch nur noch auf den Saatgutsektor näher eingegangen werden. Auf die Veränderungen aufgrund der Entwicklung der übrigen Rahmenbedingungen wird nicht näher eingegangen. Eine EU-Integration beispielsweise hätte für alle Branchen wirtschaftliche Auswirkungen.

Im *Saatgutsektor* wird es zu einem verstärkten Strukturwandel kommen, weil sich nicht alle Firmen gleichermassen an der Entwicklung von gentechnisch verändertem Saatgut beteiligen werden (Beusmann 1994). In der Folge kann es zu einer Konzentration auf dem Saatgutmarkt kommen. Ob die neuen Strukturen wirtschaftliche Vorteile aufweisen, ist vom Konzentrationsgrad abhängig. Verbleiben zu wenige Anbieter auf dem Markt, gibt es gemäss der Oligopoltheorie[80] zwei verschiedene Verhaltensweisen: Entweder sind sich die Unternehmen ihrer gegenseitigen Abhängigkeit bewusst und kooperieren (z.B. Preisabsprachen), oder es entstehen kräftezehrende Machtkämpfe zwischen den Unternehmen. Beides führt nicht zu einer Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung.

Das Endergebnis verschiedener Wirtschaftszweige und die Staatsausgaben werden durch die Kosten im Zusammenhang mit der Vermeidung und Behebung von Umweltschäden beinflusst. Somit sind auch Leistungen zur Behebung von Schäden der Landwirtschaft an der Natur und Landschaft in den Berechnungen des volkswirtschaftlichen Endergebnisses integriert. Deshalb muss darauf hingewiesen werden, dass die gentechnologische Entwicklung diese Positionen in der Weise beinflusst, dass einerseits ein verminderter Pestizideinsatz (siehe Tabelle 6 und 7) geringere „Behebungsleistungen“ verursacht. Andererseits können durch unbekannte ökologische Risiken der neuen Technologie Auswirkungen auf das Wirtschaftsgeschehen entstehen, über die heute noch Ungewissheit bestehen.

6.3 Auswirkungen auf die volkswirtschaftliche Effizienz

Aus volkswirtschaftlicher Perspektive ist der Einsatz der Produktionsfaktoren Boden, Arbeit, Kapital und Wissen dann effizient, wenn bei gegebener Faktorausstattung eine maximale Gesamtproduktion bzw. mit einem minimalen Faktoraufwand ein angestrebtes Produktionsziel erreicht werden kann. Um die relative Effizienz einer Volkswirtschaft beurteilen zu können, wird in der Ökonomie oft das *Konzept der komparativen Kostenvorteile* herangezogen. Dieser Begriff wird in Abschnitt 6.3.1 erklärt, wobei auch der Unterschied zu *absoluten Kostenvorteilen* aufgezeigt wird. Im zweiten Abschnitt 6.3.2 erfolgt eine Einordnung des schweizerischen Agrarsektors bezüglich seiner Effizienz im Vergleich zu den übrigen Wirtschaftssektoren im Inland und in Bezug auf seine Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich. Die Veränderungen, die sich dabei durch die gentechnische Entwicklung bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen ergeben, werden abschliessend unter 6.3.3 diskutiert.

6.3.1 Absolute und komparative Kostenvorteile

Von *absoluten Kostenvorteilen* wird gesprochen, wenn aus klimatischen, technischen oder organisatorischen Gründen ein Gut in einem Land (Ort) A günstiger produziert werden kann als in einem anderen Land (Ort) B. Es lohnt sich dann für beide Länder, sich auf die jeweilig kostengünstigere Produktion zu spezialisieren. Dadurch werden die Produktionsfaktoren am effizientesten eingesetzt und die Gesamtproduktion steigt an.

---

80 Unter Oligopol versteht man eine Marktform, in der wenige Anbieter vielen Nachfragern gegenüberstehen.

Das Konzept der *komparativen Kostenvorteile* geht davon aus, dass ein Land - trotz absoluten Kostennachteilen bei sämtlichen Produktionsmöglichkeiten - relative Vorteile bei der Herstellung einzelner Produkte hat und damit erfolgreich am internationalen Handel partizipieren kann. Dieser Ansatz wurde von Ricardo im 19. Jh. entwickelt und spielt eine zentrale Rolle in den meisten Handelstheorien. Ein Beispiel soll die Theorie der komparativen Kostenvorteile illustrieren.[81] Dabei wird in starker Vereinfachung angenommen, die Welt bestehe nur aus zwei Ländern, die nur zwei Güter, Weizen und Tuch, herstellen und zwar zu konstanten Grenzkosten der Produktion und bei gleichem Produktepreis. Die folgenden Zahlen zeigen die Produktionsmengen von Tuch und Weizen, wenn ein Land mit seiner insgesamt verfügbaren Arbeit jeweils nur eines der beiden Güter herstellt.

Land A	produziert	100 Einheiten	Tuch	je Einheit Arbeit
	oder	50 Einheiten	Weizen	je Einheit Arbeit
Land B	produziert	200 Einheiten	Tuch	je Einheit Arbeit
	oder	150 Einheiten	Weizen	je Einheit Arbeit

Unter den Annahmen, dass keine Faktorwanderungen stattfinden, hat B sowohl bei der Produktion von Tuch als auch von Weizen absolute Kostenvorteile, weil es mit den verfügbaren Faktoren ein höheres Produktionsniveau erreichen kann als A (200 > 100 und 150 > 50). Gleichzeitig wird aber auch ersichtlich, dass A bei einem Verzicht auf die Produktion von einer Einheit Weizen 2 (100/50) Einheiten Tuch produzieren kann. Land B dagegen kann dieses Opfer nur in 1.33 (200/150) Einheiten Tuch verwandeln. Land A hat deshalb einen *komparativen Vorteil* bei der Produktion von Tuch. Im Falle von Handelbeziehungen zwischen den beiden Ländern erkennt Land A, dass in Land B eine Einheit Tuch für 0.75 (150/200), auf dem heimischen Markt dagegen nur für 0.5 (50/100) Einheiten Weizen erhältlich sind. Für Land B dagegen wird klar, dass sie im Inland je Einheit Weizen 1.33 Einheiten Tuch tauschen können - in Land B aber deren 2 (100/50). Land A wird sich in diesem einfachen Beispiel deshalb auf die Produktion und den Export von Tuch, Land B dagegen auf Weizen spezialisieren.

Bei einer Effizienzanalyse auf volkswirtschaftlicher Ebene kommen dem Konzept der komparativen Kostenvorteilen somit zwei Bedeutungen zu (Tsakok 1990):

- Man vergleicht die Effizienz in der Produktion eines Gutes zwischen zwei oder mehreren Ländern. Ein effizienter Faktoreinsatz ist dann erreicht, wenn ein Land diese Güter produziert und exportiert, bei dessen Produktion im Vergleich zum Ausland komparative Kostenvorteile bestehen (siehe dazu obiges Beispiel).
- Die Effizienz verschiedener Produktionssysteme innerhalb einer Volkswirtschaft (z.B. Milchproduktion oder Getreideanbau) lässt sich in Bezug auf die Einnahmen (bei Export) bzw. die Ersparnisse (bei einer Substition der Importe durch eigene Produkte) von Devisen ermitteln.

6.3.2 Die Effizienz der schweizerischen Agrarproduktion

Bei der Effizienzanalyse des schweizerischen Agrarsektors kann die wichtigste Aussage gerade vorweggenommen werden: Die Agrarproduktion muss im Vergleich zu den meisten übrigen Branchen im Inland als ineffizient beurteilt werden. Gleichzeitig ist die Schweizer Landwirtschaft verglichen mit der Agrarproduktion im Ausland unter den heutigen Rahmenbedingungen nicht konkurrenzfähig.

---

81 Das Beispiel ist entnommen aus: Zweifel P. und R. Heller, Internationaler Handel: Theorie und Empirie, 2. Auflage, 1992.

Vergleicht man den Wert der zur Produktion im Inland benötigten Produktionsfaktoren (Boden, Arbeit, Kapital) mit der Wertschöpfung des erzeugten Gutes zu Weltmarktpreisen, so wird deutlich, dass die Volkswirtschaft mit der Produktion der meisten landwirtschaftlichen Güter im Inland Devisen verliert. Die Schweiz weist somit für die Produktion der meisten Agrargüter im internationalen Vergleich keine komparativen Kostenvorteile auf.
Zwischen den verschiedenen Agrargüter bestehen jedoch beträchtliche Unterschiede. Vergleichsweise weniger benachteiligt sind die Milch- und die Fleischproduktion. Für den Kartoffelanbau ergeben sich aufgrund der weltweit höchsten Erträge in der Schweiz und den hohen Transportkosten im Importfall gar komparative Kostenvorteile. Deutlich schlechter schneidet dagegen Weizen, der Rapsanbau (als Speiseöllieferant) und verschiedene nachwachsende Rohstoffe (z.B. Chinaschilf) ab.[82]
Beim Vergleich mit anderen Wirtschaftsbranchen im Inland wird zumeist der Einsatz des knappen Produktionsfaktors Arbeit der Wertschöpfung des Produktes zu Weltmarktpreisen gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass sich mit einer alternativen Nutzung des Faktors Arbeit eine höhere Wertschöpfung erwirtschaften lässt als im Agrarsektor. Der Faktor Boden ist für einen Vergleich deshalb nicht geeignet, weil ein grosser Anteil der Fläche in der sogenannten Landwirtschaftszone liegt und somit für die übrigen Wirtschaftssektoren nicht zur Verfügung steht.

Aufgrund der obigen Erkenntnisse drängt sich nun aber die Frage auf, weshalb im Agrarsektor Ineffizienzen bestehen und warum trotzdem an einer schweizerischen Agrarproduktion festgehalten wird. Dies soll in der Folge diskutiert werden.

Ursache der Ineffizienzen im Agrarsektor
Gemäss der ökonomischen Theorie führt vollständiger Wettbewerb zu einer effizienten Ressourcenverwendung, wobei die beobachteten Güterpreise die Knappheit der Produktionsfaktoren wiederspiegeln. Bei *vollständigem Wettbewerb* geht man von folgenden Annahmen aus (Dubs 1983):

- Anbieter und Nachfrager sind Mengenanpasser[83]
- es gibt keine Preisabsprachen
- es herrscht Marktransparenz mit homogenen Gütern
- Marktanpassungen erfolgen ohne zeitliche Verzögerung
- Marktteilnehmer verhalten sich wirtschaftlich rational
- es gibt keinen Staatseinfluss

Viele Ursachen für Ineffizinzen bei der Faktorverwendung lassen sich erklären, indem man die Volkswirtschaften bzw. deren Wirtschaftssektoren bezüglich der Kriterien eines vollständigen Wettbewerbes untersucht. Obschon vollständiger Wettbewerb einen theoretischen Idealzustand darstellt, treten innerhalb der schweizerischen Volkswirtschaft für keine andere Wirtschaftsbranche vergleichbare Wettbewerbsverzerrungen auf wie in der Agrarproduktion:

- Einer grossen Zahl von Landwirten (Mengenanpasser) tritt auf der Nachfrageseite ein stark konzentrierter Lebensmittelhandel gegenüber. Die drei Grossverteiler (Migros, Coop und

[82] Siehe dazu:Schmid H.J., 1995, Volkswirtschaftliche Analyse des Anbaus und der Verwertung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz, ETH Zürich.

[83] Im Zustand, wo sehr viele Anbieter sehr vielen Nachfragern gegenüberstehen sind diese beiden Gruppen Mengenanpasser. Weil der einzelne Produzent „machtlos“ gegenüber seinen Mitkonkurrenten ist, hat er keinen Einfluss auf die Preise und kann sein Unternehmensergebnis nur durch „mehr oder weniger“ Produktion bestimmen. Gleichzeitig hat der einzelne Nachfrager keine Möglichkeit, die Preise zu drücken, da die Konkurrenz zu gross ist.

Denner) haben zusammen einen Marktanteil bei der Lebensmittelverteilung von 63 % (1990) und die Gefahr der Nachfragemacht wächst, solange sich dieser Anteil noch vergrössert.

- Die Landwirtschaft stellt nicht nur homogene Güter her. Die Landschaftspflege, die man als Nebeneffekt einer nachhaltigen Bewirtschaftung mit Direktzahlungen abgilt, hat keinen eigentlichen Preis und kann nicht über einen Markt koordiniert werden (siehe Kapitel 6.4).
- Marktanpassungen erfolgen mit zeitlichen Verzögerungen. Sowohl in der Pflanzenproduktion als auch in der Tierhaltung lassen sich Anpassungen an veränderte Rahmenbedingungen nicht sofort vornehmen. Zeigen beispielsweise die Obstpreise einen steigenden Trend, lassen sich nicht von heute auf morgen mehr Früchte ernten, sondern es müssen zuerst junge, erst Jahre später Obst tragende Bäume gepflanzt werden.
- Das Zielsystem eines Landwirtes ist sehr vielseitig und enthält nicht nur rationale Verhaltensweisen (siehe Kapitel 3.1.2).
- Es besteht ein eigentlicher Agrarinterventionismus, um die verschiedenen Funktionen der Landwirtschaft zu ermöglichen. Das Aufgabenspektrum der Landwirtschaft ist vielfältig und bedingt auch Eingriffe des Staates, die einer effizienten Ressourcenverwendung zuwiderlaufen.

Es gibt somit viele Ursachen für Ineffizienzen im schweizerischen Agrarsektor, die sich nur teilweise beheben lassen. So wird zum Beispiel eine weitere Konzentration der Grossverteilerorganisationen möglicherweise zu einem Eingreifen der Kartellkommission führen.[84] Die Hauptursachen der Ineffizienzen, das Marktversagen aufgrund des unterschiedlichen ökonomischen Charakters der vielfälltigen landwirtschaftlichen Leistungen und die staatlichen Eingriffe, ergeben sich aber direkt aus dem Anforderungsprofil an die Schweizer Landwirtschaft. Darin zeigt sich, dass der Staat mit der Unterstützung des Agrarsektors weit mehr als nur Effizienzziele verfolgt.

Gemäss dem Siebten Landwirtschaftsbericht (Bundesrat, 1992) hat die Landwirtschaft heute die vier folgenden Hauptaufgaben zu erfüllen:

1. Beitrag zur sicheren Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigen und gesunden Nahrungsmittel zu günstigen Preisen in Normal- und Krisenzeiten
2. Nutzung und Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen (Bodenfruchtbarkeit, Gewässerschutz, Erhaltung von Lebensräumen und der Artenvielfalt)
3. Erhaltung und Pflege der Kulturlandschaft in ihrer Vielfalt
4. Beitrag zum wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Leben im ländlichen Raum.

Alle diese Funktionen lassen sich nur erfüllen, wenn mit zielgerichteten agrarpolitischen Massnahmen eine inländische Agrarproduktion unterstützt wird, selbst wenn diese heute keine komparativen Kostenvorteile aufweist und von Ineffizienzen geprägt ist. Es stellt sich also die entscheidende Frage, inwieweit sich nun die volkswirtschaftliche Effizienz der Landwirtschaft durch die Gentechnik bei gleichzeitiger Entwicklung der übrigen Rahmenbedingungen verbessern lässt.

84 Veröffentlichung der Schweizerischen Kartellkommission, Heft 3/4., 1979.

6.3.3 Auswirkung der gentechnischen Entwicklung auf die volkswirtschaftliche Effizienz

Beim Einsatz gentechnisch veränderter krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen reduzieren sich die Pestizidkosten in der Pflanzenproduktion und die Bruttowertschöpfung steigt leicht an (siehe Kapitel 6.2.1). Gleichzeitig verändert sich bei einigen Produkten der totale Arbeitsaufwand, da weniger Pflanzenschutzbehandlungen vorzunehmen sind. Zudem wird vorerst angenommen, dass durch die neue Technologie keine die Effizienz der landwirtschaftlichen Produktion beinflussende Auswirkung auf die Umwelt entstehen. Aus der Verringerung des Faktoraufwandes (Input) und der Vergrösserung der Wertschöpfung (Output) ergibt sich somit eine Verbesserung der einzelbetrieblichen und der sektoriellen Effizienz (siehe Kapitel 3). Welche Auswirkungen dies auf die komparativen Kostennachteile und die volkswirtschaftliche Effizienz des schweizerischen Agrarsektors hat, ist aber auch davon abhängig, ob die neue Technologie im Ausland ebenfalls genutzt wird. Zudem ist die Entwicklung der übrigen Rahmenbedingungen relevant. In der Folge werden vier mögliche Entwicklungen betrachtet, wobei bei den ersten drei Szenarien die Entwicklung der übrigen Rahmenbedingungen vernachlässigt wird.

1. Die *Schweiz ist absoluter Vorreiter in der gentechnischen Entwicklung* und vorerst einziges Land, das den verbreiteten Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen erlaubt. Obschon dieser Fall nicht eintreffen wird und in einzelnen Ländern schon heute gentechnisch veränderte Pflanzen zum Einsatz gelangen, soll dieser Gedankengang zu Ende geführt werden. Durch die Nutzung der neuen Methode verbessert sich die Effizienz des Schweizer Agrarsektors. Im Vergleich zum Ausland, das diesen technischen Fortschritt nicht nutzt, verringern sich die komparativen Kostennachteile, und die volkswirtschaftliche Effizienz verbessert sich.
2. Die *gentechnische Entwicklung läuft in der Schweiz parallel zum umliegenden Ausland* ab und gentechnisch veränderte Nutzpflanzen gelangen beiderorts zum Einsatz. Dieser Fall ist sehr wahrscheinlich. Die Effizienz des Agrarsektors verbessert sich dann sowohl im Inland als auch im Ausland. Die komparativen Kostennachteile der Schweizer Agrarproduktion verändern sich somit nicht. Weltweit könnten aber die durch technischen Fortschritt induzierten tieferen Grenzkosten der Produktion zu einer sinkenden Tendenz der Welthandelspreise für Agrargüter führen.[85] Trifft diese Entwicklung ein, so sinkt die Wertschöpfung der schweizerischen Agrarprodukte bewertet zu Weltmarktpreisen. Falls dieser Effekt grösser ist als der Anstieg der inländischen Wertschöpfung aufgund der neuen Technologie, verschlechtert sich die volkswirtschaftliche Effizienz im Vergleich zum Ausland.
3. Während im Ausland *gentechnisch veränderte Nutzpflanzen* zum Einsatz gelangen, ist dies *in der Schweiz nicht erlaubt*. Ein Alleingang der Schweiz könnte beispielsweise mit einer Volksabstimmung erzwungen werden - eine Möglichkeit, die in Anbetracht der emotionalen Diskussionsführung nicht absolut ausgeschlossen werden kann. Die Effizienz des inländischen Agrarsektors bleibt dann unverändert, während diese sich im Ausland verbessert. Dadurch vergrössern sich die komparativen Kostennachteile der Schweizer Landwirtschaft. Da es durch die Anwendung von biologisch-technischem Fortschritt im Ausland zu einem Druck auf die Weltmarktpreise kommen kann, sinkt die Wertschöpfung der Schweizer Landwirtschaft bewertet zu Weltmarktpreisen, und die volkswirtschaftliche Effizienz verschlechtert sich.
4. Zusätzlich zur weltweiten Anwendung von Gentechnologie im Pflanzenbau verändert sich das *wirtschaftliche und politische Umfeld* des Agrarsektors (z.B. EU-Beitritt). Durch das

[85] Im Marktdiagramm führen sinkende Grenzkosten zu einer Verschiebung der Weltangebotskurve nach rechts unten (siehe Kapitel 3.1.5 und 3.3.1), was unter der Voraussetzung einer konstanten Nachfrage zu einer sinkenden Tendenz der Welthandelspreise für Agrargüter führt.

sinkende Preisniveau für schweizerische Agrarprodukte verringert sich deren Wertschöpfung und die Effizienz des Sektors nimmt ab. Falls mit der Liberalisierung des Aussenhandels aber auch die Faktorpreise sinken (z.B. Lohnniveau), verkleinern sich die komparativen Kostennachteile zum Ausland. Weil die Weltmarktpreise konstant bleiben, verändert sich die volkswirtschaftliche Effizienz somit nur dann, wenn die Faktorkosten zur Agrargütererzeugung durch die Aussenhandelsliberalisierung sinken.
Wie die Modellrechnungen zeigen, wird durch massive Veränderungen der wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen der landwirtschaftliche Strukturwandel verstärkt. Es werden diejenigen Betriebe überleben, die tiefe Produktionskosten aufweisen.[86] Dadurch steigt einerseits die Effizienz des Agrarsektors und andererseits verringern sich die komparativen Kostennachteile im Vergleich zum Ausland. Falls sich aufgrund des Strukturwandels der Faktoraufwand je Outputeinheit verkleinert, verbessert sich trotz konstanter Weltmarktpreise die volkswirtschaftliche Effizienz.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Nutzung der Gentechnologie in der schweizerischen Landwirtschaft eine Effizienzverbesserung bei den Landwirtschaftsbetrieben bewirkt. In welche Richtung sich aber die komparativen Kostennachteile und die volkswirtschaftliche Effizienz verändert hängt davon ab, inwieweit die übrigen Länder die neue Technologie einsetzen. Gleichzeitig muss man immer beachten, dass alle die in diesem Abschnitt festgestellten Auswirkungen in Anbetracht der geringen Bedeutung der Produktionskosteneinsparungen durch krankheits- und schädlingsresistente Nutzpflanzen sehr gering sind.

6.4 Wohlfahrtstheoretische Analyse unter Berücksichtigung der Umwelt

Sowohl bei der Betrachtung der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, als auch bei der Effizienzanalyse werden die Interdependenzen zwischen der Wirtschaft und der Umwelt vernachlässigt. Als Wohlfahrtsmassstab sind somit beide unvollständig. In einer wohlfahrtstheoretischen Analyse über die Auswirkungen der gentechnischen Entwicklung bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen müssen nebst den Vor- und Nachteilen für die Produzenten, die Konsumenten und den Staat auch die Auswirkungen auf die Umwelt betrachtet werden.
Im folgenden wird im ersten Abschnitt (6.4.1) ein einfaches Konzept erklärt, mit dem sich die Veränderung der Nettowohlfahrt beurteilen lässt. Anschliessend wird in Abschnitt 6.4.2 auf die Veränderung der Nettowohlfahrt beim Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen und bei einer Liberalisierung des Aussenhandels eingegangen. Dabei wird vorerst von den Auswirkungen auf die Umwelt abstrahiert. Im dritten Abschnitt (6.4.3) erfolgen einige Ausführungen zum besonderen ökonomischen Charakter von „Umwelt“ und ihre Bedeutung im Zusammenhang mit den agrarischen Tätigkeiten. Abschliessend werden dann mögliche Auswirkungen der gentechnischen Entwicklung auf die Nettowohlfahrt unter Berücksichtigung der Umwelt dargestellt (6.4.4).

6.4.1 Das Rentenkonzept als Massstab für Wohlfahrtsveränderungen

In Abschnitt 6.1.3 wurde bereits auf die Problematik der Wohlfahrtsmessung hingewiesen. Als einfache Bewertungsgrundlage wird in der angewandten Wohlfahrtsökonomie[87] das Rentenkonzept verwendet. Damit lassen sich Wohlfahrtseffekte für die Produzenten, die Konsu-

86 Beispielsweise reduziert sich der Arbeitsaufwand je Kilogramm erzeugte Milch bei einem grösseren Bestand an Milchvieh wesentlich.

87 Die angewandte Wohlfahrtsökonomie versucht auf der Basis der theoretischen Konzepte der Wohlfahrtsökonomie eine quantitative Beurteilung von Wohlfahrtseffekten (z.B. Wirkung von Zöllen).

menten und den Staat bzw. die Steuerzahler darstellen und beurteilen. Die Ausgangslage der Betrachtung stellt jeweils ein partielles Gleichgewicht[88] dar.

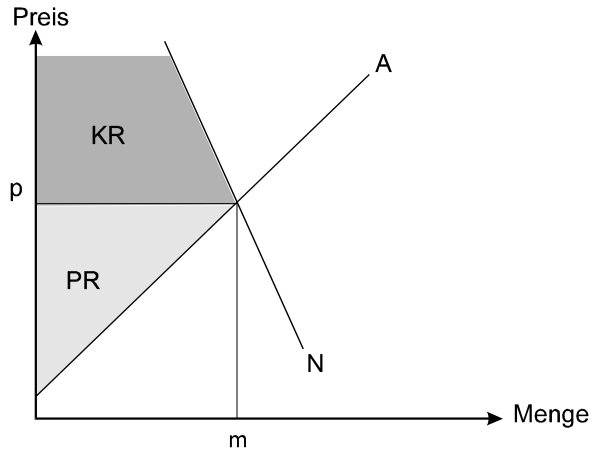
Für die Nachfrager eines Gutes entspricht der Nutzen eines Gutes der induviduellen Wohlfahrt. Der Nutzen eines Gutes kann durch die maximale Zahlungsbereitschaft der Konsumenten gemessen werden. Die aggregierten individuellen Zahlungsbereitschaften ergeben die Nachfragekurve. Die Fläche unterhalb der Nachfragekurve entspricht den individuellen Nutzenniveaus und dient der gesellschaftlichen Wohlfahrtsmessung. Bei einem geltenden Preis (p) entspricht die *Konsumentenrente (KR)* in Abbildung 18 dem aggregierten Nutzen, den die Konsumenten beim Kauf der Menge (m) erhalten: Innerhalb dieses Bereiches wären die Konsumenten bereit, mehr für das Gut zu bezahlen; sie müssen jedoch nicht, da der Preis bei p liegt. Je tiefer also der Preis eines Gutes liegt, desto grösser ist der aggregierte Nutzenüberschuss der Konsumenten (Konsumentenrente).

Die Produzenten eines Gutes verfolgen mit der Produktion per Annahme eine Gewinnmaximierung. Die Angebotskurve entspricht definitionsgemäss der aggregierten Grenzkostenfunktion der einzelnen Anbieter (siehe dazu Kapitel 3.3.1). Die Fläche unterhalb der Angebotskurve entspricht somit dem Aufwand für die variablen Produktionsfaktoren (z.B. Dünger, Futtermittel). Die Fläche oberhalb der Kurve verbleibt für die Abgeltung der fixen Faktoren (z.B. Arbeit des Betriebsleiters) und ist somit ein gutes Annäherungsmass für den Nutzen (Gewinn) der Produzenten. Als *Produzentenrente (PR)* wird diejenige Fläche bezeichnet, die oberhalb der Angebotskurve, jedoch unterhalb des geltenden Produzentenpreises liegt: Innerhalb dieses Bereiches wären die Produzenten bereit, einen tieferen Preis für ein Gut zu akzeptieren; sie müssen jedoch nicht, da der Preis bei p liegt. Je höher also der Preis eines Gutes liegt, desto grös-ser ist der Nutzenüberschuss der Produzenten (Produzentenrente).

In Abbildung 18 werden die Konsumenten- und Produzentenrente in einem partiellen Marktgleichgewicht dargestellt.

Abbildung 18: Konsumenten- und Produzentenrente

88 Als partielles Gleichgewicht wird ein Gleichgewicht auf einem einzelnen Markt bezeichnet. Dabei wird von konstanten Produkt- und Faktorpreisen auf den nicht betrachteten Märkten ausgegangen.



Verschiebt sich nun das Marktgleichgewicht aufgrund einer veränderten Nachfrage- oder Angebotssituation, so verändern sich auch die Produzenten- und die Konsumentenrente (*PR* und *KR*). Um die Veränderungen der Nettowohlfahrt *ΔNW* zu berechnen, werden die Veränderungen der beiden Renten addiert:[89]

$$\Delta NW = \Delta PR + \Delta KR$$

Dieses Vorgehen birgt die Problematik in sich, dass nicht in jedem Fall zum Beispiel ein Verlust einer Einheit Konsumentenrente mit einer Einheit zugewonnener Produzentenrente kompensiert werden kann. Beispielsweise kann es innerhalb einer sozialistischen Volkswirtschaft wichtiger sein, dass die Konsumenten nach Möglickeit keine Wohlfahrtseinbussen erleiden. Im Rahmen dieser Studie gehen wir jedoch von der Annahme einer analogen Gewichtung von Konsumenten- und Produzentenrente aus.

6.4.2 Auswirkung der gentechnologischen Entwicklung auf die Nettowohlfahrt

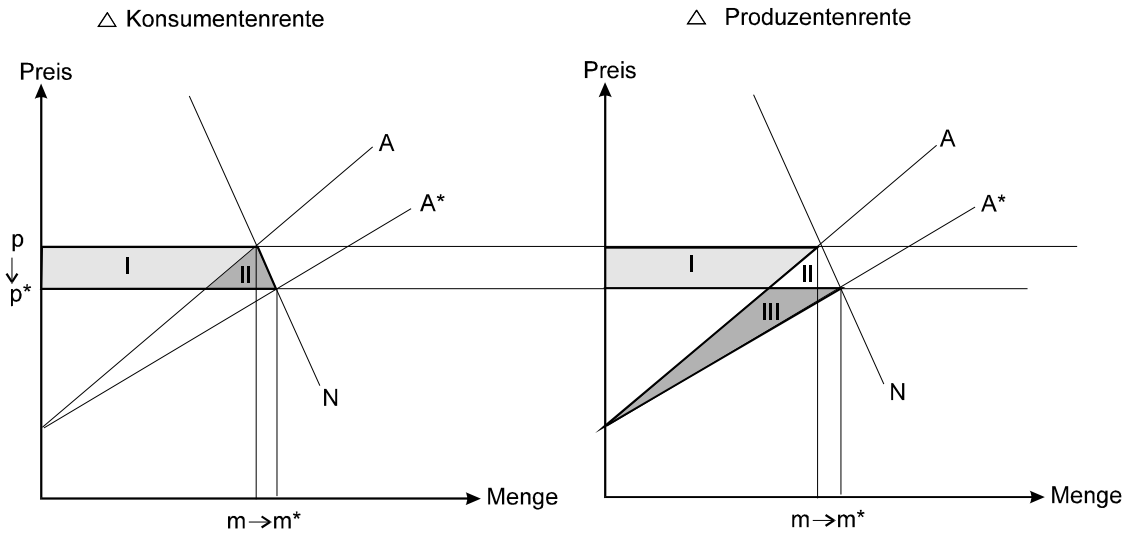
Die gentechnologische Entwicklung im Pflanzenbau führt, wie allgemein biologisch-technischer Fortschritt, zu sinkenden Grenzkosten in der Produktion und somit zu einer Veränderung des sektoriellen Angebotes von A nach A*(siehe dazu Abbildung 6, Kapitel 3.3.3). Dadurch sinken die Preise auf das Niveau p*.

In

Abbildung 19 sind die Veränderungen von Produzenten- und Konsumentenrente dargestellt, wie sie sich in einem partiellen Marktgleichgewicht ergeben, sofern keine Veränderung der Nachfragekurve eintritt und der Staat nicht mittels marktpolitischer Massnahmen ein Absinken der Preise verhindert. Zur besseren Übersicht sind die Rentenveränderungen in zwei Marktdiagrammen einzeln dargestellt.

89 Δ ist das algebraische Symbol für Differenz.

Abbildung 19: Veränderung der Netto-Wohlfahrt bei biologisch-technischem Fortschritt



Die Wohlfahrtsveränderungen ergeben sich aus der Bilanzierung folgender Flächen:

$$\begin{aligned}
\Delta \text{ KR} &= \text{Fläche I} + \text{Fläche II} && \Rightarrow \Delta \text{ KR} > 0 \\
\Delta \text{ PR} &= -(\text{Fläche I} + \text{Fläche II}) + (\text{Fläche II} + \text{Fläche III}) \\
&= \text{Fläche III} - \text{Fläche I} \\
\Delta \text{ NW} &= \Delta \text{ PR} + \Delta \text{ KR} \\
&= (\text{Fläche III} - \text{Fläche I}) + (\text{Fläche I} + \text{Fläche II}) \\
&= \text{Fläche III} + \text{Fläche II} && \Rightarrow \Delta \text{ NW} > 0
\end{aligned}$$

Es wird ersichtlich, dass sich die Konsumentenrente vergrössert. Bei der Produzentenrente kann keine eindeutige Aussage gemacht werden. Der Verlauf der ursprünglichen und der neuen Angebots- sowie der Nachfragefunktion bestimmen die Grösse der Flächen I und III. Davon ist abhängig, ob die Produzentenrente durch den biologisch-technischen Fortschritt grösser (zugewonnene Rente III > eingebüsste Rente I) oder kleiner (III < I) wird. Durch die Flächen II und III resultiert aber in der Gesamtbilanz ein Nettowohlfahrtsgewinn (Δ NW).

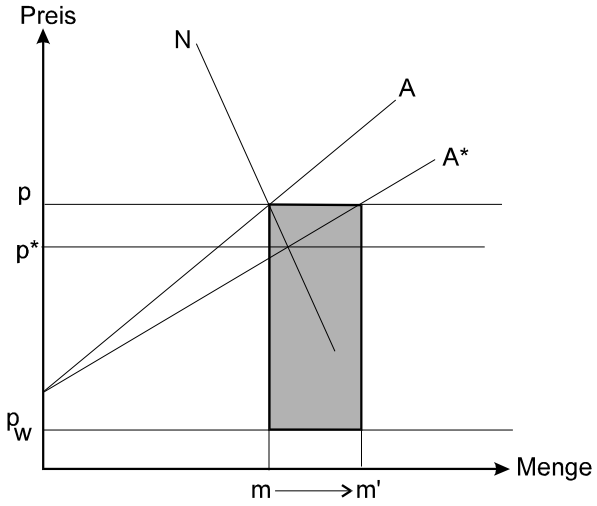
Aufgrund des einfachen Konzeptes darf aber nicht voreilig der Schluss gezogen werden, dass der technische Fortschritt in jedem Fall zu einer Wohlfahrtsverbesserung führen muss. Die Aussagen dürfen nur vor dem Hintergrund der recht strengen Annahmen betrachtet werden, welche der Methode zugrunde liegen[90]. Im folgenden sollen zwei Aspekte, die die Nettowohlfahrt beeinflussen, genauer betrachtet werden: 1. Der Einfluss staatlicher Interventionen auf die Agrarmärkte. 2. Die Auswirkungen veränderter wirtschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen (Liberalisierung des Aussenhandels).

[90] Beim Rentenkonzept wird insbesondere von einem konstanten Grenznutzen der Einkommen, Nutzenmaximierung der Konsumenten, Gewinnmaximierung der Produzenten, Vollbeschäftigung und vollständiger Konkurrenz ausgegangen [Rieder 1994].

Einfluss staatlicher Interventionen auf die Nettowohlfahrt

Eine staatliche Preis-Absatz-Garantie, wie sie heute zum Beispiel für Weizen besteht, hat zur Folge, dass das Preisniveau (p) in Abbildung 20 unverändert bleibt. Aufgrund der unveränderten Nachfrage entsteht nun aber eine Überschussituation auf dem Markt (m'-m), die im Extremfall nur zu Weltmarktpreisen (p_w) abgesetzt werden kann. Für den Staat entstehen dadurch Ausgaben im Umfang von (m'-m) * (p-p_w), die sich negativ auf die Nettowohlfahrt auswirken. Ob nun ein volkswirtschaftlicher Gewinn oder Verlust resultiert, ist wiederum vom genauen Verlauf der Angebotskurven abhängig. Im Vergleich zur Situation ohne staatliche Garantien kann sich aber hier die volkswirtschaftliche Situation verschlechtern. Die Steuerzahler, welche zum grössten Teil mit der Gruppe der Konsumenten identisch sind, haben die Ausgaben für die Preis-Absatz-Garantie zu tragen. Gleichzeitig muss die statisch betrachtete Verbesserung der Produzentenrente stark relativiert werden. Bei hohen garantierten Preisen fehlt der Druck zur Kostensenkung, weshalb sogenannte Hochkostenbetriebe ('high-cost-firms') nicht aus dem Markt gedrängt werden (Gardner 1990). Dadurch verschlechtert sich die Wettbewerbsfähigkeit der Produzenten, und der Kostenunterschied zu den ausländischen Konkurrenten vergrössert sich weiter.

Abbildung 20: Einfluss einer staatlichen Preis-Absatz-Garantie

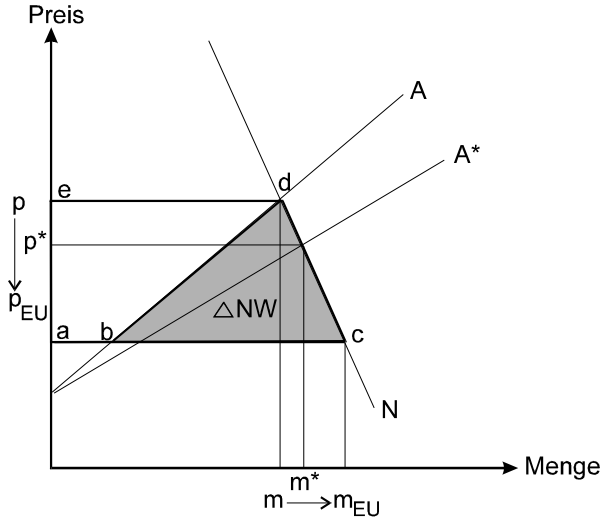


Einfluss einer Liberalisierung des Aussenhandels

Parallel zur gentechnischen Entwicklung verändern sich auch die wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen. In Abbildung 21 ist die Extremsituation eines Beitritts der Schweiz zur Europäischen Union (EU) dargestellt. Die inländischen Preise (p) werden als Folge der Integration auf das Niveau der EU (p_{EU}) sinken. Dadurch entsteht ein Verlust an Produzentenrente im Umfang der Fläche *abde*, während die Konsumenten vom tieferen Preis profitieren und einen Rentengewinn im Umfang von *acde* verzeichnen können. Aus einer EU-Integration resultiert somit ein Nettowohlfahrtsgewinn im Umfang von *bcd*.

Aus dieser Darstellung werden zwei Entwicklungen sichtbar: Erstens erleiden die Produzenten eindeutig einen Rentenverlust. Zweitens wird dieser Produzentenrentenverlust durch einen massiven Konsumentenrentenzuwachs stark überkompensiert. Eine EU-Integration bewirkt also unter den getroffenen Annahmen einen positiven Wohlfahrtseffekt. Dieser dürfte deutlich grösser sein als der Wohlfahrtsgewinn aufgrund der eher bescheidenen Angebotsausdehnung beim Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen im Pflanzenbau (siehe Kapitel 3).

Abbildung 21: Veränderung der Netto-Wohlfahrt bei einer Liberalisierung des Aussenhandels



6.4.3 Soziale Wohlfahrt und Umwelt

Die bisherige Betrachtung der Wohlfahrtseffekte für die Produzenten und Konsumenten bzw. Steuerzahler ist unvollständig, weil die Interdependenzen der landwirtschaftlichen Aktivität mit dem ökologischen Umfeld vernachlässigt worden sind. Wohlfahrt als „totale Summe des Glücks aller in der Gesellschaft lebenden Individuen“ (vgl. Abschnitt 6.1.3) beinhaltet dagegen auch Aspekte wie eine gesunde Umwelt oder eine gepflegte Kulturlandschaft. Diese Erkenntnisse findet man in der Formulierung von zwei der vier im Siebten Landwirtschaftsbericht definierten Hauptfunktionen des Agrarsektors bestätigt: die Aufgabe der Landwirtschaft besteht auch in der Nutzung und Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und in der Erhaltung und Pflege der Kulturlandschaften in ihrer Vielfalt (siehe Kapitel 6.3.2). Aus ökonomischer Sicht besteht nun aber die Problematik darin, dass zwar ein Bedürfnis nach reiner Luft, sauberen Gewässern, gepflegter Kulturlandschaft und Erhaltung der Artenvielfalt etc. vorhanden ist, aber aufgrund fehlender (Markt)Preise keine Koordination von Angebot und Nachfrage über den Markt zustande kommen kann. In diesem Fall kommt die Selbstregulationsfunktion des Preises nicht zum Tragen, und es ist von Marktversagen die Rede (siehe auch Kapitel 6.3.2).

Es bestehen drei Erklärungsansätze für das Versagen des Marktes im Umweltbereich (Baur 1994), die im folgenden kurz vorgestellt werden:

1. Nutzungskonkurrenz um die Umwelt

Die Umwelt erfüllt innerhalb einer Volkswirtschaft verschiedene Aufgaben, die sich gegenseitig mehr oder weniger ausschliessen: Sie dient als Produktionsfaktor (z.B. Boden), als Entsorgungsmedium für Schadstoffe (z.B. Luft), als Standort für Konsum- und Produktionsaktivitäten (z.B. Landschaft) und als Konsumgut (z.B. Wasser). Gleichzeitig beanspruchen mehrere Personengruppen die verschiedenen Funktionen der Umwelt. Somit entsteht aufgrund der Knappheit an Umwelt eine Nutzungskonkurrenz. In einem funktionierenden Markt übernimmt der Preis die koordinierende Funktion zwischen den verschiedenen Nutzungsinteressierten. Da nun für die Umwelt als solche kein Preis besteht, fehlt ein Regulierungsmechanismus zwischen den Konsumenten einer intakten Umwelt und den Nutzniessern der Umwelt als Standort und Entsorgungsmedium. Die Folge dieser nicht regulierten Nutzenkonkurrenz ist eine

Übernutzung der natürlichen Ressourcen einerseits und ein Mangel an intakter Umwelt andererseits.

2. Ökonomischer Charakter des Gutes „Umwelt"

Die Landwirtschaft produziert zwei Arten von Güter: einerseits *private Güter*, wie z.B. Weizen oder Milch, andererseits *öffentliche Güter* wie die Landschaftspflege oder die Förderung der Bodenfruchtbarkeit. Unter öffentlichen Gütern oder kollektiven Leistungen verstehen wir Güter, die der Öffentlichkeit zu Gute kommen und von deren Konsum niemand ausgeschlossen werden kann. Während bei privaten Gütern dieses sogenannte Ausschlussprinzip funktioniert, ist dies bei öffentlichen Gütern nicht der Fall. Öffentliche Güter können somit ohne unmittelbare Bezahlung konsumiert werden, ohne dass der Konsument seine Präferenzen dazu offenzulegen braucht. Dies hat aber unmittelbare Konsequenzen:

1. Auf Konsumentenseite besteht keine Zahlungsbereitschaft und der ökonomische Anreiz für einen schonenden Umgang mit der Umwelt entfällt.
2. Auf Produzentenseite (z.B. Landwirtschaft) besteht kein Intereresse daran, kollektive Leistungen anzubieten, solange die Nutzniesser nichts für deren Konsum bezahlen.

Dies führt dazu, dass öffentliche Güter im allgemeinen und eine gesunde Umwelt im speziellen von alleine nicht oder nur in ungenügender Menge bereitgestellt werden. Damit ist aus ökonomischer Sicht die Frage der Eigentumsordnung eng verbunden. Unter Eigentumsrecht versteht man dabei das gesetzlich gesicherte Recht, ein Gut auf eine bestimmte Art zu nutzen. Genau diese Frage ist aber bei öffentlichen Gütern vielfach nicht oder nur ungenügend geregelt. Dazu ein Beispiel: Hat die Landwirtschaft das Recht, das Grundwasser als Entsorgungsmedium für überschüssige Pestizide zu verwenden oder haben die Konsumenten Anrecht auf rückstandfreies Trinkwasser. Diese Besonderheiten öffentlicher Güter (fehlende oder nicht durchgesetzte Eigentumsrechte, Nichtanwendung des Ausschlussprinzipes) sind somit wesentliche Ursachen für das Marktversagen im Umweltbereich.

3. Die Landwirtschaft verursacht externe Effekte

Durch die landwirtschaftliche Tätigkeit entstehen *externe Effekte* oder Externalitäten. Darunter versteht man ganz allgemein „Auswirkungen wirtschaftlicher Tätigkeiten, die nicht (nur) diejenigen, die sie verursachen betreffen, sondern auch andere, die ursächlich gar nichts damit zu tun haben" (Kleinewefers 1982). Der Agrarsektor verursacht positive und negative externe Effekte, wobei vorwiegend letztere zu Diskussionen Anlass geben. *Positive externe Effekte* sind beispielsweise die Erhaltung der bäuerlichen Kultur oder die Kulturlandschaftspflege. Zu den *negativen externen Effekten* zählt man zum Beispiel Geruchs- und Lärmemissionen oder Gewässerverschmutzung durch unsachgemässe Düngung. Allen externen Effekten ist gemein, dass sie als Nebenprodukt anfallen und nicht gezielt erbracht werden.[91] Treten sie im Übermass auf, verursachen sie den Betroffenen sogenannte externe Kosten. Solange die Gruppe der Verursacher und der Betroffenen klein ist, besteht die Möglichkeit einer Abgeltung als Verhandlungslösung. Viele Externalitäten weisen jedoch den Charakter öffentlicher Güter auf und eine Verhandlungslösung kommt entsprechend deren Eigenschaften (siehe oben) nicht zustande (Rieder 1994).[92] Eine Erfassung dieser negativen Externalitäten mittels Preisen ist somit nicht möglich und es resultiert Marktversagen.

---

91 Während exerne Effekte unbeabsichtigt anfallen, werden öffentliche Güter gezielt produziert.

92 Ein Beispiel einer Externalität eines privaten Gutes wäre Stroh als Verbundprodukt von Weizen.

Die Frage, weshalb im Bereich Umwelt Marktversagen auftritt und externe Kosten entstehen, lässt sich aus ökonomischer Sicht aus der Kombination der drei Erklärungsansätze Nutzungskonkurrenz, öffentliche Güter und externe Effekt beantworten. Externe Effekte können als Verbrauch des knappen (deshalb Nutzungskonkurrenz) öffentlichen Gutes Umwelt interpretiert werden. Dieser Verbrauch ist übermässig angesichts fehlender oder nicht durchgesetzter Eigentumsrechte an der Umwelt.

6.4.4 Auswirkung der gentechnologischen Entwicklung auf die Nettowohlfahrt unter Einbezug der Umwelt

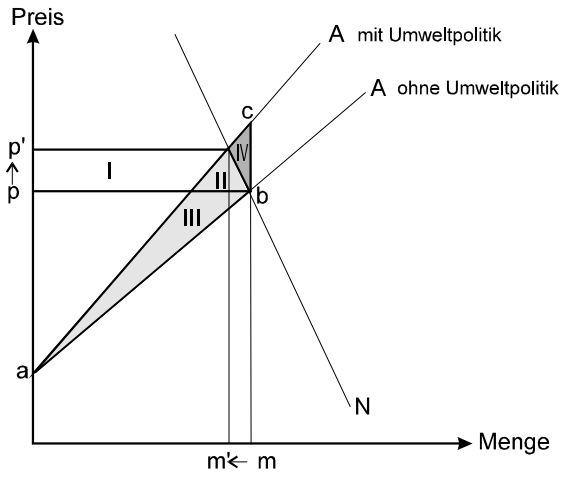
Um einer vollständigen wohlfahrtstheoretischen Betrachtung gerecht zu werden, muss das in Kapitel 6.4.1 eingeführte Rentenkonzept erweitert werden: Neben den Wohlfahrtseffekten auf die Konsumenten, die Produzenten und den Staat müssen auch die Auswirkungen auf die Umwelt in die Analyse integriert werden. Erst dann lässt sich beurteilen, ob durch den Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen und/oder durch die gleichzeitige Entwicklung der übrigen Rahmenbedingungen Veränderungen der Nettowohlfahrt (Δ NW) impliziert werden.

Nach der ökonomischen Theorie ist die Güterproduktion dann optimal, wenn die von den Produzenten angebotene Menge von den Konsumenten gerade auch nachgefragt wird - also die aggregierten Grenzkosten der Produktion der Zahlungsbereitschaft der Nachfrager entspricht (siehe Kapitel 3.3.2). Entsteht nun aber durch die Produktion dieses Gutes eine Belastung der Umwelt, so entspricht die Grenzkostenkurve der Unternehmer nicht dem tatsächlichen Kostenverlauf. Durch die negativen Externalitäten entstehen Kosten, die aufgrund des Marktversagens bei externen Effekten nicht feiwillig vom Unternehmer bezahlt werden (siehe Kapitel 6.4.3). Mittels einer Besteuerung der umweltschädigenden Produktionsaktivitäten können Umwelteffekte auf die verursachenden Produzenten überwälzt werden, wodurch sich deren Grenzkosten der Produktion erhöhen. Die aggregierten neuen Grenzkostenfunktionen ergeben eine neue Angebotskurve und das ursprüngliche Marktgleichgewicht verschiebt sich.

In

Abbildung 22 ist auf der waagrechten Achse z.B. die Menge an Mais und auf der senkrechten Achse dessen Preis dargestellt. Punkt *b* entspricht dabei dem ursprünglichen Marktgleichgewicht einer Situation ohne Umweltpolitik ($A_{\text{ohne Umweltpolitik}} = N$), bei dem die Menge *m* zum Preis *p* produziert und gekauft wird. Durch die Produktion der Maismenge *m* entstehen aber externe Effekte (z.B. Folgen von Überdüngung oder Erosionsschäden) im Umfang der Fläche *abc*. Diese sind umso grösser, je mehr Mais produziert wird. Werden die Kosten dieser negativen Umwelteffekte via Steuer auf die Produzenten überwälzt, erhöhen sich die Grenzkosten der Produzenten und das Angebot geht zurück ($A_{\text{mit Umweltpolitik}}$). Bei unveränderter Nachfrage entsteht ein neues Marktgleichgewicht mit der Menge *m'* und dem Preis *p'*. Das höhere Preisniveau p' bedeutet für die Konsumenten ein Verlust ihrer Rente, weil sie nun mehr für eine Einheit Mais bezahlen müssen. Die Produzenten dagegen kommen in Genuss höherer Preise für ihr Gut und ihre Rente steigt. Zudem entstehen aufgrund der rückläufigen Produktion weniger externe Effekte (ΔE).

Abbildung 22: Nettowohlfahrt unter Einbezug externer Effekte



Die Wohlfahrtsveränderungen ergeben sich aus der Bilanzierung folgender Flächen:

$$\begin{aligned}
\Delta \text{ KR} &= -(\text{Fläche I} + \text{Fläche II}) && \Rightarrow \Delta \text{ KR} > 0 \\
\Delta \text{ PR} &= \text{Fläche I} - \text{Fläche III} \\
\Delta \text{ E} &= -(\text{Fläche II} + \text{Fläche III} + \text{Fläche IV}) \\
\Delta \text{ NW} &= \Delta \text{ PR} + \Delta \text{ KR} + \Delta \text{E} \\
&= (\text{Fläche I} - \text{Fläche III}) + (-\text{Fläche I} - \text{Fläche II}) + (\text{Fläche II} + \text{Fläche III} \\
&\quad + \text{Fläche IV}) \\
&= \text{Fläche IV} && \Rightarrow \Delta \text{ NW} > 0
\end{aligned}$$

Im Vergleich zur Situation ohne Umweltpolitik verbessert sich die Nettowohlfahrt (Fläche IV), wenn die Kosten externer Effekte z.B. mittels einer Steuer auf den Produzenten überwälzt werden. Die Rentenverluste der Konsumenten und je nach Lage der Angebotskurve auch der Produzenten werden durch die verbesserte Umweltqualität überkompensiert.

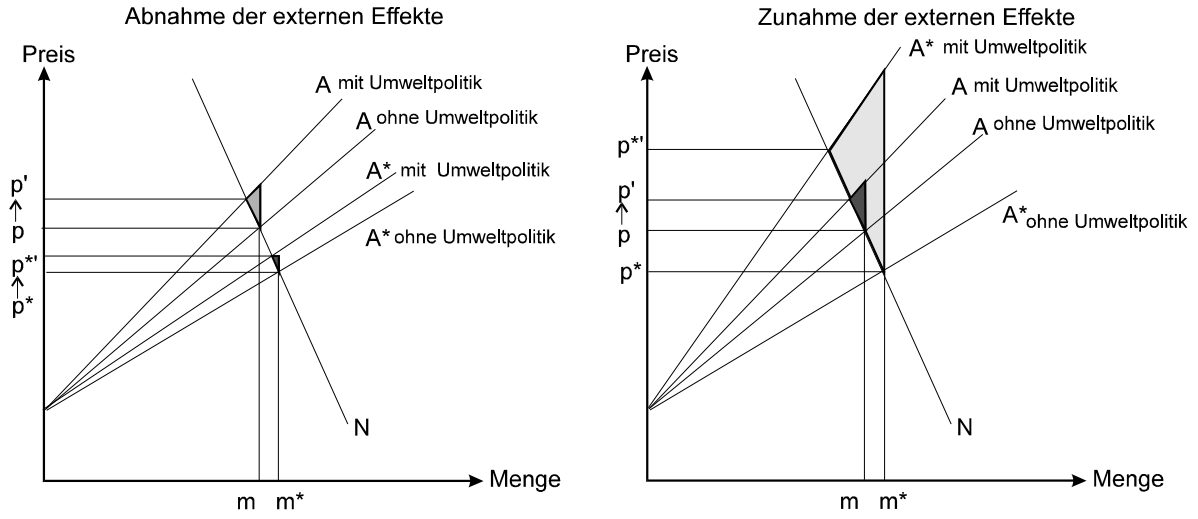
In Kapitel 6.4.2 wurde gezeigt, dass der kostensenkende Effekt eines Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen zu einem Nettowohlfahrtsgewinn führt. Im folgenden soll die Frage nach der Wohlfahrtsveränderung unter Einbezug der externen Effekte diskutiert werden. Dabei werden zwei Varianten betrachtet:

1. Die Nutzung *der Gentechnologie im Pflanzenbau führt zu einer Abnahme der externen Effekte*. Die Umweltqualität verbessert sich, weil weniger schädliche Rückstände aus Pestiziden anfallen. Beispielsweise beziffert Krug (1992) die Kosten zur Entfernung von 1 kg Atrazin aus dem Grundwasser auf 100'000 DM, die nun eingespart werden können.
2. Die Nutzung *der Gentechnologie im Pflanzenbau führt zu einer Zunahme der externen Effekte*. Die Sortenvielfalt der Kulturpflanzen nimmt ab, es werden für den Boden ungünstige Fruchtfolgen gewählt und weitere mögliche ökologische Risiken bestätigen sich. Durch die veränderten Eigenschaften der Kulturpflanzen könnte sich deren Wettbewerbsfähigkeit im Ökosysem verändern und es könnten irreversible Schäden entstehen (Amann 1995).

In Abbildung 23 sind diese beiden Varianten dargestellt. Sowohl für das ursprüngliche Angebot (A) als auch für das aufgrund des technischen Fortschrittes ausgedehnte Angebot (A*) ist der Verlauf der Kurven mit und ohne Umweltpolitik eingezeichnet. Falls mit dem Einsatz der

neuen Technologie weniger externe Effekte entstehen (linke Grafik) dehnt sich das Angebot mit der neuen Technologie selbst bei einer Steuererhebung für negative Umwelteffekte aus ($A_{\text{ohne Umweltpolitik}} < A^*_{\text{mit Umweltpolitik}}$) und es resultiert im Vergleich zur Ausgangssituation ($A_{\text{ohne Umweltpolitik}}$) immer noch ein Nettowohlfahrtsgewinn.
In der Extremsituation einer starken Zunahme der externen Effekte (rechte Grafik) dagegen würde eine Internalisierung der externen Effekte immer teurer für den Produzenten und das Angebot ginge im Vergleich zur Ausgangssituation entsprechend zurück ($A_{\text{ohne Umweltpolitik}} > A^*_{\text{mit Umweltpolitik}}$). Bei unveränderter Nachfragefunktion resultiert daraus ein Nettowohlfahrtsverlust. Das Markgleichgewicht würde sich auf dem sehr hohen Preisniveau (p*') einstellen. Eine Verbesserung der Umwelt ginge somit bei einer unveränderten Nachfragekurve einher mit einem grossen Rentenverlust bei den Konsumenten und je nach Lage der Angebotskurve auch bei den Produzenten (siehe Kapitel 6.4.1).

Abbildung 23: Veränderung der Netto-Wohlfahrt durch die Anwendung von Gentechnologie unter Einbezug externer Effekte



Im Falle einer Liberalisierung des Aussenhandels sinkt der Preis auf ein tieferes Niveau und die Produzenten verkleinern ihr Angebot. Sie erleiden damit einen Rentenverlust, der jedoch durch den Konsumentenrentenzuwachs überkompensiert wird. Aus der Handelsliberalisierung resultiert damitein Nettowohlfahrtsgewinn (siehe Abbildung 21 in Kapitel 6.4.2). Weil zudem die Produktion im Inland zurück geht, entstehen aber auch weniger externe Effekte im Inland und der Nettowohlfahrtsgewinn vergrössert sich zusätzlich. Wenn der Einsatz von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen die externen Effekte im Pflanzenbau reduziert ist der Nettowohlfahrtsgewinn noch grösser. Abbildung 21 zeigt jedoch auch, dass auf dem tiefen Preisniveau (p_{EU}) die Nachfrage nach Gütern das inländische Angebot übersteigt. Die zur Bedürfnisbefriedigung fehlende Menge wird dann aus dem Ausland importiert, was dort zu einem Produktionsanstieg führt. Die Wohlfahrtsverbesserungen im Inland müssen somit, sofern durch eine Produktionsausdehnung im Ausland zusätzliche externe Effekte entstehen, kritisch hinterfragt werden.

6.5 Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen nach dem Konzept der Nachhaltigkeit

Im Sinne einer gesamtheitlichen Schlussbetrachtung werden mit Hilfe des Nachhaltigkeitskonzeptes die Auswirkungen der gentechnologischen Entwicklung und der übrigen veränderten Rahmenbedingungen bezüglich Wirtschaftlichkeit, Umwelteffekten und sozialen Auswirkungen untersucht. Methodisch lassen sich diese drei Komponenten von Nachhaltigkeit mit Hilfe der Ergebnisse bereits untersuchter Aspekte quantifizieren und graphisch darstellen. Das Nachhaltigkeitskonzept stellt somit keine eigentliche Alternativmethode dar - vielmehr erlaubt sie, auf leicht verständliche Weise die diversen Ergebnisse zusammenzufassen und bildhaft darzustellen. Dazu wird in der Folge in einem ersten Abschnitt erklärt, wie bei einer Quantifizierung von Nachhaltigkeit methodisch vorgegangen wird (6.5.1). Anschliessend werden verschiedene mögliche Entwicklungen des Agrarsektors bezogen auf den gentechnischen Fortschritt und die veränderten übrigen Rahmenbedingungen auf ihre Nachhaltigkeit untersucht (6.5.2).

6.5.1 Die drei Dimensionen des Nachhaltigkeitskonzeptes und Kriterien zu deren Beurteilung

Die drei Dimensionen von Nachhaltigkeit, die ökologische, die ökonomische und die soziale Kompontente (siehe Kapitel 6.1.2), lassen sich mit zahlreichen, je nach Autor sehr verschiedenen Kriterien beurteilen. Im Rahmen dieser Arbeit ermöglichen die Erkenntnisse aus der Effizienzanalyse und der Analyse der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung die Bewertung nach dem ökonomischen Kriterium. Die wohlfahrtstheoretische Betrachtung dient der Bewertung der ökonomischen und der ökologischen Komponente. Schliesslich kann die Analyse der Nachfrageseite (Kapitel 5) zur Beurteilung des sozialen Kriteriums herangezogen werden.
Graphisch lassen sich die drei Dimensionen in Form eines dreidimensionalen Koordinatensystemes anschaulich darstellen, wobei jede der Achsen einer Dimension von Nachhaltigkeit entspricht. Ist nun die Beurteilung der drei Komponenten mit Hilfe der verschiedenen Kriterien erfolgt, kann dies auf den Achsen eingezeichnet werden. Wird eine Entwicklung bezüglich einer Komponente als wenig nachhaltig beurteilt, so liegt die eingezeichnete Stelle auf der entsprechenden Achse nahe beim Ursprung[93] des Koordinatensystems. Je weiter entfernt vom Ursprung dagegen die Stelle markiert wird, umso nachhaltiger bezüglich der entsprechenden Komponente ist die Entwicklung. Die markierten Stellen auf den drei Achsen werden in der Folge verbunden und spannen ein Dreieck auf. Je grösser nun das Dreieck, desto nachhaltiger ist die Entwicklung in bezug auf die ökologische, ökonomische und soziale Komponente zu beurteilen

6.5.2 Beurteilung verschiedener Entwicklungen des Agrarsektors auf ihre Nachhaltigkeit

Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedentlich Annahmen für die Veränderungen des wirtschaftlichen und politischen bzw. des technologischen Umfeldes getroffen. In Tabelle 11 sind die für eine Nachhaltigkeitsanalyse relevanten möglichen Entwicklungen in Form einer Matrix dargestellt. Die möglichen Entwicklungen des wirtschaftlichen und politischen Umfeldes sind dabei auf zwei Varianten beschränkt (vgl. Kapitel 4.2.5): Eine wettbewerbsorientiertere an das GATT-Abkommen minimal angepasste Agrarpolitik (*AP 2002*) und eine der weitgehenden Liberalisierung des Aussenhandels (z.B. EU-Beitritt) entsprechende Agrarpolitik (*Handels-liberalisierung*). Für die Gentechnologie werden vier Varianten betrachtet: *Einsatz*

[93] Der Ursprung in einem Koordinatensystem befindet sich dort, wo die verschiedenen Achsen gemeinsam entspringen.

der Gentechnologie nur im Inland, nur im Ausland, im In- und Ausland bzw. weder im Inoch im Ausland (vgl. Kapitel 6.3.3). In dieser letzten Variante sind alternative Pflanzenschutzstrategien (BIO, IP) stark verbreitet. Bezüglich der gentechnischen Entwicklung wird zudem unterschieden zwischen einer die externen Effekte vergrössernden (*neg. Externalitäten* ↑) bzw. verkleinernden (*neg. Externalitäten* ↓) Technologie (vgl. Kapitel 6.4.4).

Tabelle 11: Mögliche Entwicklungen des Agrarsektors in bezug auf den gentechnischen Fortschritt und die veränderten übrigen Rahmenbedingungen

		neg. Externalitäten ↑	neg. Externalitäten ↓
Gentechnologie nur in der Schweiz	AP 2002	❶	❷
	Handelsliberalisierung		
Gentechnologie in der Schweiz & im Ausland	AP 2002		
	Handelsliberalisierung	❸	❹
Gentechnologie nur im Ausland	AP 2002	❺	
	Handelsliberalisierung		
Ohne Gentechnologie (Ökologisierung IP, Bio)	AP 2002		❻
	Handelsliberalisierung		❼

Wie aus Tabelle 11 ersichtlich, ergeben sich 16 mögliche Kombinationen bzw. mögliche Entwicklungen. Die folgende Nachhaltigkeitsanalyse wird jedoch auf sieben Varianten (❶ bis ❼) beschränkt: Eine ohnehin unwahrscheinliche Beschränkung einer Anwendung von Gentechnologie nur auf die Schweiz bzw. deren Anwendung nur im Ausland wäre bei einer Handelsliberalisierung kaum durchsetzbar. Bei einer parallelen Technologieentwicklung in der Schweiz und im Ausland ist es dagegen realistisch, eine Liberalisierung des Aussenhandels vorauszusetzen. Bei den Varianten ohne Gentechnologie wird aufgrund der Ergebnisse der Modellrechnungen (Kapitel 4.3) von einer zunehmenden Verbreitung der alternativen Pflanzenschutzstrategien (Bio und IP) ausgegangen, die somit zu einer Verkleinerung der externen Effekte führen.

In

Tabelle 122 werden die ausgewählten sieben möglichen Entwicklungen des Agrarsektors mit Hilfe der verschiedenen, bereits untersuchten Kriterien bezüglich ihrer Nachhaltigkeit untersucht. Ein Pluszeichen [+] bedeutet dabei, dass für ein Kriterium in der entsprechenden Variante eine positiv ([++] sehr positiv); bei einem Minuszeichen [-] eine negativ ([--] sehr negativ) zu wertende Veränderung erwartet werden kann. Eine Bewertung in Klammern [(+) bzw. (-)] heisst, dass *leicht positive* bzw. *leicht negative* Veränderungen bezüglich des Kriteriums angenommen werden können. In der zweiten Tabellenspalte ist zudem jeweils angegeben, in welchem Kapitel sich genauere Ausführungen zum Kriterium und dessen Bewertung befinden.

Tabelle 12: Beurteilung verschiedener Entwicklungen des Agarsektors bezüglich der Kriterien von Nachhaltigkeit

Variante:	Erkenntnisse aus Kapitel	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
ökonomische Kriterien		***(+)***	**+**	***(+)***	**+**	***(-)***	**-**	**+**
Einzelbetr. Produktionskosten	3 &4	+	+	+	+	(+)	(+)	(+)
Sektorangebot	3.3.1	+	+	+	+	(-)	-	(-)
Produzentenpreise	4.2	-	-	--	--	(-)	-	-
Konsumentenpreise	4.2	+	+	++	++	(+)	+	+
Betriebseinkommen	4.3	(-)	(-)	-	-	(-)	(-)	-
Betriebsstrukturen	3 & 4.3	(+)	(+)	+	+	(+)	(-)	+
Bruttowertschöpfung Landw.	6.2.1	+	+	-	-	(-)	-	-
Bruttowertschöpfung Chemie	6.2.2	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	-	-
Volksw. Effizienz	6.3	+	+	+	+	(-)	(+)	+
Wohlfahrt ohne Umweltkosten	6.4.2	(+)	+	+	++	(-)	(-)	+
Wohlfahrt inkl. Umweltkosten	6.4.4	--	+	-	++	(-)	(+)	++
ökologische Kriterien		**-**	**+**	**-**	**+**	**+**	**++**	**++**
Anteil Bio/IP-Betriebe a)	2.1 / 4.3	(+)	(+)	(+)	(+)	+	++	++
Düngungsintensität b)	2.2 / 4.3	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	++	++
Pestizidintensität	2.2 / 4.3	(+)	++	+	++	(+)	++	++
Sortenvielfalt	2.2 / 4.3	-	-	-	-	(+)	(+)	(+)
Gefahren der Technologie	6.4.2	---	(-)	---	(-)	+	+	+
soziale Kriterien		**-**	***(+)***	**-**	***(+)***	**+**	**++**	**+**
Sicheres Einkommen Produzenten	4.3	+	+	(+)	(+)	+	+	+
Produzentenziel nicht monetäre	3.1.2	--	-	-	(-)	(+)	+	(+)
Arbeitsplätze in der Landwirtschaft	4.3	(+)	(+)	-	-	-	+	(-)
Wahrnehmung ökol.Kriterien	5	--	+	--	+	+	++	+
Versorungssicherheit c)	5	+	+	++	++	(+)	-	-
Food-Safety d)	5	-- [+]	- [+]	-- [+]	- [+]	(+)	++	+
Konsumentensouveränität e)	5	+	+	+	+	+	-	+

a) Der Anteil IP- und Biobetriebe nimmt für alle Varianten aufgrund des hohen ökonomischen Anreizes der Direktzahlungen zu (vgl. Kapitel 4.3).

b) Die Düngungsintensität kann sich aufgrund des biologisch-technischen Fortschrittes erhöhen. Für die Varianten, wo Gentechnologie zu einer Abnahme der externen Effekte führt, wird davon ausgegangen, dass über die ganze Fruchtfolge betrachtet keine Erhöhung der Düngungsintensität erfolgt und sich aufgrund der sichereren Erträge infolge Krankheits- und Schädlingsresistenz der mengenmässige Einsatz von Dünger reduziert.

c) Unter Versorgungssicherheit versteht man die langfristige Sicherung des physischen Nahrungsmittelbedarfes auch unter sich verändernden Rahmenbedingungen zu relativ stabilen Preisen. Sie ist somit eng mit den Auswirkungen auf das inländische Angebot verbunden.

d) Food-Safety umfasst die ernährungsphysiologische Qualität ebenso wie die Abwesenheit von Rückständen an Pestiziden, Hormonen u. ä. . Dabei wird zuerst die vom Konsumenten subjektiv wahrgenommene Nahrungsmittelsicherheit angegeben, welche z.T. erheblich von der objektiveren Einschätzung durch Experten (Angabe in Klammern) abweicht.

e) Unter Konsumentensouveränität wird die Wahlfreiheit im Angebot verstanden. Diese ist bei Handelsliberalisierung grösser als bei Protektionismus. Bezüglich der Anwendung von Gentechnologie setzt Konsumentensouveränität eine Deklaration dieser Produkte voraus.

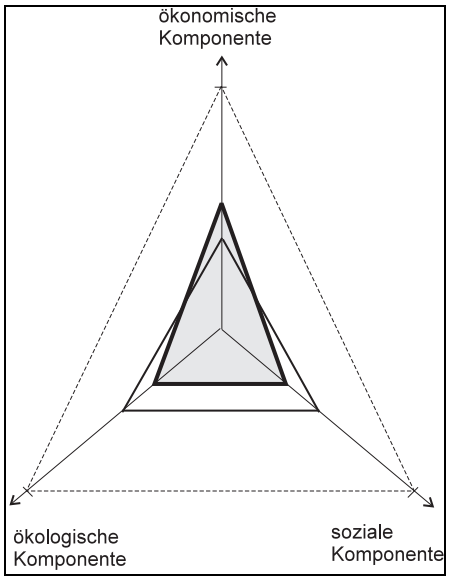
Aus

Tabelle 12 ist ersichtlich, dass sich die möglichen Entwicklungen des Agrarsektors in bezug auf den gentechnischen Fortschritt und die veränderten übrigen Rahmenbedingungen in vier Gruppen einteilen lassen:

1. *Wirtschaftliche, aber weder ökologische noch sozialverträgliche Entwicklung* (ökonomische Dimension (+), ökologische Dimension -, soziale Dimension -):
   → gilt für Entwicklungsvarianten 1 und 3 (zu Entwicklungsvarianten siehe Tabelle 11).
2. *Wirtschaftliche und ökologische Entwicklung, die auch zu einer leichten Verbesserung der sozialen Dimension führt* [+/ +/ (+)]
   → gilt für Entwicklungsvarianten 2 und 4
3. *Nicht wirtschaftliche, aber ökologische und sozialverträgliche Entwicklung* [-/ +/ +]
   → gilt für Entwicklungsvarianten 5 und 6
4. *Wirtschaftliche, ökologische und sozialverträgliche Entwicklung* [+/ ++/ +]
   → gilt für Entwicklungsvariante 7

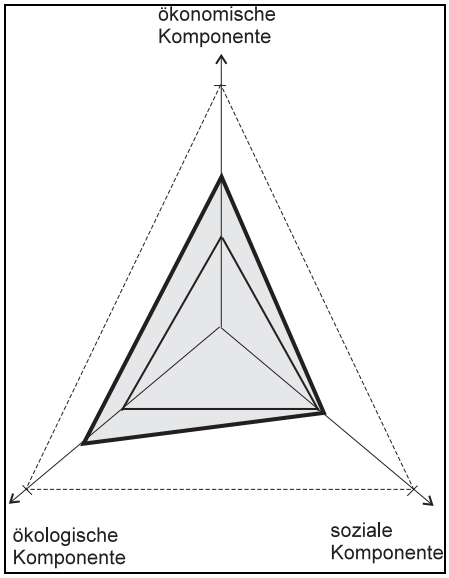
In Abbildung 24 werden für diese vier Entwicklungsvarianten die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsanalyse graphisch dargestellt. Dabei wird ein immer gleich grosses Nachhaltigkeitsdreieck als Ausgangssituation willkürlich festgelegt, um danach die relativen Auswirkungen verschiedener Entwicklungen anschaulich darstellen zu können. Das neue Nachhaltigkeitsdreieck ist zur besseren Übersicht schwach schattiert.

Abbildung 24: Graphische Darstellung der Ergebnisse der Nachhaltigkeitsanalyse



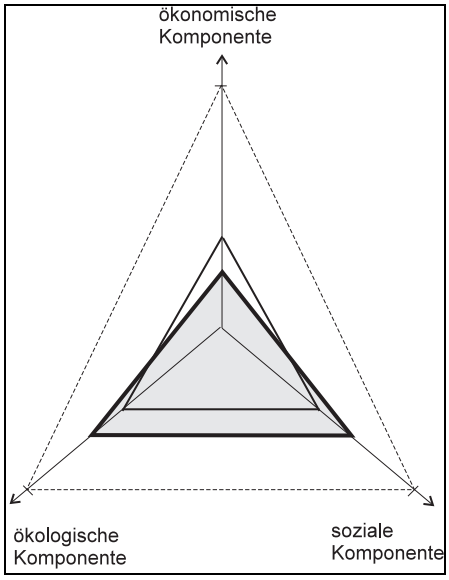
1. Wirtschaftliche, aber weder ökologische noch sozialverträgliche Entwicklung [(+), -, -]

Der Einsatz gentechnisch erzeugter Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge kann bezüglich der meisten ökonomischen Kriterien als positiv beurteilt werden. Weil die neue Technologie aber eine Vermehrung der negativen externen Effekte bewirkt, führt dies zu einer Verschlechterung der sozialen und der ökologischen Komponente von Nachhaltigkeit. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Gentechnologie nur in der Schweiz oder auch im Ausland zum Einsatz gelangt.



2. Wirtschaftliche und ökologische Entwicklung, die auch zu einer leichten Verbesserung der sozialen Dimension führt [+, +, (+)]

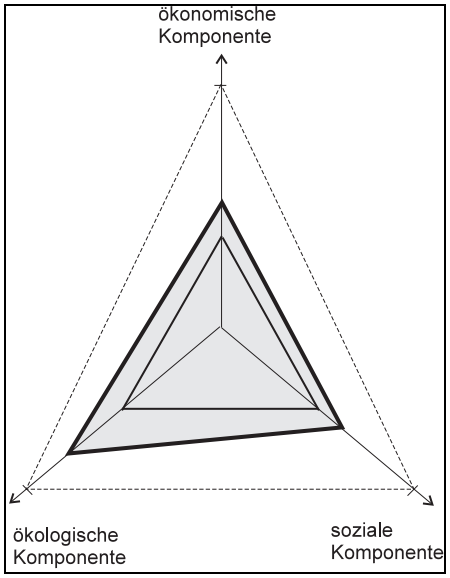
Wenn sich durch den Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen die negativen externen Effekte auf die Umwelt verkleinern, so wird mit der neuen Technologie eine Verbesserung aller, vor allem aber der sozialen und der ökologischen Komponente von Nachhaltigkeit erreicht. Dabei ist es in einer gesamtheitlichen Betrachtung wiederum nicht relevant, ob die Gentechnologie nur in der Schweiz oder auch im Ausland zum Einsatz gelangt.



tigkeit.

3. Nicht wirtschaftliche, aber ökologische und sozialverträgliche Entwicklung [-, +, (+)]

Falls gentechnisch veränderte Nutzpflanzen nur im Ausland zum Einsatz gelangen, weil z.B. die Schweiz ein Verbot für diese Technologie erlässt, dann entsteht eine aus ökonomischer Perspektive wenig nachhaltige Situation. Aber auch wenn Gentechnolgie nirgendwo zum Einsatz gelangt, ist die Entwicklung des Agrarsektors, ohne weitergehende Liberalisierung des Aussenhandels, als ökonomisch wenig nachhaltig zu beurteilen. Gleichzeitig ist aber einerseits z.B. der Verzicht auf Gentechnologie sozialverträglich und andererseits führt die Bevorzugung alternativer Pflanzenschutzstrategien (IP, BIO) zu einer Verbesserung der ökologischen Komponente von Nachhal-



4. Wirtschaftliche, ökologische und sozialverträgliche Entwicklung [+, ++, +]

Eine Liberalisierung des Aussenhandels und eine marktorientierte, wettbewerbsfähige und umweltverträgliche (IP, BIO) Agrarpolitik ist nach allen drei Dimensionen als nachhaltig zu beurteilen. Sie entspricht einer ökologischen Wettbewerbslandwirtschaft. Voraussetzungen dazu sind ein starker Abbau der bestehenden Förderungspolitik, eine Bindung verbleibender Massnahmen an Umweltauflagen und zusätzliche Mittel für besondere ökologische Leistungen (inkl. Förderung von IP- und Bio-Betrieben).

Eine volkswirtschaftliche Analyse nach dem Konzept der Nachhaltigkeit zeigt somit, dass der Einsatz von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge nur dann gleichermassen wirtschaftlich, ökologisch und sozialverträglich ist, wenn die neue Technologie keine zusätzlichen negativen externen Effekte erzeugt. Ohne gentechnologischen Fortschritt ist eine Förderung alternativer Pflanzenschutzstrategien (IP, BIO) nur dann nach allen drei Dimensionen als nachhaltig zu beurteilen, wenn gleichzeitig eine schrittweise Liberalisierung des Aussenhandels und ein Umbau der Agrarpolitik zu einer international wettbewerbsfähigeren und umweltschonenden Landwirtschaft führt.

Zusammenfassung

- Zur Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines Einsatzes von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge wird ein ***vierstufiges Vorgehen*** gewählt. In der *volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung* kommen Veränderungen der Endergebnisse der Wirtschaftssektoren, seien dies nun Auswirkungen auf das Produktionsergebnis der Landwirtschaft oder der (Agro-)Chemiebranche, zum Ausdruck. Mit einer *Effizienzanalyse* wird beurteilt, ob die Produktionsfaktoren tatsächlich zur grösstmöglichen Güterproduktion herangezogen wurden und somit effizient eingesetzt worden sind. Der *wohlfahrtstheoretische Ansatz unter Einbezug der Umwelt* dient dazu, Aussagen über die Entwicklung der gesellschaftlichen Wohlfahrt („Lebensqualität“) zu machen. Dabei interessiert u.a. die Frage, wie sich mit dem Einsatz der neuen Technologie die sozialen Kosten im Zusammenhang mit möglichen Umweltschäden verändern. Abschlies-send werden auch schwieriger quantifizierbare ökologische und soziale Indikatoren zu einer Beurteilung herangezogen, um zukünftige volkswirtschaftliche Entwicklungen nach dem *Prinzip der Nachhaltigkeit* zu beurteilen.
- Die Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf die *volkswirtschaftliche Gesamtrechnung* sind marginal. Der totale frankenmässige Pestizidverbrauch durch die Schweizer Landwirtschaft von 134 Mio. Fr. (1994) lässt sich unter den getroffenen Annahmen lediglich um 19.7 Mio. Franken reduzieren. Die ***Bruttowertschöpfung des Agrarsektors*** von 5’064 Mio. Franken (1994) wird durch dieses Einsparungspotential dagegen kaum berührt.

Wenn dagegen im Zuge einer verstärkten Bindung der Direktzahlungen an ökologische Anbauverfahren (IP, Bio) im Extremfall alle konventionellen Betriebe auf IP oder BIO umstellen, könnte ein Grossteil der gesamten Pflanzenschutzmittelmenge im Umfang von 134 Mio. Franken eingespart werden. Durch die Abkehr von staatlich garantierten Hochpreisen bei einer schrittweisen Liberalisierung des Aussenhandels wird allerdings die Bruttowertschöpfung der Landwirtschaft stark reduziert und der Spareffekt pflanzenschutzextensiver Produktionsverfahren mehr als nur kompensiert.

- Die Auswirkungen einer Verfügbarkeit gentechnisch resistenter Nutzpflanzen auf das Endergebnis der gesamten Chemiebranche sind gering. Die ***Bruttowertschöpfung der Chemiebranche*** von 9’981 Mio Fr. (1990) ergibt sich hauptsächlich aus der Produktion von Pharmazeutika und Kosmetika, gefolgt von photochemischen Erzeugnissen und der Agrochemie. Zudem setzt sich der Agrochemikalienmarkt nur zu 50 % aus Fungiziden und Insektiziden zusammen. Viele Unternehmen engagieren sich im Hinblick auf die gentechnische Entwicklung auch bereits im Saatgutbereich. Die zukünftigen Preisentwicklungen sowohl für chemische Erzeugnisse als auch für die zu deren Produktion notwendigen Produktionsfaktoren sind für die Entwicklung der Branche weit relevanter.

- Um die relative ***Effizienz einer Volkswirtschaft*** beurteilen zu können, wird das Konzept der komparativen Kostenvorteile herangezogen. Dieses ermöglicht, die Effizienz verschiedener Produktionssysteme innerhalb einer Volkswirtschaft zu beurteilen bzw. die volkswirtschaftliche Effizienz der Produktion eines Gutes in mehreren Ländern zu vergleichen. Die Schweizer Landwirtschaft ist aufgrund starker Wettbewerbsverzerrungen (z.B. staatlicher Agrarinterventionismus) unter den heutigen Rahmenbedingungen weder konkurrenzfähig verglichen mit der Agrarproduktion im Ausland, noch effizient im Vergleich zu den meisten übrigen Branchen im Inland.
- In welche Richtung sich die komparativen Kostennachteile und die volkswirtschaftliche Effizienz durch den Einsatz von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge verändern hängt einerseits davon ab, inwieweit das Ausland die neue Technologie einsetzt und andererseits wie sich die übrigen Rahmenbedingungen entwickeln. Es wurden vier mögliche Varianten untersucht:

1. Die *Schweiz ist absoluter Vorreiter in der gentechnischen Entwicklung* und vorerst einziges Land, das die neue Technologie nutzt. Im Vergleich zum Ausland verringern sich die komparativen Kostennachteile, und die volkswirtschaftliche Effizienz verbessert sich.
2. *Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen gelangen in der Schweiz und im umliegenden Ausland zum Einsatz*. Weltweit könnten die durch diesen technischen Fortschritt induzierten tieferen Grenzkosten der Produktion zu einer sinkenden Tendenz der Welthandelspreise für Agrargüter führen. Trifft diese Entwicklung ein, so sinkt die Wertschöpfung der schweizerischen Agrarprodukte bewertet zu Weltmarktpreisen. Falls dieser Effekt grösser ist als der Anstieg der inländischen Wertschöpfung aufgund der neuen Technologie, verschlechtert sich die volkswirtschaftliche Effizienz im Vergleich zum Ausland.
3. *Der Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen ist in der Schweiz nicht erlaubt*. Die komparativen Kostennachteile der Schweizer Landwirtschaft vergrössern sich und wenn durch die Anwendung der neuen Technologie im Ausland die Weltmarktpreise sinken, verschlechtert sich die volkswirtschaftliche Effizienz.
4. Zusätzlich zur weltweiten Anwendung von Gentechnologie im Pflanzenbau verändert sich das *wirtschaftliche und politische Umfeld* des Agrarsektors (z.B. EU-Beitritt). Die volkswirtschaftliche Effizienz verbessert sich nur dann, wenn entweder die Faktorkosten zur Agrargütererzeugung durch die Aussenhandelsliberalisierung sinken oder wenn sich durch einen verstärkten Strukturwandel der Faktoraufwand je Outputeinheit verkleinert.

- Bei der ***wohlfahrtstheoretischen Analyse*** der Auswirkungen der gentechnischen Entwicklung bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen werden mit Hilfe des Rentenkonzeptes die Wohlfahrtseffekte für die Produzenten, die Konsumenten und den Staat betrachtet. Die gentechnologische Entwicklung im Pflanzenbau führt zu sinkenden Grenzkosten in der Produktion, zu einer Veränderung des sektoriellen Angebotes und damit bei konstanter Nachfrage zu sinkenden Preisen. Von den tieferen Preisen profitieren die Konsumenten, während die Rente der Produzenten nur ansteigt, wenn die Preiseinbusse durch eine Produktionsmengenausdehnung wettgemacht werden kann. Gesamtheitlich resultiert ein Nettowohlfahrtsgewinn. Wenn gleichzeitig im Zuge einer Liberalisierung des Aussenhandels die Preise sinken, erleiden die Produzenten dagegen mit Sicherheit einen Rentenverlust. Dieser wird aber durch einen massiven Konsumentenrentenzuwachs stark überkompensiert und erwirkt unter den getroffenen Annahmen einen positiven Wohlfahrtseffekt, der deutlich grösser sein dürfte als der Wohlfahrtsgewinn aufgrund der Anwendung der neuen Technologie.

- Um einer vollständigen wohlfahrtstheoretischen Betrachtung gerecht zu werden, müssen auch die ***Wohlfahrtseffekte auf die Umwelt*** in die Analyse integriert werden. Entsteht durch die Produktion eines Gutes eine Belastung der Umwelt (negative externe Effekte), entsprechen die Grenzkosten des Unternehmers nicht dem tatsächlichen Kostenverlauf. Aufgrund des Marktversagens im Umweltbereich werden diese Kosten von niemandem freiwillig übernommen. Mittels einer Besteuerung der umweltschädigenden Produktionsaktivitäten können Umwelteffekte auf die verursachenden Produzenten überwälzt werden. Dadurch erhöhen sich die Grenzkosten der Produzenten und das Angebot geht zurück. Bei unveränderter Nachfrage entsteht ein neues Marktgleichgewicht bei einem höheren Preisniveau und einer geringeren Produktionsmenge. Die Rentenverluste der Konsumenten und, falls die Verkaufseinbussen nicht durch höhere Preise kompensiert werden können, auch der Produzenten, werden durch die verbesserte Umweltqualität aufgrund der geringereren Produktion überkompensiert.

- Bei der Analyse der Wohlfahrtsveränderungen aufgrund des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen unter Einbezug der externen Effekte werden zwei Varianten betrachtet:

1. *Die Nutzung der Gentechnologie im Pflanzenbau führt zu einer Abnahme der externen Effekte* (z.B. reduzierter Pestizideinsatz). Das Angebot bei Nutzung der neuen Technologie dehnt sich selbst bei einer Steuererhebung für negative Umwelteffekte aus, und es resultiert im Vergleich zur Ausgangssituation ein Nettowohlfahrtsgewinn.
2. *Die Nutzung der Gentechnologie im Pflanzenbau führt zu einer Zunahme der externen Effekte* (z.B. Abnahme der Sortenvielfalt der Kulturpflanzen, Ungewissheit bezüglich der Auswirkungen der veränderten Eigenschaften der Kulturpflanzen). Eine Internalisierung der externen Effekte würde für den Produzenten teurer und das Angebot ginge im Vergleich zur Ausgangssituation entsprechend zurück. Eine Verbesserung der Umwelt ginge einher mit einem grossen Rentenverlust bei den Konsumenten und je nach Lage der Angebotskurve auch bei den Produzenten. Bei unveränderter Nachfragefunktion resultiert daraus ein Nettowohlfahrtsverlust.

Bei einer gleichzeitigen Liberalisierung des Aussenhandels übersteigt auf dem tiefen Preisniveau die Nachfrage nach Gütern das inländische Angebot, und die fehlende Menge wird aus dem Ausland importiert. Die Wohlfahrtsverbesserungen im Inland müssen somit, sofern durch eine Produktionsausdehnung im Ausland zusätzliche externe Effekte entstehen, kritisch hinterfragt werden.

- Eine ***volkswirtschaftliche Analyse nach dem Konzept der Nachhaltigkeit*** zeigt, dass der Einsatz von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge nur dann gleichermassen wirtschaftlich, ökologisch und sozialverträglich ist, wenn die neue Technologie keine zusätzlichen negativen externen Effekte erzeugt. Ohne gentechnologischen Fortschritt ist eine Förderung alternativer Pflanzenschutzstrategien (IP, BIO) nur dann nach allen drei Dimensionen als nachhaltig zu beurteilen, wenn gleichzeitig eine schrittweise Liberalisierung des Aussenhandels und ein Umbau der Agarpolitik zu einer international wettbewerbsfähigeren und umweltschonenden Landwirtschaft führen.

7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Rahmen des „Schwerpunktprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung“ organisiert die Fachstelle für Biosicherheitsforschung und Abschätzung von Technikfolgen (BATS) eine „*Technikfolgenabschätzung zur Freisetzung krankheits- und schädlingsresistenter Nutzpflanzen“*. Das Institut für Agrarwirtschaft der ETH in Zürich wurde mit der Analyse der wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener technischer Alternativen zur Reduktion des Pestizideinsatzes in der Schweiz beauftragt. Die zu betrachtenden technischen Alternativen des Pflanzenschutzes sind 1. der konventionelle Landbau, 2. der Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen und 3. der Biologische Landbau. Konkret werden, sowohl aufgrund ihrer Krankheitsanfälligkeit als auch wegen ihrer Bedeutung für den schweizerischen Ackerbau, die Kulturen Weizen, Kartoffeln, Raps, Mais und Zuckerrüben in die Betrachtung integriert. Die Annahmen für die Abbildung der gentechnisch veränderten krankheits- und schädlingsresistenten Kulturen basieren auf einer Zusammenstellung des Instituts für Pflanzenwissenschaften der ETH Zürich. Die ökonomischen Auswirkungen eines Einsatzes der neuen Technologie werden aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Perspektive analysiert.

Durch den Einsatz von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge können teilweise ***Produktionskosten eingespart*** werden. Dieses Einsparungspotential ergibt sich aus dem reduzierten Pestizideinsatz und möglichen Arbeitszeiteinsparungen aufgrund einer reduzierten Anzahl Pflanzenschutzbehandlungen. Bei *Weizen* wird von einer allgemeinen Resistenz gegen Pilzkrankheiten ausgegangen, wodurch Pestizidkosten von ca. Fr. 150.- je ha eingespart werden können. Bei *Zuckerrüben* wird eine Resistenz gegen verschiedene Krankheiten und eine allgemeine Verbesserung der Robustheit angenommen. Damit kann die neue Sorte auf Endabstand gesät werden, wodurch aber eine zusätzliche Herbizidbehandlung für Fr. 155.- je ha nötig wird. Bei den *Kartoffeln* wird die Annahme getroffen, dass mit der neuen Sorte Produktionskosten von rund Fr. 350.- je ha eingespart werden können und der maximale Anteil von Kartoffeln in der Fruchtfolge von 33 % auf 50 % erhöht werden kann. Beim *Raps* dürften sich mit neuen resistenten Sorten Fr. 360.- je ha einsparen lassen. Auf eine genauere Betrachtung von *Mais* wird verzichtet, da sich höchstens Kosten in marginaler Grösse einsparen liessen.

Die ***Bereitschaft der Landwirte zur Übernahme einer neuen Technologie*** ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Im Zusammenhang mit dem Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen sind insbesondere relevant:

- Das *Zielsystem des Landwirtes*: Neben ökonomischen Zielen (z.B. Gewinnmaximierung) sind auch Ziele und Wertvorstellungen allgemeiner Art von Bedeutung. So widerspricht die ablehnende Haltung der Gesellschaft dem Wunsch des Landwirtes nach sozialer Anerkennung; ethische Überlegungen prägen die Sinnerfüllung beim Leben und Arbeiten; die mögliche Arbeitszeitersparnis einer neuen Technologie entspricht dem Wunsch nach mehr Freizeit.
- Die erwarteten *Effekte auf der Kosten- bzw. der Ertragsseite*: Im Rahmen dieser Arbeit wird die Annahme getroffen, dass gentechnisch veränderte krankheitsresistente Nutzpflanzen gleiche Erträge aufweisen wie die Ausgangspflanzen. Dagegen erwartet der Landwirt Produktionskosteneinsparungen.
- Die vorhandenen *Informationen* über die Technologie: Die Entscheidungssituation, gentechnisch veränderte Nutzpflanzen einzusetzen, bildet eine Ungewissheitssituation, weil bezüglich dieser Technologie erst wenige Praxiserfahungen bestehen. Zudem ist die zu-

künftige Entwicklung der politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ebenfalls unsicher. Die Frage, ob und wieviele Produzenten die Gentechnologie als zusätzlichen Ungewissheitsfaktor akzeptieren werden, ist somit schwer zu beantworten. Entscheidend ist auch der Zeitpunkt einer Übernahme neuer Technologien, da sich beim späten Einstieg die Gewinne (sog. „windfall-profits“) der Innovatoren und frühen Übernehmer durch zu viele Nachahmer wieder verkleinern.

- Die *Betriebsgrössenabhängigkeit der Technologie*: Gentechnisch veränderte krankheits- und schädlingsresistenten Nutzpflanzen entsprechen wie die herkömmlichen züchterischen Anstrengungen und anbautechnischen Neuerungen einem biologisch-technischen Fortschritt. Dessen Anwendung ist weitgehend betriebsgrössenneutral und auch für strukturell benachteiligte Produzenten nutzbar.

Falls sich ein Produzent für die Nutzung der neuen Technologie entscheidet, verändert sich dadurch das Verhältnis von Input (z.B. Dünger, Pflanzenschutzmittel) zu Output (z.B. Weizen). Dieser produktionstechnische Zusammenhang kann in Form von Produktionsfunktionen mathematisch und graphisch dargestellt werden. Der Einsatz gentechnisch veränderter Sorten bewirkt nun eine ***Veränderung der Produktionsfunktion des Landwirtes***:

- In der konventionellen Produktion ergibt sich bei angenommenen konstanten Erträgen der neuen Sorten keine Veränderung der Produktionsfunktion. Das bisherige Ertragsniveau wird jedoch ohne Fungizideinsatz erreicht, was sich kostenmässig günstig auswirkt.
- Der bisher ohne Fungizideinsatz produzierende Landwirt kann ohne zusätzliche Fungizidkosten ein höheres Ertragsniveau erreichen. Da auf dem höheren Ertragsniveau der optimale Düngereinsatz höher ist, wird dies bei konstanten Produkt- und Faktorpreisen zu einer Steigerung der Düngungsintensität führen.
- Falls sich unter der Annahme konstanter Faktorpreise für gentechnisch veränderte Produkte ein anderer Marktpreis ergibt (neuer Grenzerlös), wird im Falle höherer Preise (z.B. aufgrund qualitativer Verbesserungen) der Düngereinsatz erhöht, im Falle tieferer Preise reduziert.

Der Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen führt zu einer ***Verschiebung des optimalen Input/ Outputverhältnis*** (Grenzerlös = Grenzkosten), das sich bei einer grössen Produktionsmenge einstellt. Dadurch steigt der Gewinn und das Einkommen des Landwirtes. In der Realität kann aber bei vielen Produkten die Produktionsmenge nicht beliebig ausgedehnt werden. Die zu untersuchenden Kulturen können deshalb in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Der Anbau von *Weizen* und *Kartoffeln* ist weder mengen- noch flächenmässig beschränkt. Die theoretischen Überlegungen zu den Auswirkungen der Gentechnologie als biologisch-technischer Fortschritt können auf diese Produkte übertragen werden.
- Der Anbau von *Zuckerrüben* und *Raps* ist beschränkt. Bei diesen Produkten bleibt der Effekt von Gentechnologie im Pflanzenbau auf die kostengünstigere Produktion der bisherigen Mengen beschränkt. Dies gilt auch für *Mais*, dessenen Anbau als Rauhfutter vom Rindviehbestand abhängig ist und dessen Überschüsse nur beschränkt handelbar sind.

Der Einsatz der Gentechnologie kann neben der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung und der Agrarpolitik eine ***Wirkung auf den Strukturwandel*** innerhalb der Landwirtschaft haben. Wenn sich aufgrund des Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf der Ebene des Einzelbetriebes die Angebotsmenge erhöht, führt dies aggregiert zu einem grösseren sektoriellen Angebot. Wenn gleichzeitig die durch die Konsumenten nachgefragte Gütermenge gleich

bleibt, entsteht ein Angebotsüberhang, und die Produktepreise sinken. Dadurch wird für die Landwirte, deren Produktionskosten höher liegen als der neue Preis, die Produktion unattraktiv.

Da gentechnisch veränderte Nutzpflanzen in der Schweiz bisher noch keinen Einzug in die Praxis gefunden haben, sind vergleichende Aussagen über die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener Pflanzenschutzstrategien bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen nur mittels ***Simulationsrechnungen*** möglich. Für die Modellierung werden dabei eine Reihe von Annahmen für die Entwicklung der relevanten struktur- und einkommensbestimmenden Grössen des Agarsektors getroffen. Als Betrachtungszeitpunkt wird dabei das Jahr 2005 gewählt. Es wird die Annahme getroffen, dass in diesen Zeithorizont gentechnisch erzeugte resistente Nutzpflanzen für einen Grossteil der Landwirte verfügbar sein werden. Die Ergebnisse der Berechnungen mit einem linearen Optimierungsmodell können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Veränderungen der Betriebsstrukturen und die monetären Effekte sind haupsächlich auf die neuen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Liberalisierung des Aussenhandels im Rahmen der Anpassungen an das GATT-Abkommen bzw. Annäherung an die EU) zurückzuführen. Bei sinkenden Preisen für Ackerfrüchte und zunehmend höheren Direktzahlungen für umweltschonende Produktionsmethoden (BIO, IP) lohnt sich der konventionelle Landbau trotz der Verfügbarkeit von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen unter den getroffenen Annahmen nicht.
- Solange der Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf die konventionelle Produktionsmethode beschränkt ist, werden sich die Auswirkungen der Gentechnologie im Pflanzenbau auf einen geringen Kosten- und Einkommenseffekt für die wenigen in Zukunft noch konventionell wirtschaftenden Betriebe beschränken. Wäre dagegen die Anwendung von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen in der integrierten Produktion zugelassen, würden IP-Betriebe gegenüber BIO-Betrieben konkurrenzfähiger, was zu einer stärkeren Verbreitung dieser Produktionsmethode führen könnte. Der marktentlastende Effekt einer verbreitet extensiven BIO-Produktion würde dadurch teilweise wieder aufgehoben.
- Bei der Beurteilung der Wirksamkeit der verschiedenen Pflanzenschutzstrategien zur Reduktion des Pestizideinsatzes müssen die biologische und die integrierte Produktion als wirksamer bezeichnet werden. Während sich bei BIO und in abgeschwächter Form auch bei IP die Menge der eingesetzten Pestizide stark reduzieren lässt, nimmt mit dem Einsatz gentechnisch veränderter Sorten durch neu gestaltete Anbaukombinationen (z.B. Ausdehnung des Kartoffelanbaus, Anbau von Zuckerrüben) die gesamtbetriebliche Anzahl von Pflanzenschutzmassnahmen in einzelnen Fällen sogar zu.

Ob eine neue Technologie tatsächlich in der Praxis angewendet wird, hängt zunehmend auch von der Akzeptanz der Verbraucher ab. Für die Schweiz, wo die mengenmässige Versorgung mit Nahrungsmittel als gesichert gelten kann, verlieren die ökonomischen Faktoren Preis und Einkommen zunehmend an Bedeutung zur Erklärung des Nachfrageverhaltens. Dies gilt insbesondere auch bei den in dieser Studie untersuchten Kulturen, die alle zu den inferioren Gütern gezählt werden können. Dies sind Güter, deren Verbrauch bei zunehmendem Einkommen sinkt oder wenigstens nicht zunimmt. Dafür erhalten die Aspekte Gesundheit, Umwelt und Geschmack zunehmend Bedeutung. Die ***Akzeptanz der Gentechnologie durch die Konsumenten*** ist nun von verschiedenen Faktoren abhängig. Dazu zählen:

- *Soziodemographische Faktoren*: Diese tragen allgemein wenig zur Erklärung der Akzeptanz bei. Deutlich wird nur, dass Männer, sowie Leute mit besserer Schulbildung und höherem Einkommen der Gentechnologie positiver gegenüberstehen.
- Der *Wissensstand über die neue Technologie*: Es zeigt sich, dass Konsumenten eher bereit sind, gentechnisch veränderte Nahrungsmittel zu akzeptieren, wenn sie über entsprechende Informationen verfügen. Ein grosses Problem liegt in der Tatsache, dass meist nur Informationen wirklich wahrgenommen werden, welche die eigene vorgefasste Meinung bestätigen. Bezüglich der Gentechnologie herrscht ein tiefer Kenntnisstand und eine negative Grundeinstellung vor. Wichtig in diesem Zusammenhang wird eine klare Kennzeichnung gentechnisch veränderter Produkte.
- Das *Anwendungsgebiet der Gentechnologie*: Die Akzeptanz ist höher bei medizinischen Anwendungen, relativ hoch bei Mikroorganismen, überwiegend positiv bei Pflanzen und wird abgelehnt bei Tieren. Innerhalb der Pflanzenproduktion werden gentechnologische Eingriffe bei Kulturen, welche nicht der menschlichen Ernährung dienen, besser akzeptiert. Transgene Eingriffe (Verschiebung von Genmaterial über die Artgrenze hinaus), in denen Gensequenzen von Mikroorganismen oder von Tieren auf Pflanzen übertragen werden, werden mehrheitlich abgelehnt.
- Das *Risikopotential*: Im Mittelpunkt der Diskussionen bezüglich der Risiken der Bio- und Gentechnologie stehen Befürchtungen bezüglich der Sicherheit und Unbedenklichkeit für die Gesundheit. Diese Befürchtungen sind nicht unbegründet und betreffen beispielsweise die unsicheren Auswirkungen neuer Produkte (allergene Wirkung möglich) und neuer Gene. Es muss jedoch immer zwischen einem effektiven (objektiven) und einem wahrgenommenen (subjektiven) Risiko unterschieden werden. Die Reaktion der Menschen bezieht sich immer auf wahrgenommenes und nicht auf kalkuliertes Risiko.
- Die *Nutzenerwartung*: Je höher jedoch der subjektive Nutzen empfunden wird, desto eher werden damit verbundene Risiken akzeptiert. Da die betrachteten Kulturen zur Gruppe der inferioren Güter gehören und nur einen kleinen Anteil an den Haushaltbudgets ausmachen, fallen allfällige Preissenkungen gegenüber einer subjektiv empfundenen Qualitätseinbusse durch den gentechnologischen Eingriff nicht ins Gewicht. Hingegen vermögen Verbesserungen der ernährungsphysiologischen Qualität oder bezüglich der mit der Produktion verbundenen Umweltbelastungen die Akzeptanz gentechnisch veränderter Produkte zu erhöhen. Zusammen mit dem Wissensstand über die neue Technologie ist ein individuell wahrnehmbarer Nutzen entscheidend für eine erfolgreiche Markt-einführung von gentechnisch veränderten Lebensmitteln.

Zur Analyse der ***volkswirtschaftlichen Auswirkungen*** eines Einsatzes von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge wurde ein vierstufiges Vorgehen gewählt:

- In der *volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung* kommen die Veränderungen der Endergebnisse der Landwirtschaft und der (Agro-) Chemiebranche, zum Ausdruck. Der totale frankenmässige Pestizidverbrauch der Schweizer Landwirtschaft von 134 Mio. Fr. (1994) lässt sich unter den getroffenen Annahmen lediglich um 19.7 Mio. Franken reduzieren. Die Bruttowertschöpfung des Agarsektors von 5’064 Mio. Franken (1994) wird damit kaum verändert. Die gleiche Aussage kann auch bezüglich des Endergebnisses der Chemiebranche gemacht werden. Die zukünftigen Preisentwicklungen sowohl für landwirtschaftliche und chemische Erzeugnisse als auch für die zu deren Produktion notwendigen Produktionsfaktoren sind für die Entwicklung dieser Wirtschaftszweige weit relevanter.

- Eine *Effizienzanalyse* zeigt, in welche Richtung sich die volkswirtschaftliche Effizienz durch den Einsatz von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge verändert. Dies hängt einerseits davon ab, inwieweit das Ausland die neue Technologie einsetzt, und andererseits wie sich die übrigen Rahmenbedingungen entwickeln. Weltweit könnten die durch den Einsatz der Gentechnologie induzierten tieferen Grenzkosten der Produktion zu einer sinkenden Tendenz der Welthandelspreise für Agrargüter führen. Trifft diese Entwicklung ein, so sinkt die Wertschöpfung der schweizerischen Agrarprodukte bewertet zu Weltmarktpreisen. Falls dieser Effekt grösser ist als der Anstieg der inländischen Wertschöpfung aufgund der neuen Technologie, verschlechtert sich die volkswirtschaftliche Effizienz im Vergleich zum Ausland.

- Bei der *wohlfahrtstheoretischen Analyse* der Auswirkungen der gentechnischen Entwicklung bei gleichzeitiger Veränderung der übrigen Rahmenbedingungen werden zuerst die Wohlfahrtseffekte für die Produzenten, die Konsumenten und den Staat betrachtet. Die gentechnologische Entwicklung im Pflanzenbau führt zu sinkenden Grenzkosten in der Produktion, zu einer Veränderung des sektoriellen Angebotes und damit bei konstanter Nachfrage zu sinkenden Preisen. Von den tieferen Preisen profitieren die Konsumenten und bei genügend Mehrabsatz auch die Produzenten. Gesamtheitlich resultiert ein Nettowohlfahrtsgewinn. Bei einer Liberalisierung des Aussenhandels sinken die Preise jedoch auf ein noch tieferes Niveau und es resultiert ein positiver Wohlfahrtseffekt, der deutlich grösser sein dürfte als der Wohlfahrtsgewinn aufgrund der Anwendung der neuen Technologie.

Werden die möglichen Wohlfahrtseffekte der neuen Technologie auf die Umwelt in die Betrachtung integriert, zeigt sich, dass nur dann ein Nettowohlfahrtsgewinn für die Gesellschaft entsteht, wenn die Gentechnologie keine zusätzlichen Belastungen und Gefahren für die Umwelt in sich birgt.

- Eine *volkswirtschaftliche Analyse nach dem Konzept der Nachhaltigkeit* zeigt, dass der Einsatz von Nutzpflanzen mit gentechnisch erzeugten Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge nur dann gleichermassen wirtschaftlich, ökologisch und sozialverträglich ist, wenn die neue Technologie keine zusätzlichen negativen externen Effekte erzeugt. Ohne gentechnologischen Fortschritt ist eine Förderung alternativer Pflanzenschutzstrategien (IP, BIO) nur dann nach allen drei Dimensionen als nachhaltig zu beurteilen, wenn gleichzeitig eine schrittweise Liberalisierung des Aussenhandels und ein Umbau der Ag-rarpolitik zu einer international wettbewerbsfähigeren und umweltschonenden Landwirtschaft führen.

Literaturverzeichnis

v. Alvensleben R., Steffens M., 1990, Akzeptanz der Ergebnisse technischer Fortschritte durch die Verbraucher - Empirische Relevanz in: Buchholz E.H., Neander E. und Schrader H. (Hrsg.): Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft - Tendenzen, Auswirkungen, Beeinflussung -, Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus, Bd. 26

Ammann D., 1994, Gentechnologie und Nahrungsmittel, herausgegeben vom Verein „Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz“, Delémont

Ammann K., 1995, Gentechnisch veränderte Kulturpflanzen in der Umwelt. Chancen und Probleme - Die Suche nach gangbaren Wegen; Systematisch-Geobotanisches Institut Universität Bern; Bern

Bamberg G. und Coenenberg G., 1994, Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, Augsburg

Baumgartner A. und Schlatter J., Anwendung der Gentechnik in der Lebenmittelproduktion und -verarbeitung, in: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmittelhygiene 83(1992). 158-172

Baur P., Anwander S. und Rieder P., 1994, Ökonomie und Ökologie in der Zürcher Landwirtschaft, Institut für Agarwirtschaft ETH Zürich

Becker G., 1965, A theory of the allocation of time, in: Economic Journal 75: 493-517, zitiert in Senauer B., Asp E., und Kinsey J., 1991, Food trends and the Changing Consumer, St. Paul MN

Bernet T, 1994, Socio-economic evaluation of fallow systems in the bolivian and southern peruvian Andes: a methodological proposal to measure sustainability systems, Diplomarbeit, Institut für Agrarwirtschaft ETH Zürich

Beusmann V., 1990, Akzeptanz der Biotechnologie in der Öffentlichkeit am Beispiel von rBST, GEWISOLA

Beusmann V., 1992, Betriebs- und volkswirtschaftliche Betrachtung des Einsatzes herbizidresistenter Nutzpflanzen, Entwurf, Institut für Betriebswirtschaft, Braunschweig

Braunschweig T., 1993, Schätzung von Preis- und Einkommenselastizitäten für pflanzliche Agrargüter, unveröffentlichte Studie, Institut für Agrarwirtschaft ETH Zürich.

Braunschweig T. und P. Rieder, 1994, Volkswirtschaftliche Analyse nachwachsender Rohstoffe am Beispiel Rapsmethylester, Institut für Agrarwirtschaft ETH Zürich.

Bundesrat, 1992, Siebter Landwirtschaftsbericht, Bern.

Bundesamt für Statistik, 1992, Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung der Schweiz 1991-2040, Bern

Busch L., 1991, Biotechnology: Consumer Concerns About Risks and Values in: Food Technology, April 1991, 96-101

Carell K., Schmid J. und Stamp P., 1995, Technikfolgenabschätzung für die Einführung krankheits- und schädlingsresistenter Kulturpflanzen in der Schweiz: Ihre Auswirkungen auf die Produktequalität, die genetische Vielfalt innerhalb der Kulturarten, die Pflanzenzüchtung und die landwirtschaftliche Anbaupraxis, ETH Zürich.

CASH, 1993, Nein danke! Eine CASH-Umfrage über die Akzeptanz von Genfood, Nr. 36, 10.Sept. 1993

Dubs R., 1983, Volkswirtschaftslehre, Bern und Stuttgart

Expertenkommission Agrarwirtschaft, 1994; Neuorientierung der schweizerischen Agrarpolitik in den Bereichen Einkommensbeurteilung, Begleit- und Sozialmassnahmen, Ertragswert; Bericht der vom EVD eingesetzten Expertenkommission Agrarwirtschaft; Bern

FAT, 1995, Bericht über ausgewählte Betriebsgruppen 1992/93; Tänikon

FAT, 1995, Ökopilotbetriebsnetz: Bericht der Projektperiode 1991 bis 1993; Nationale Projektgruppe Ökopilotbetriebe; Tänikon

Florkowski W., Halbrendt C., Huang C., Sterling L., 1994, Socioeconomic Determinants of attitudes toward Bioengineered Products, Review of Agricultural Economics 16: 125-132

Frewer L., Shepherd R., Sparks P., 1994a, Biotechnology and Food Production: Knowledge and Perceived Risk, in: British Food Journal 96 No. 9: 26-32

Frewer L., Shepherd R., Sparks P., 1994b, The Interrelationship between perceived Knowledge, control and Risk associated with a Range of Food-related Hazards Targeted at the Indiviual, other People and Society, in: Journal of Food Safety 14(1994), 19-40

Frewer L., Shepherd R., 1995a, Ethical Concerns and Risk Perceptions Associated with Different Applications of Genetc Engineering: Interrelationships with the Perceived Need for Regulation of the Technology in: Agriculture and Human Values 12 No.1, 48-57

Frewer L. Howard C., Heddeerley D., Shepherd R., 1995b (submitted to Risk Analysis), What Determines Trust in Informations about Food-Related Risks?

Frewer L, Howard C., Shepherd R., 1995c (submitted to Basic and Applied Social Psychology), Are some Technologies more Technological than others? Development of a Scale to Assess Attitudes towards Technology

Fisher C.E., 1993, Risk Assessment and Management of Chemical Hazards in Food in: Birch G. and Cambell-Platt G. (Eds.), 1993, Food Safety - The Challenge Ahead, Intercept , Hampshire

Gardner B. L., 1990; The economics of agricultural policies; New York

Gotsch N. A., 1990; Zukünftige biologisch-technische Entwicklung im Pflanzenbau; Dissertation ETH Nr. 9193; Zürich

Gotsch N. A., 1994; Technologieprognose und -folgenabschätzung, Unterlagen zum 'Seminar I Agrarwirtschaft', SS 94, Abt. VII, ETH Zürich

Halk, K., 1993, Bestimmungsgründe des Konsumentenmisstrauens gegenüber Lebensmitteln - Ergebnisse von empirischen Untersuchungen an ausgewählten Verbrauchergruppen, ifo Studien zur Agrarwirtschaft 30, München

Hamstra A., 1991, Consumer Research on Biotechnology in: Durant J. (ed.), 1991, Biotechnology in Public - a Review of recent Research, Science Museum London

Harlander S., 1991, Social, Moral and Ethical Issues in Food Biotechnology, In: Food Technology, Mai 1991, 152-157

Henrichsmeyer W., Gans O., Everts I., 1978, Einführung in die Volkswirtschaftslehre, Stuttgart

Henrichsmeyer W., H.Witzke, 1991, Agrarpolitik Band 1 - Agrarökonomische Grundlagen, Stuttgart.

Henson S., Traill B., 1993, Consumer Perceptions of Food Safety and their Impact on Food Choice, in: Birch G., Cambell-Platt G. (ed.), 1993, Food Safety - The Challenge Ahead, Intercept, Hampshire

Hoban Th. and Kendall P., 1993, Consumer attitudes about Food Biotechnology, Project Report

Hofer F., 1995, Abschätzung bio- bzw. gentechnologischer Entwicklungen auf die Agrarwirtschaft in der Schweiz, Diplomarbeit, Institut für Agarwirtschaft, Zürich

Hurni H., 1992, Nachhaltige Bodennutzung: Probleme und Konzepte, Vortrag gehalten im Rahmen der SVIAL-Tagung im November 1992 zum Thema „Nachhaltige Bodennnutzung in Entwicklungsländer", Fribourg.

Kaiser H.M., Scherer C.W. and Barbano D., 1992, Consumer Perceptions and attitudes towards Bovine Somatotropin, Northeastern Journal of Agricultural Economics No. 21, 10-20

Kalter R. J., Tauer L. W., 1987; Potential Economic Impacts of Agricultural Biotechnology; American Journal of Agricultural Economics, Nr. 69.

Krug A., 1992; Beitrag zur Schaffung von Alternativen im Pflanzenschutz aus der Sicht der Umwelt, in: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1993; Alternativen im Pflanzenschutz: Biologische/biotechnische Verfahren und Resistenzzüchtung; Tagungsbericht Statusseminar am 16. und 17. November 1992 in Bonn-Bad Godesberg; Bonn

Kleinewefers H., R. Pfister, W. Gruber, 1993, Die schweizerische Volkswirtschaft - Eine problemorientierte Einführung in die Volkswirtschaftslehre, Frauenfeld.

Lohner M., 1995, Verändertes Nachfrageverhalten bei Nahrungsmitteln durch Wertewandel und Auswirkungen auf den Umfang der vertikalen Kooperation in der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Agrarwirtschaft Sonderheft 146, Frankfurt a. Main

Lüthi H. J., 1993; Unterlagen zur Vorlesung 'Operations Research', Abt. VII/VIII, Institut für Operations Research, ETH Zürich

Marlier E., Eurobarometer 35.1 - Opinions of Europeans on Biotechnology in 1991, in: Durant J. (ed.), 1991, Biotechnology in Public - a Review of Recent Research, Science Museum London

McGuirk, Preston W., Jones G., 1992, Introducing Foods produced using Biotechnology: The Case of Bovine Somatotropin, in: Southern Journal of Agricultural Economics, 209-223

Mühlebach F., 1990; Embryotransfer, Geschlechtsbestimmung und Leistungsförderer: Eine Technologie-folgenabschätzung; Dissertation ETH Nr. 9132; Zürich

Neue Zürcher Zeitung Nr. 213, 1995, Mitteilungen des Schweizerischen Bauernverbandes.

Pezzatti M., 1994, Auswirkungen möglicher agrarpolitischer Ereignisse auf die langfristige Strukturentwicklung der Landwirtschaftsbetriebe im Kanton Zürich, ETH Zürich

Preston W., McGuirk A., Jones G., 1991, Consumer Reaction to the Introduction of Bovine Somatotropin, in: Caswell J. (ed.), Economics of Food Safety, Elsevier, 189-210

Rieder P., S. Anwander; 1994, Grundlagen der Agrarmarktpolitik, ETH Zürich

Rieder P., S. Flückiger, U. Egger, 1992, Schweizerische Agrarmärkte, ETH Zürich.

Rösti A., Rieder P., Jörin R., 1994; Auswirkungen der GATT-Uruguay-Runde auf die schweizerische Landwirtschaft; Institut für Agrarwirtschaft, ETH Zürich

Samuelson P., 1967, Volkswirtschaftslehre, Köln.

Schweizerische Gesellschaft für Chemische Industrie, 1995, Plant Protection Products - Market Statistic, Zürich.

Schweizerischer Bauernverband, 1995, Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung für 1994, Brugg.

Schertenleib R., 1994, Wasser - Vom Mangel im Überschuss, Bulletin der ETH Zürich, Nr. 253.

Schmid H.J., 1995, Volkswirtschaftliche Analyse des Anbaus und der Verwertung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz, Entwurf, ETH Zürich.

Schumann J., 1992, Grundzüge der mikroökonomischen Theorie, Münster und Berlin

Slovic P., Fischhoff B., Lichtenstein S., 1980, Facts and Fears: Understanding Perceived Risk, in: Schwing R. und Albers W. (ed), Societal Risk Assessment - How Safe is safe Enough?, Plenum Press New-York und London, 19-39

Smith B., Warland R., 1992, Consumer Responses to Milk from BST-Supplemented Cows, in: Hallberg M.C. (Ed.), Bovine Somatotropin and Emerging Issues: An Assessment. Boulder, San Fransisco, Oxford: Westview Press; 207-217

Soby B., Simpson A. Ives D., 1994, Managing food-related risks: integrating public and scientific judgements in: Food control Vol. 5, Nr. 1, 9-19

Sparks P., Shepherd R., 1994, Public Perceptions of Food-Related Hazards: Individual and Social Dimensions in: Food Quality and Preference 5(1994), 185-194

Steiger von B. und Baccini P., 1990, Regionale Stoffbilanzierung von landwirtschaftlichen Böden mit messbarem Ein- und Austrag, Bericht 38 des NFP „Nutzung des Bodens in der Schweiz“, Liebefeld-Bern

Sukopp H. et al., 1978, Auswertung der Roten Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen in der BRD, Schriftenreihe für Vegetationskunde, Bonn (D)

Tauer L., 1994, The value of Segmenting the Milk Market into bST-produced and Non-nST-Produced Milk in: Agribusiness Vol. 10 No.1, 3-12

Tsakok I., 1990, Agricultural Price Policy, Cornell University Press, Ithaca und London.

Wetzel K., 1990, Verbrauchereinstellung zu Milch und Milchprodukten unter dem Aspekt des Somatotropineinsatzes in der Milcherzeugung, Agrarwirtschaft Sonderheft 127, Frankfurt a/Main

Zweifel P. und R. Heller, 1992, Internationaler Handel: Theorie und Empirie, 2. Auflage.

Zeddies J., Mack G., 1994; Biotechniken bringen auch wirtschaftlichen Erfolg; Tierzüchter 10/94, S. 28-31