

---

**Betriebswirtschaftliche Analyse des  
Einsatzes biologisch-technischen  
Fortschrittes unter Einbezug  
gentechnischer Varianten**

**Technischer Bericht**

Institut für Agrarwirtschaft  
Gruppe "*Betriebswirtschaft und  
Ökonomie des ländlichen Raumes*"

ETH Zürich

C. Eggenschwiler  
B. Lehmann  
C. Rudmann  
H. P. Wolf

Juli 1999

# Inhaltsverzeichnis:

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Umfeldanalyse eines möglichen Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen in der schweizerischen Landwirtschaft.....</b>	<b>3</b>
2.1	Ausgangslage im Ausland.....	3
2.1.1	Frankreich.....	3
2.1.2	Grossbritannien.....	3
2.1.3	Griechenland.....	4
2.1.4	Österreich und Luxemburg.....	4
2.1.5	Spanien .....	4
2.1.6	Deutschland .....	4
2.1.7	Zulassungen / Kulturarten und Hauptakteure in der pflanzenbaulichen Gentechnikforschung.....	4
2.1.7.1	Mais.....	4
2.1.7.2	Raps.....	5
2.1.7.3	Kartoffeln .....	6
2.1.7.4	Soja.....	7
2.1.7.5	Sonstige Kulturarten.....	7
2.1.8	Anbaufläche gentechnisch veränderter Kulturarten weltweit .....	8
2.2	Ausgangslage in der Schweiz .....	9
2.2.1	Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen in der Schweiz.....	9
2.2.2	Freisetzungsgesuche für GVO-Pflanzen in der Schweiz .....	9
2.2.3	Gesetzliche Lage und Bestimmungen .....	10
2.2.4	Wichtigkeit und Nutzung der Ackerfläche in der Schweiz.....	11
2.2.5	Agrarpolitische Änderungen und mögliche Handlungsspielräume für die Landwirte.....	13
<b>3</b>	<b>Nachhaltige Entwicklung .....</b>	<b>16</b>
3.1	Entwicklungen der Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Produktion und Adoption des technischen Fortschrittes .....	18
3.1.1	Adoption neuer Technologien durch die Landwirte.....	19
3.1.2	Potentielle Risikosituation beim Einsatz von GVO-Pflanzen.....	22
3.1.2.1	Risiko-Nutzen Abschätzung.....	23

3.1.2.2	Bedeutung für den Konsumenten.....	23
3.1.2.3	Bedeutung für die Landwirtschaft.....	24
3.1.2.4	Bedeutung für die Agroindustrie.....	24
<b>4</b>	<b>Mikroökonomische Betrachtungen .....</b>	<b>25</b>
4.1	Produktionstheoretische und kostentheoretische Überlegungen .....	25
4.1.1	Neue Produktionsfunktionen .....	25
4.1.2	Neue Faktor-Faktorbeziehungen, neue Intensitäten .....	25
4.1.3	Neue Produkt-Produktbeziehungen.....	26
4.1.4	Beispiele .....	26
4.1.5	Fazit aus den produktionstheoretischen Überlegungen.....	26
<b>5</b>	<b>Methode.....</b>	<b>27</b>
5.1	Allgemeines zur Entscheidungshilfe.....	27
5.2	Lineare Programmierung .....	27
<b>6</b>	<b>Annahmen für die Modellrechnungen.....</b>	<b>29</b>
6.1	Produktionssysteme.....	29
6.1.1	Konventionelle Produktion.....	29
6.1.2	Integrierte Produktion (IP).....	29
6.1.3	Biologische Produktion .....	30
6.2	Betriebstypen.....	31
6.2.1	Ackerbaubetrieb Talgebiet .....	31
6.2.2	Gemischter Betrieb in der Bergzone I.....	31
6.3	Arbeitswirtschaft .....	32
6.4	Investitionen .....	32
6.5	Fruchtfolgebedingungen .....	32
6.6	Fallbeispiele gentechnisch veränderte Pflanzen .....	33
6.6.1	Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter .....	33
6.6.1.1	Viruskrankheiten .....	33
6.6.1.2	Pilzkrankheiten.....	33
6.6.1.3	Insekten .....	33
6.6.1.4	Unkrautkontrolle .....	34

6.6.2 Beschreibung der Fallbeispiele.....	35
6.6.2.1 Weizen.....	35
6.6.2.2 Zuckerrübe .....	35
6.6.2.3 Raps.....	36
6.6.2.4 Silomais:.....	36
6.6.2.5 Körnermais.....	37
6.6.2.6 Kartoffeln .....	37
6.6.3 Zusammenfassung .....	38
6.6.3.1 Weizen.....	39
6.6.3.2 Zuckerrübe .....	39
6.6.3.3 Kartoffel .....	40
6.6.3.4 Silomais.....	40
6.6.3.5 Körnermais .....	41
6.6.3.6 Raps.....	41
6.6.3.7 Fruchtfolge .....	41
6.6.4 Zusätzliche Annahmen für IP- und Bio-Betrieben.....	41
6.6.4.1 Spritzmittel.....	41
6.7 Entwicklung des Umfeldes, Szenarien .....	42
6.7.1 Produzentenpreise.....	42
6.7.2 Faktorpreise .....	43
6.7.3 Berechnete Varianten und Szenarien.....	43
<b>7 Ergebnisse .....</b>	<b>44</b>
7.1 Einleitung .....	44
7.2 Wirkung eines Einsatzes von GVO-Pflanzen für einen 45 ha Ackerbaubetrieb im Talgebiet.....	44
7.2.1 Betriebsspiegel des 45 ha Ackerbaubetriebes .....	45
7.2.2 Veränderungen im Jahr 1998 durch einen Einsatz von GVO-Pflanzen.....	45
7.2.2.1 Konventionelle Produktion .....	46
7.2.2.2 Integrierte Produktion .....	46
7.2.2.3 Biologische Produktion.....	47
7.2.2.4 Fazit.....	47
7.2.3 Veränderungen im Jahr 2003 durch einen Einsatz von GVO-Pflanzen.....	48
7.2.3.1 Konventionelle Produktion .....	48
7.2.3.2 Integrierte Produktion .....	49

7.2.3.3	Biologische Produktion .....	49
7.2.3.4	Fazit 2003 .....	49
7.2.4	Zusammenfassung wirtschaftlicher Ergebnisse .....	50
7.2.5	Struktur des Einsatzes von GVO-Pflanzen.....	50
7.2.6	Grenzwert des Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen.....	51
7.3	Einfluss der Betriebsgrösse auf den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen.....	51
7.3.1	Flächennutzung beim Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen.....	51
7.3.2	Nachfrage nach zusätzlichen Arbeitskräften beim Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen. ....	53
7.3.3	Zusammenfassung wirtschaftlicher Ergebnisse .....	54
7.4	Fazit für 1998 .....	54
7.5	Fazit für 2003 .....	55
7.6	Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen bei einem gemischten Betrieb in der Bergzone I.....	55
7.6.1	Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen bei einem Betrieb mit 50'000 kg Milchkontingent.....	55
7.6.2	Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen bei einem Betrieb mit 120'000 Milchkontingent.....	56
7.6.3	Einfluss eines verschieden grossen Milchkontingentes auf den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen im Ackerbau .....	57
7.7	Interpretation der Ergebnisse in bezug auf die Nachhaltigkeit.....	58
7.7.1	Theoretische Überlegungen.....	58
7.7.2	Einordnung der Ergebnisse der Modellbetriebe in das Konzept der Nachhaltigkeit.....	60
7.7.2.1	Ökonomische Nachhaltigkeit (Einkommen).....	60
7.7.2.2	Ökologische Nachhaltigkeit (Umweltqualität).....	60
7.7.2.3	Soziale Nachhaltigkeit.....	61
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis und Kontaktpersonen .....</b>	<b>64</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Nutzung der offene Ackerfläche in der Schweiz (1996).....	12
Abbildung 2: Einkommenserhaltungsmöglichkeiten in einem sich verändernden Umfeld...	14
Abbildung 3: Kritische Werte und Möglichkeitsraum für eine nachhaltige Entwicklung.....	18
Abbildung 4: Anpassungsprozess vor der Liberalisierung der Märkte .....	20
Abbildung 5: Anpassungsprozess während und nach einer Liberalisierung der Märkte .....	22
Abbildung 6: Herkömmliche Pflanzen 1998 .....	52
Abbildung 7: Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen 1998 .....	52
Abbildung 8: Kritische Werte und Möglichkeitsraum für eine nachhaltige Entwicklung.....	59

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zulassungen für gentechnisch veränderten Mais weltweit.....	4
Tabelle 2: Zulassungen für gentechnisch veränderten Raps weltweit.....	5
Tabelle 3: Zulassungen für gentechnisch veränderte Kartoffeln weltweit.....	6
Tabelle 4: Zulassungen für gentechnisch veränderte Sojabohnen weltweit.....	7
Tabelle 5: Zulassungen für gentechnisch veränderte sonstige Kulturarten weltweit.....	7
Tabelle 6: Anbauflächen von gentechnisch veränderten Pflanzen weltweit.....	8
Tabelle 7: Verwendungen von gentechnisch veränderten Kulturarten in der Schweiz.....	9
Tabelle 8: Ertragsniveau im Berggebiet im Vergleich zum Ertragsniveau Talgebiet.....	31
Tabelle 9: Fruchtfolgebedingungen (max. Anteil der Kulturen in % an der Ackerfläche)....	32
Tabelle 10: Ausgewählte Kulturen und deren Eigenschaften .....	34
Tabelle 11: Ausgewählte Varianten im Berechnungsmodell .....	34
Tabelle 12: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Weizen gegenüber herkömmlichen Sorten .....	35
Tabelle 13: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Zuckerrübe gegenüber herkömmlichen Sorten.....	35
Tabelle 14: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Raps gegenüber herkömmlichen Sorten .....	36
Tabelle 15: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Silomais gegenüber herkömmlichen Sorten .....	36
Tabelle 16: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Körnermais gegenüber herkömmlichen Sorten.....	37
Tabelle 17: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Kartoffel gegenüber herkömmlichen Sorten .....	38
Tabelle 18: Im Modell angenommenes Ertragsniveau der Fallbeispiele gegenüber herkömmlichen Sorten .....	38

Tabelle 19: Im Modell angenommene Änderungen (Spritzmittel-, Arbeits- und übrige Einsparungen) gegenüber herkömmlichen Sorten .....	39
Tabelle 20: Im Modell angenommener Ertragszuwachs in den IP- und Bio-Varianten .....	41
Tabelle 21: Produzentenpreise für 1998 und 2003 .....	42
Tabelle 22: Faktorkostenentwicklung in % .....	43
Tabelle 23: Beschreibung der im Modell verwendeten Varianten .....	43
Tabelle 24: Betriebsdaten Ackerbaubetrieb mit 45 ha LN .....	45
Tabelle 25: Einkommen des 45 ha LN Ackerbaubetriebes .....	50
Tabelle 26: Grenzgewinne gentechnisch veränderter Kulturen .....	51
Tabelle 27: Einsatz einer Arbeitskraft in Abhängigkeit von der LN und der Landbauform....	53
Tabelle 28: Mehreinkommen durch „GEN-Einsatz“ pro Ha LN beim IP-Betrieb 1998 .....	54
Tabelle 29: Einkommen des Bergbetriebes mit 50'000 kg Kontingent.....	56
Tabelle 30: Einkommenszuwachs beim Einsatz von GVO-Pflanzen .....	56
Tabelle 31: Betriebsdaten Betrieb Berggebiet mit 120'000 kg Milchkontingent.....	57

## Abkürzungsverzeichnis

ABR:	Antibiotikaresistenz
AK:	Arbeitskraft
Bio:	Produktionsmethode „Biologische Produktion
Bt:	Bacillus thuringiensis
BUWAL:	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BV:	Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 29. Mai 1874
bzw.:	beziehungsweise
DGVE:	Grossvieheinheiten
ETHZ:	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
EU:	Europäische Union
EWG:	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FAT:	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik
FDA:	Food and Drug Administration
Fe:	Fettsäurezusammensetzung
Fr.:	Schweizer Franken
GAP:	Gemeinsame Agrarpolitik
GATT:	General Agreement on Tariffs and Trade
GVO:	Gentechnisch veränderte Organismen
GVO-Pflanzen:	Gentechnisch veränderte Pflanzen
H:	Haltbarkeit
Ha:	Hektare
HR:	Herbizidresistenz
inkl.:	Inklusiv
IP:	Produktionsmethode „Integrierte Produktion“
IR:	Resistenz gegen Schadinsekten
Konv.:	Produktionsmethode „Konventionelle Produktion“
LBL	Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau
LN:	Landwirtschaftliche Nutzfläche
Mit/ohne Gen:	Anwesenheit/Abwesenheit von genetisch veränderte Pflanzen
MS:	Männliche Sterilität
PR:	Pilzresistenz
St:	Stärkezusammensetzung
Std.:	Stunden

Str.fr.:	Streifenfrässaar
USA:	United States of Amerika
USDA:	United States Departement of Agriculture
vgl.:	vergleiche
VR:	Virusresistenz
WTO:	World Trade Organisation

# 1 Einleitung

Die Schweizer Landwirtschaft ist bereits seit mehreren Jahren einem Reformprozess unterworfen. Die Reformen haben unter anderem die Förderung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit des schweizerischen Agrarsektors im In- und Ausland zum Ziel. Dabei werden die ökologischen Komponenten der landwirtschaftlichen Produktion berücksichtigt und gefördert. Diese Orientierung der Agrarpolitik enthält somit ökologische und ökonomische Kriterien, deren Ziel in der Erhaltung und in der Förderung der Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion liegt. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage der Auswirkungen der Einführung von gentechnisch veränderten Organismen auf die Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion. Die Meinungen gegenüber den Risiken und den Konsequenzen eines Einsatzes von GVO-Pflanzen werden heute je nach Standpunkt unterschiedlich beurteilt.

Die Gentechnologie erlaubt nämlich die Entwicklung lebender Organismen die es in der Form bisher nicht gab. Sie hat das Potential in vielfältigsten Bereichen - in der Tier- wie auch in der Pflanzenproduktion – angewendet zu werden. Die verwendeten molekularbiologischen Methoden ermöglichen die Verfolgung von Zielen, welche die traditionellen Methoden im gleichen Zeitraum nicht zu erreichen im Stande sind. Die häufigsten Anwendungen der Gentechnologie in der Tierproduktion sind die Selektion spezifischer Resistenzen, die Zunahme der Produktivität, die Verbesserung der Produktequalität sowie die Verbesserung der Leistungen durch den Einsatz von Medikamenten, Hormonen und gentechnisch hergestellten Futterzusätzen. In der Pflanzenproduktion spielt die Züchtung von krankheits- (Viren, Pilze, Bakterien), schädlings- (Insekten) und herbizidresistenten Sorten eine grosse Rolle.

Die direkten Auswirkungen der Einführung gentechnisch veränderter Pflanzen für die menschliche Gesundheit und Umwelt können mit einer gewissen Sicherheit abgeschätzt werden, während die langfristigen Folgen eines grossflächigen landwirtschaftlichen Anbaus schwieriger zu erfassen sind.

Die ethischen Aspekte der Einführung gentechnisch veränderter Organismen in die natürliche Umwelt und die relative Unsicherheit bezüglich der langfristigen Wirkungen unterstreichen die Notwendigkeit, effiziente und vollständige gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen. Die Schweizerische Verfassung enthält in Art. 24<sup>novies</sup> BV, eine Verfassungsbestimmung welche *“den Menschen und sein Umfeld gegen den Missbrauch von Fortpflanzungstechniken und Gentechnologie”* schützt. Die Eidgenössische Volksinitiative *“Für den Schutz des Lebens und der Umwelt gegen genetische Manipulationen”*, welche eine sehr begrenzte Zulassung für gewisse Anwendungen der Gentechnologie festlegt (industrielle und medizinische Anwendungen) und andere ganz verbieten wollte (Tiere, Verbreitung gentechnisch veränderter Organismen in der Umwelt, Erteilung von Patenten für gentechnisch veränderte Pflanzen und Tiere), wurde anlässlich der Abstimmung vom 7. Juni 1998 abgelehnt. Diese Initiative brachte die Befürchtungen eines Teiles der Bevölkerung gegenüber der Gentechnologie zum Ausdruck.

Zum jetzigen Zeitpunkt sind in der Schweiz keine gentechnisch modifizierte Pflanzen und Tiere für den Anbau und die Massenproduktion zugelassen. Im Rahmen des *“Schwerpunktprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung”* initiierte die Fachstelle für Biosicherheitsforschung und Abschätzung von Technikfolgen (BATS) eine Studie zur Abschätzung der Technikfolgen mit dem Titel *“Nachhaltige Landwirtschaft – Kriterien für Pflanzenzüchtung und Pflanzenproduktion unter Berücksichtigung des Potentials der modernen Biotechnologie“*. In

diesem Rahmen wurde das Institut für Agrarwirtschaft beauftragt, eine betriebswirtschaftliche Analyse durchzuführen, welche die Auswirkungen der Einführung von Pflanzensorten mit neuen Eigenschaften aufzeigt. Die vorliegende Analyse trägt den Titel *“Betriebswirtschaftliche Analyse des Einsatzes biologisch-technischen Fortschrittes unter Einbezug gentechnischer Varianten”*.

Die Analyse wurde auf der Basis von Fallstudien durchgeführt. Die Auswahl der Kulturarten und ihrer neuen Eigenschaften orientierte sich am Forschungs- und Zulassungsstatus neuer (transgener) Sorten in anderen Ländern und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung für die pflanzliche Produktion in der Schweiz. Bei den neuen Eigenschaften der ausgewählten Kulturarten handelt es sich um Resistenzen (Toleranzen) gegenüber Herbiziden, Pilzen, Viren und Insekten. Als Kulturarten wurden Weizen, Zuckerrübe, Raps, Silo- und Körnermais sowie Kartoffeln ausgewählt.

Die vorliegende Studie gliedert sich in 9 Kapitel. Nach der Einführung beschreibt das Kapitel 2 die relevante Ausgangslage für einen Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen im Ausland und in der Schweiz. Der weltweite Zulassungsstatus gentechnisch veränderter Kulturarten sowie eine Beschreibung der aktuellen Zulassungssituation wird weiter beschrieben. Kapitel 3 enthält eine Einführung in ein nachhaltiges Entwicklungskonzept und stellt die Motivation des landwirtschaftlichen Unternehmers, technologischer Innovationen generell und speziell gentechnisch veränderter Pflanzen auf seinem Betrieb einzusetzen. Adoption von neuen Technologien sowie möglicher Risiken für die Landwirte, der Konsumenten und der Agroindustrie werden untersucht. Kapitel 4 befasst sich mit den mikroökonomischen Aspekten der Einführung von GVO-Pflanzen. Hier werden diejenigen Faktoren beschrieben, welche einen Einfluss auf den Verlauf der Produktionsfunktion haben.

Kapitel 5 beschreibt die für die Modellberechnungen angewandte Methode. Sie erlaubt, die Auswirkungen beim Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen in verschiedenen landwirtschaftlichen Betriebstypen zu quantifizieren.

Kapitel 6 enthält eine Beschreibung der Betriebstypen und der Produktionssysteme, welche bei der Optimierung eingesetzt werden. Hier werden auch die Fallbeispiele sowie die verwendeten Varianten und Szenarien der Berechnungen näher erläutert.

Die Resultate der Simulation werden im Kapitel 7 diskutiert und anschliessend in der Schlussfolgerung zusammengefasst.

## **2 Umfeldanalyse eines möglichen Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen in der schweizerischen Landwirtschaft**

Seit Mitte der achtziger Jahre erlangen biotechnologische Entwicklungen im Pflanzenbereich eine zunehmende Bedeutung. Vor allem in Europa und Nordamerika wurden rund 1000 Experimente im offenen Felde mit transgenen Pflanzen durchgeführt (GOUPILLON 1996). Zudem sind die ersten Kommerzialisierungen im Gange. Das Ziel besteht in der Verbesserung der Qualität **wie auch in der Steigerung der Quantität der landwirtschaftlichen Produktion**. Die meisten der aktuellen Entwicklungen betreffen Herbizidtoleranzen, Schutz der Kulturen vor Krankheiten und Schädlingen, Verbesserung der technologischen Kriterien und Produktion von hochwertigen Inhaltsstoffen. Diese Anwendungen sollen den Ertrag der Kulturen optimieren, auf Forderungen des Ernährungs- und Landwirtschaftssektors eingehen und den Produzenten und Industriellen neue Absatzwege öffnen.

### **2.1 Ausgangslage im Ausland**

Die Vereinigten Staaten sind führend in Entwicklung und Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen. Die Situation in Europa verhält sich anders. Bewilligungen für den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen oder Import und Absatz von Verarbeitungsprodukten für die menschliche und tierische Ernährung werden in der EU mit Vorsicht betrachtet. Obwohl gewisse Organismen gemäss den europäischen Richtlinien (90/220/EWG und 94/15/EU) genehmigt sind, werden die entsprechenden Zulassungen zum landwirtschaftlichen Anbau nur sehr zögerlich bearbeitet.

#### **2.1.1 Frankreich**

Aufgrund eines Beschlusses des Staatsrates hat sich Frankreich für einen Aufschub von 2 Jahren (ab 1998) entschieden. Dieser gilt für Raps und Zuckerrübe, von denen verwandte Pflanzen im Ökosystem vorkommen, und folglich ganze oder Teile modifizierter Genome übertragen werden können. Ein anderes französisches Urteil verbietet den Anbau einiger insektenresistenter Maissorten (Bt-Mais der Firma Novartis).

#### **2.1.2 Grossbritannien**

Die britische Regierung kam mit der Industrie überein, dass innerhalb von drei Jahren ab 1998 keine gentechnisch veränderten Pflanzen mehr angebaut werden dürfen. Herbizidresistente Pflanzen dürfen nur unter strengster Kontrolle angebaut und vermarktet werden.

### 2.1.3 Griechenland

Griechenland verbietet den Anbau und Import von gentechnisch verändertem herbizidresistentem Raps. Dieser Rapstyp war jedoch durch die Kommission im Frühling 1998 genehmigt worden.

### 2.1.4 Österreich und Luxemburg

Österreich und Luxemburg verbieten den Anbau und Import sämtlicher GVO-Pflanzen. Diese restriktive Politik ist auch eine Folge der wachsenden Unsicherheit unter den Verbrauchern.

### 2.1.5 Spanien

1998 baute Spanien als einziges Land Bt-Mais an und verkaufte diesen. Es handelt sich dabei um 18'000 ha, was einen Anteil von 3.5% an der gesamten spanischen Maisernte ausmacht.

### 2.1.6 Deutschland

In Deutschland wurde ein beschränkter Anbau im Rahmen des Premarketings von Bt-Mais erlaubt. Der Anbau umfasste 1998 eine Fläche von 350 ha, wobei keine getrennte Ernte erfolgen musste.

## 2.1.7 Zulassungen / Kulturarten und Hauptakteure in der pflanzenbaulichen Gentechnikforschung

### 2.1.7.1 Mais

Die Firmen Novartis, Pioneer und Monsanto dominieren in der Züchtung von gentechnisch verändertem Mais. In Europa stellt Novartis vermarktet bereits insektenresistenten Mais. Es handelt sich dabei um Resistenz gegenüber dem Maiszünsler. Das entsprechende Konstrukt stammt aus Bakterien (*Bacillus thuringiensis*) und ist verantwortlich für die Produktion eines für Insekten toxischen Proteins. Eine geringere Bedeutung nehmen Maissorten ein, die gegenüber Herbiziden (Roundup Ready Mais, Liberty Link Mais) tolerant sind. Desweiteren sind herbizidtolerante Sorten verfügbar, die ein Bt-Genkonstrukt enthalten. Gegenwärtig spielen Maissorten, deren physiologischen Eigenschaften (Zusammensetzung der Stärke) gentechnisch verändert wurden, noch keine Rolle.

**Tabelle 1: Zulassungen für gentechnisch veränderten Mais weltweit**

MAIS						
Unternehmen * <i>Markenname</i>	Merkmale	USA	EU	Kanada	Japan	Andere Länder
Novartis (Ciba) * <i>Maximizer</i>	IR ; ABR ( <i>Event 176</i> )	1994	1997	1996	1996	Argentinien, Schweiz*, Südafrika
AgrEvo	HR	1995	1998	1997	1997	

<b>* Liberty Link</b>	(T 14, T25)					
<b>Monsanto</b> <b>* Yield Gard</b>	IR (MON 810)	1995	1998	1997	1997	
<b>DeKalb (Monsanto)</b>	HR (B16)	1996		1996		
<b>Northrup King</b>	IR ; ABR (Bt 11)	1996	1998*	1996	1996	
<b>PGS / AgrEvo</b> <b>* Seed Link</b>	MS, HR (MS 3)	1996		1997		
<b>Pioneer (Monsanto)</b>	HR, IR, ABR (MON 809)	1996	(Antrag)	1996	1997	
<b>Monsanto</b>	HR, IR (MON 802)	1996		1997		
<b>DeKalb (Monsanto)</b>	IR (DBT 418)	1997	(Antrag)	1997		
<b>Monsanto</b> <b>* Roundup-Ready</b>	HR, ABR (GA 21)	1998		1998		
<b>Pioneer (Monsanto)</b>	MS, HR	1998		1998		
<b>AgrEvo</b>	MS, HR	1999				
<b>Monsanto</b>	HR (MON 832)			Antrag		

( ) Antrag zurückgezogen

Stand: 04/1999

\* Zulassung nur für Import, Lagerung und Verarbeitung, nicht zum Anbau

Quelle : <http://www.transgen.de>

### 2.1.7.2 Raps

Die Hauptanbaugebiete von gentechnisch verändertem Raps befinden sich in Kanada. AgrEvo ist mit einem Anteil von 75% seiner Sorte "LibertyLink" klar Marktführer, während Monsanto mit der Sorte Roundup Ready Canola die restlichen 25% innehat. Beide Rapsorten sind herbizidtolerant. Obwohl in der EU schon zwei transgene Rapsorten zugelassen sind, ist frühestens 2000 mit dem Anbau zu rechnen. Die USA setzen bis anhin nur veränderte Sorten ein, die bezüglich ihrer Ölsäurezusammensetzung verändert wurden. Verwendung finden die Ernteprodukte vor allem bei der Herstellung von Margarine, verschiedener Süßigkeiten (Pralinés) oder in der Milchindustrie. Sie können auch für die Herstellung gewisser Reinigungsmittel eingesetzt werden, die bisher basierend auf tropischen Pflanzen synthetisiert wurden.

**Tabelle 2: Zulassungen für gentechnisch veränderten Raps weltweit**

<b>RAPS</b>						
<b>Unternehmen</b> <b>* Markenname</b>	<b>Merkmale</b>	<b>USA</b>	<b>EU</b>	<b>Kanada</b>	<b>Japan</b>	<b>Andere Länder</b>
<b>Monsanto / Roundup Ready</b>	HR (GT 73)	1995*		1995	1996*	
<b>AgrEvo / Liberty Link (EU : Topas 19/2)</b>	HR; ABR (HCN 92)	1995*	1998	1995	1996	
<b>AgrEvo / Liberty Link</b>	HR (Falcon GS 40/90)		(Antrag)			
<b>Calgene (Monsanto) / Laurate Canola</b>	Fettsäure; ABR	1994		1996*		

<b>PGS (AgrEvo) / Restorer</b>	MS, HR; ABR (MS1, RF1 bzw. RF 2)	1996*	1996	1995	1996	
<b>AgrEvo / (Liberty Link)</b>	HR; ABR (HCN 10)	1995*		1995	1997	
<b>AgrEvo</b>	HR (T45)	1998			1997	
<b>PGS (AgrEvo)</b>	HR, MS; ABR (PHY 36)				1997	
<b>PGS (AgrEvo)</b>	HR (PHY 14, PHY 36)				1997	
<b>Rhone Poulenc</b>	HR (Bromoxynil) (Oxy-235)			1997		
<b>PGS (AgrEvo)</b>	MS, HR; ABR (MS 8, RF3)		(Antrag)	1996	1998	
<b>AgrEvo (Liberty Link)</b>	HR (HCN 28)	1997*		1997		
<b>Monsanto (Roundup Ready)</b>	HR	1998				
<b>AgrEvo</b>	MS, HR	1999				

( ) Eingeschränkter Zweck: nur Saatguterzeugung, nicht als Lebens- und Futtermittel

Stand: 04/1999

\* Zulassung nur für Import, Lagerung und Verarbeitung, nicht zum Anbau

Quelle : <http://www.transgen.de>

### 2.1.7.3 Kartoffeln

Einzig Nordamerika baut bisher gentechnisch veränderte Kartoffeln an. Es handelt sich vorwiegend um Sorten, die gegen den Colorado-Kartoffel-Käfer resistent sind. Dank Einfügen eines aus einer Bakterie stammenden Genes, produzieren diese Pflanzen ein Protein, das toxisch für den Colorado-Kartoffel-Käfer ist (Bt-Toxin). In der Kartoffelzüchtung werden des Weiteren Sorten entwickelt, die auch gegen Virenerkrankungen resistent sind. Resistenzen gegenüber Pilzen wie *Phytophthora*, Züchtung auf Herbizidtoleranzen befinden sich erst in der Entwicklung. In Europa konzentriert sich die Forschung auf die Veränderung der Stärkezusammensetzung. In Holland wurde eine gentechnisch veränderte Sorte entwickelt, die Stärke ohne Amylose liefert. Tabelle 3 zeigt den weltweiten Zulassungszustand bei gentechnisch veränderte Kartoffeln.

**Tabelle 3: Zulassungen für gentechnisch veränderte Kartoffeln weltweit**

<i>KARTOFFELN</i>						
<b>Unternehmen</b> <i>* Markenname</i>	<b>Merkmale</b>	<b>USA</b>	<b>EU</b>	<b>Kanada</b>	<b>Japan</b>	<b>Andere Länder</b>
<b>Monsanto</b> <i>* New Leaf</i>	IR; ABR	1995		1996	1996	
<b>Monsanto</b> <i>* New Leaf</i> (atlantische Variante)	IR; ABR	1996		1996	1997	
<b>Monsanto</b> <i>* New Leaf Plus</i>	IR, VR (gegen Blattroll-Virus); ABR	1998				

<b>Monsanto</b> * <i>New Leaf Y</i>	IR; VR (PVY-Virus); ABR	1999				
<b>AVEBE, NL</b>	Stärke amylose- freie Stärke)		(Antrag)			
<b>Amylogen</b> (Schweden)	Stärke amylose- freie Stärke;ABR		(Antrag)			

( ) Antrag wurde zurückgezogen

Stand: 04/1999

Quelle : <http://www.transgen.de>

#### 2.1.7.4 Soja

Monsanto hat gegenwärtig den grössten Marktanteil für gentechnisch veränderten Soja. RoundupReady Soja ist tolerant gegenüber dem Herbizidwirkstoff Glyphosphat. Ebenfalls auf dem Markt, jedoch mit geringeren Marktanteilen, ist die Firma AgrEvo (Liberty Link Soja). Ihre Sorten sind gegenüber dem Wirkstoff Glufosinat-Ammonium tolerant.

Monsanto beabsichtigt RoundupReady Kulturen auch in Brasilien zuzulassen. Brasilien ist hinter den USA und Argentinien der drittgrösste Exporteur von Soja nach Europa. Die Feldexperimente wurden 1998 in Brasilien intensiviert.

Die Entwicklung von Sojasorten, deren physiologische Eigenschaften gentechnisch verändert werden, ist eine weitere Priorität der entsprechenden Hauptunternehmen. Sorten mit höheren und veränderten Ölsäureanteilen sind in den USA bereits zugelassen. Tabelle 4 enthält Informationen über Unternehmen, die gentechnisch veränderte Soja vermarkten, über Eigenschaften dieser Sorten sowie über Länder, in denen der Anbau oder die Verwendung in der Ernährung erlaubt ist.

**Tabelle 4: Zulassungen für gentechnisch veränderte Sojabohnen weltweit**

<i>SOJA</i>						
Unternehmen * <i>Markenname</i>	Merkmale	USA	EU	Kanada	Japan	Andere Länder
<b>Monsanto</b> * <i>Roundup Ready</i>	HR	1994	1996*	1996	1996*	Argentinien, Brasilien, Mexiko*, Australien*, Schweiz*
<b>AgrEvo</b> * <i>Liberty Link</i>	HR	1998		1996	1997	
<b>Dupont</b>	Fettsäuren	1997	(Antrag)			

\* nur Import; freigegeben als Lebensmittel und Futtermittel

Stand: 04/1999

( ) Antrag auf Zulassung von Sojaprodukten

Quelle : <http://www.transgen.de>

#### 2.1.7.5 Sonstige Kulturarten

Gentechnische Ansätze werden auch in der Züchtung von Zuckerrüben, Futterrüben, Tabak, gewissen Obst- und Gemüsearten und Blumen verfolgt. Die Tabelle 5 zeigt eine Aufstellung wichtiger Pflanzenarten, die bereits angebaut werden oder für welche ein Genehmigungsgesuch eingereicht wurde.

**Tabelle 5: Zulassungen für gentechnisch veränderte sonstige Kulturarten weltweit**

<i>SONSTIGE PFLANZEN</i>							
Pflanze	Unternehmen * <i>Markenname</i>	Merkmale	USA	EU	CAN	Japan	Andere Länder

<b>Kürbis; Zucchini (squash)</b>	Seminis	VR (2), ABR	1994		1998		
	Seminis	VR (3-fach)	1996		1998		
<b>Radicchio Rosso</b>	Bejo Zaden / NL	MS, (HR), ABR	1997	(1996)			
<b>Melone</b>	AgriTope	Reifeverzögerung	Antrag			(1996)	
<b>Papaya</b>	Cornell University	VR, ABR	1996				
<b>Zuckerrübe</b>	AgrEvo	HR	Antrag				
	Novartis	HR	1998				
<b>Flachs</b>	Uni. Saskatchewan	HR, ABR	1998		1998		
<b>Tabak</b>	Seita, F	HR, ABR		1996			
	China	VR					China
<b>Futterrübe</b>	Trifolium / DK	HR		Antrag			
<b>Nelke</b>	Florigene, NL	Haltbarkeit		1998			Australien
	Florigene, NL	Veränderte Blütenfarbe		1998			Australien
	Florigene, NL	Veränderte Blütenfarbe		1998			Australien

\* Bisher nur Zulassung als Lebensmittel (FDA); Antrag auf allgemeine Freigabe (USDA) noch in der Prüfung  
( ) Genehmigt für unbegrenzte Freisetzung; noch keine Zulassung zum Anbau als Lebensmittel

Quelle : <http://www.transgen.de>

Stand: 04/1999

## 2.1.8 Anbaufläche gentechnisch veränderter Kulturarten weltweit

Der relativ hohe Anteil von gentechnisch verändertem Soja in den USA und Argentinien zeigt die Bedeutung dieser Kulturart. Das gleiche gilt für Mais in den USA sowie Kanada; beides Länder, in denen der Anteil des gentechnisch veränderten Maises 1999 über 25% betragen wird. Tabelle 6 zeigt die weltweite Entwicklung, der mit gentechnisch veränderten Pflanzen angebaute Flächen, auf.

**Tabelle 6: Anbauflächen von gentechnisch veränderten Pflanzen weltweit**

SOJA					
	Gesamtfläche	Fläche 1996 (ha)	Fläche 1997 (ha)	Fläche 1998 (ha)	1998 Anteil %
USA	25 Mio	0.5 Mio	3.6 Mio	10.2 Mio	36 %
Kanada	800.000		1.000	40.000	5 %
Argentinien	6.8 Mio	100.000	1.4 Mio	4.3 Mio	58 %
MAIS					
USA	30 Mio	200.000	2.8 Mio	7.5 Mio	25 %
* davon InsRes (Bt)			2.5 Mio	6 Mio	
* Herb-Res			0.3 Mio	1.5 Mio	
Kanada	1.2 Mio		30.000	300.000	25 %
RAPS					
USA (Laurate Canola)		6800	30.000	60-80.000	
Kanada	4.5 Mio	100.000	1.2 Mio	2.4 Mio	53 %
KARTOFFELN					
USA	400.000	4.000	10.000	20.000	5 %
Kanada	200.000	600	2.000	5.000	2.5 %

Quelle : <http://www.transgen.de>

## 2.2 Ausgangslage in der Schweiz

### 2.2.1 Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen in der Schweiz

Gegenwärtig werden keine gentechnisch veränderten Pflanzen in der Schweiz angebaut. Der Import von GVO-Produkten wird heute nur restriktiv erlaubt. Die Soja- und Maissorten oder ihren Produkten, deren Import zur Verarbeitung in die Schweiz erlaubt ist, dienen der Tier- und Humanernährung. Sie sind in der Tabelle 7 dargestellt.

**Tabelle 7: Verwendungen von gentechnisch veränderten Kulturarten in der Schweiz**

Pflanze	Eigenschaften	Unternehmen	Bezeichnung des Konstruktes	Verwendung	Zulassung
Soja	HR	Monsanto		Mensch- und Tierernährung	20.12.1996
Maïs	IR	Novartis	Bt-176	Mensch- und Tierernährung	6.1.1998
Maïs	IR, HR	Novartis	Bt-11	Mensch- und Tierernährung	14.10.1998
Maïs	HR	Agrevo	T-25	Mensch- und Tierernährung	14.10.1998
Maïs	IR	Monsanto	MON 810	Mensch- und Tierernährung	14.10.1998

Quelle: <http://www.oecd.org/ehs/swireg.htm>

### 2.2.2 Freisetzungsgesuche für GVO-Pflanzen in der Schweiz

Das erste offizielle Freisetzungsgesuch einer privaten Firma wurde von der Firma Plüss-Stauffer AG gestellt. Diese zur Gruppe Hoechst-Schering AgrEvo gehörende Gesellschaft wollte im Mai 1999 13.5 Aren der Maissorte T25 anbauen, die tolerant gegenüber dem herbiziden Wirkstoff Glufosinat-Ammonium ist (TAGES-ANZEIGER 1999a). Gleichzeitig wurde ein Freisetzungsgesuch der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Pflanzenbau in Changins (RAC) für transgene Kartoffeln gestellt. Beide Gesuche wurden abgelehnt. Das BUWAL (1999) begründete diese Ablehnungen folgendermassen:

*Bei der Beurteilung des transgenen Maises der Plüss-Stauffer AG ist das Hauptproblem der Pollenflug, der mit technischen Massnahmen zwar vermindert, aber nicht ausgeschlossen werden kann. Gelangen Pollen der T25-Maispflanzen auf ein anderes Maisfeld mit herkömmlichem Mais, so entstehen dort bei einer Befruchtung wiederum Maiskörner, die gentechnisch verändert sind.*

*Die Frage der Kontamination benachbarter Grundstücke durch Pollen ist ein grundsätzliches Problem. Die Folge eines Pollenflugs, der von transgenen Pflanzen ausgeht, trifft auch Landwirte, die ausdrücklich ohne gentechnisch veränderte Organismen produzieren wollen. Wird ihr Feld durch Pollen transgener Pflanzen kontaminiert, so täuschen sie nicht nur ihre Kundschaft, sondern machen sich möglicherweise sogar strafbar, weil sie ohne Bewilligung Lebensmittel oder Futtermittel verkaufen, die als gentechnisch verändert gelten.*

*Die Schweizer Landwirtschaft lebt davon, dass ihre Produkte als rein und naturnah gelten. Durch solche Gentech-Versuche wird dieses Image tangiert. Das kann weitreichende Folgen für die Landwirtschaft haben.*

*Die Politik ist hier gefordert zu entscheiden, ob sie solche Verhältnisse befürwortet. Solange kein Entscheid vorliegt und keine Toleranzwerte definiert sind, liegt das Risiko einseitig bei denjenigen Bauern, die biologisch oder konventionell produzieren.*

*Die Eidg. Forschungsanstalt für Pflanzenbau in Changins wollte in den Gemeinden Duillier und Bullet transgene Kartoffeln zu Versuchszwecken freisetzen. Ziel des Versuchs war die Prüfung der Resistenz der Gentech-Kartoffeln gegen Mehltau.*

*Ausschlaggebend für den ablehnenden Entscheid sind im Falle der transgenen Kartoffeln zwei Aspekte:*

- 1. Das in die Kartoffeln eingebrachte genetische Material enthält Resistenzgene gegen Antibiotika, die zum Teil medizinisch verwendet werden. Antibiotika sind ein sehr wertvolles Instrument bei der Bekämpfung von Krankheiten. Jede Massnahme, die zur Resistenzentwicklung gegen Antibiotika beitragen könnte, wie im vorliegenden Fall eine unnötige Verwendung von Resistenzgenen, wird strikte abgelehnt.*
- 2. Eine ungenügende Kenntnis und Charakterisierung der vorgenommenen gentechnischen Konstruktionen. Um die Folgen einer Freisetzung transgener Kartoffeln beurteilen zu können, müssen sehr präzise Informationen über die vorgenommenen Manipulationen vorliegen.*

### **2.2.3 Gesetzliche Lage und Bestimmungen**

Die schweizerische Gesetzgebung ist im Bereich der Gentechnik flexibel ausgestaltet. Somit sollte sie mit den technischen Fortschritten sowie den Entwicklungen der internationalen Regelungen kompatibel sein. Weiter wurde eine möglichst grosse Kompatibilität zur EU-Gesetzgebung angestrebt.

Die Entwicklung der schweizerischen Gesetzgebung im Bereiche der Gentechnik ist in den letzten Jahren massgebend von politischen Einflüssen geprägt worden. Der eigentliche Auslöser der öffentlichen Debatte um die Gentechnologie stellte die Volksinitiative des "Beobachters" im April 1987 dar. Der Gegenvorschlag des Bundesrates zu dieser Initiative wurde in der Abstimmung vom 27. Mai 1992 von Volk und Ständen angenommen und die Verfassung dementsprechend um den Artikel 24<sup>novies</sup> BV erweitert. Dieser Verfassungsartikel enthält Verfügungen, die "den Menschen und seine Umwelt gegen den Missbrauch von Fortpflanzungs- und Gentechnologien schützen".

Die eidgenössische Volksinitiative "Zum Schutze des Lebens und der Umwelt gegen genetische Manipulationen", die am 7. Juni 1998 abgelehnt wurde, ging viel weiter. Sie wollte gewisse Formen, wie die industrielle oder medizinische Anwendungen der Gentechnologie, nur sehr beschränkt zulassen, und andere Formen sogar grundsätzlich verbieten (Verbreitung von gentechnisch veränderten Organismen in die Umwelt, Bewilligung von Patenten für gentechnisch veränderte Tiere und Pflanzen). In der Folge hat die Kommission für

Wissenschaft, Bildung und Kultur (WBK) des Nationalrates am 15.8.1996 eine Motion eingereicht, bei welchem die Gentechnologie im nicht-humanen Bereich ("Gen-Lex") geregelt werden soll. Diese Motion wurde am 26. September 1996 durch den Nationalrat und am 4. März 1997 durch den Ständerat an den Bundesrat weitergeleitet. Die beiden Kammern beauftragten die Regierung, den gesetzlichen Prozess im Bereich der Gentechnologie voranzutreiben, eventuelle Lücken zu identifizieren und generell die Koordination und das Zusammenspiel in diesem Bereiche zu verbessern. Sobald die "Gen-Lex" umgesetzt ist, verfügt die Schweiz über eine geeignete und wirksame gesetzliche Regelung im Bereiche der nicht-humanen Gentechnologie.

Die schweizerische Reglementierung der Gentechnologie im nicht-humanen Bereich beinhaltet Anordnungen und Garantien bezüglich:

- Prinzip der Würde des Lebewesens
- Prinzip des Schutzes und Diversität der Arten
- Prinzip der nachhaltigen Verwendung von Ressourcen
- Schutz des Lebens und der Gesundheit des Menschen
- Schutz der Natur und Umwelt
- Obligatorische Bewilligung für gentechnologische Eingriffe bei Tieren sowie für Zucht, Haltung und Verwendung transgener Tiere
- Berücksichtigung langfristiger Wirkungen der Gentechnologie im Haftpflichtrecht
- Förderung der öffentlichen Diskussion
- Deklarationspflicht bei Produkten, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten
- Schaffung einer permanenten und interdisziplinären ethischen Kommission für die Gentechnologie im nicht-humanen Bereich.

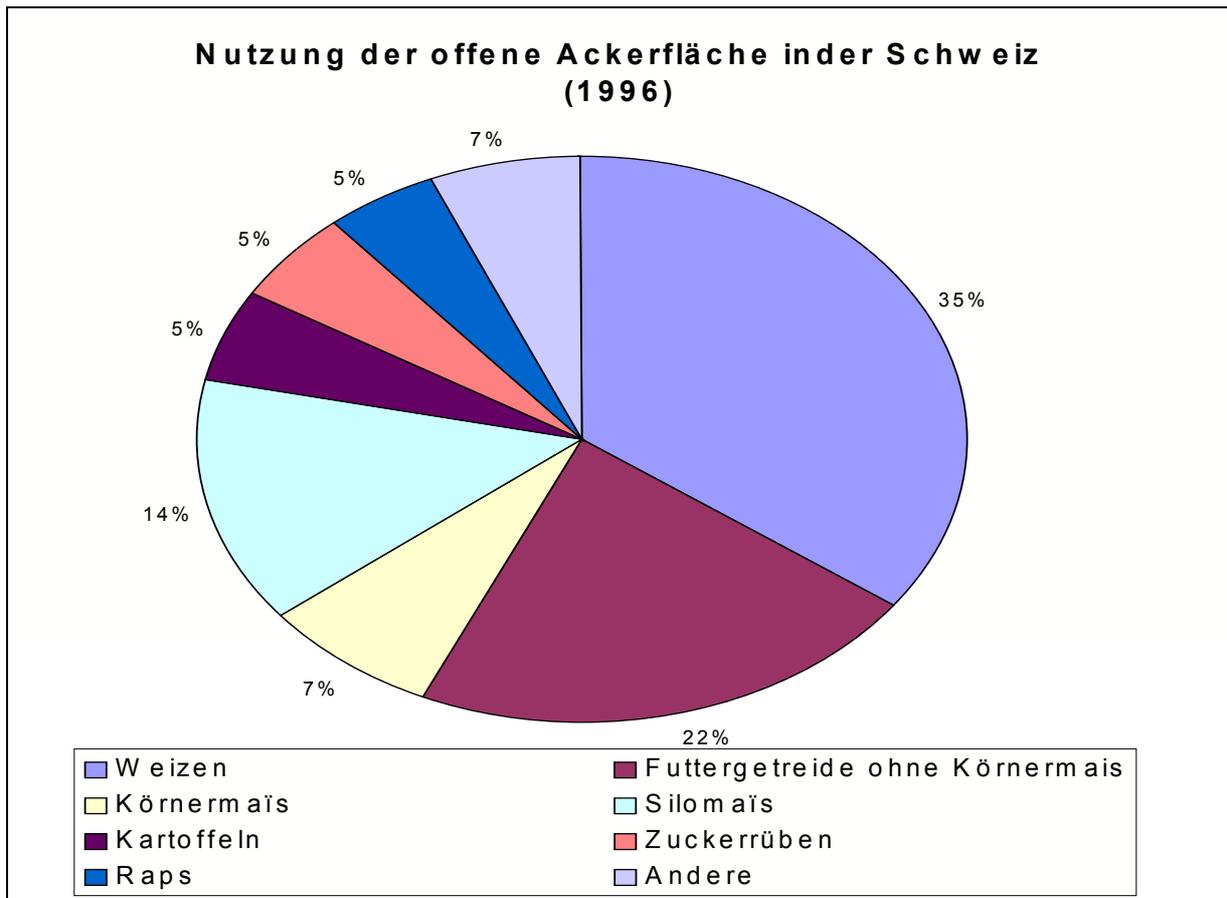
#### **2.2.4 Wichtigkeit und Nutzung der Ackerfläche in der Schweiz**

Der hier vorliegende Bericht befasst sich mit der Einführung gentechnisch veränderter Ackerpflanzen. Die Auswirkungen einer solchen Einführung betreffen in erster Linie vor allem den Pflanzenbausektor. Die tierische Produktion ist aber im gleichen Sinne betroffen; da dieser Betriebszweig durch Veränderungen der Konkurrenzkraft und des Deckungsbeitrages einzelner Kulturen (Mais, Futtergetreide) und der Rauhfutterproduktion weitgehendst in seiner innerbetrieblichen Wettbewerbsfähigkeit beeinflusst wird.

Die pflanzliche Produktion repräsentiert einen wichtigen Produktionszweig der schweizerischen Landwirtschaft. 1996 betrug ihr Wert am landwirtschaftlichen Endrohertrag 31%. Die Milchproduktion steuerte im gleichen Zeitraum 34.9% bei und die Haltung von Rindern, Schweinen und anderen Tieren erreichte einen Wert von 32.8%.

Die 308'924 ha offene Ackerfläche sind zu 35% mit Brotgetreide, zu 43% mit Futtergetreide und Mais je mit 5% Kartoffeln, Zuckerrüben und Raps belegt (Vgl. Abbildung 1).

**Abbildung 1: Nutzung der offene Ackerfläche in der Schweiz (1996)**



Quelle: Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung, Schweizerischer Bauernverband, 1997

Der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen hat primär nicht nur Auswirkungen und Veränderungen im Produktionsprogramm und im Anbau von Ackerkulturen auf dem Landwirtschaftsbetrieb zur Folge, sondern auch die folgenden Bereiche werden längerfristig davon tangiert:

- Lagerung, Verarbeitung und Distribution:  
Alle der Produktion nachgelagerten Stufen des Landwirtschafts- und Ernährungssektors werden sich mit dieser neuen Situation auseinandersetzen müssen. Dabei kann in erster Linie davon ausgegangen werden, dass in einem kurz- bis mittelfristigen Zeithorizont die Verarbeitung, Lagerung und Distribution von GVO- und herkömmlichen Produkten auf Grund der Konsumentenpräferenzen getrennt werden müssen.
- Forschung:  
Die Forschung muss laufend die Verbesserung von Pflanzensorten anstreben, damit die Anpassungsfähigkeit an die natürliche Umwelt optimiert werden kann. Sei dies nun bezüglich Ertrag, Assimilierung von Nährstoffen, Selektion von Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge.

- **Pflanzenschutzindustrie:**  
Die Suche nach neuen Pflanzenschutzmitteln gegen Unkräuter, Krankheiten und Schädlinge wird zunehmen. Die Anforderungen bezüglich Wirkung und ökologischer Verträglichkeit der Produkte werden weiter ansteigen.
- **Ökologie:**  
Eine vielseitige, dem Standort Boden angepasste Fruchtfolge, trägt zur Erhaltung der Fruchtbarkeit und Bodenstruktur bei und somit auch zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen. Ein Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen sollte nicht zu einem Anbau von Monokulturen führen.
- **Direktvermarktung, regionale Produkte:**  
Viele Konsumenten sehen heute beim Kauf von Nahrungsmittel vielfach einen ideellen Wert darin. Der Konsument möchte wissen woher das gekaufte Produkt kommt und wie es produziert wurde. Dieser Trend ist heute beobachtbar in der vermehrten Zunahme des Direktverkaufes ab Hof (z.B. Brot, Kartoffeln, usw.) und mit der Einführung von Labelprodukten für die verschiedensten Nahrungsmittel. Sollten sich nun GVO-Produkte am Markte durchsetzen, so könnte die Produktion von GVO-freien Nahrungsmittel eine Marktnische für einzelne Landwirte darstellen.
- **Landschaft:**  
Die Nutzung der landwirtschaftlichen Nutzfläche durch Parzellen unterschiedlicher Grösse und durch verschiedene Kulturarten trägt zum Reichtum und zur Diversität der Landschaft sowohl im Tal- wie im Berggebiet bei.

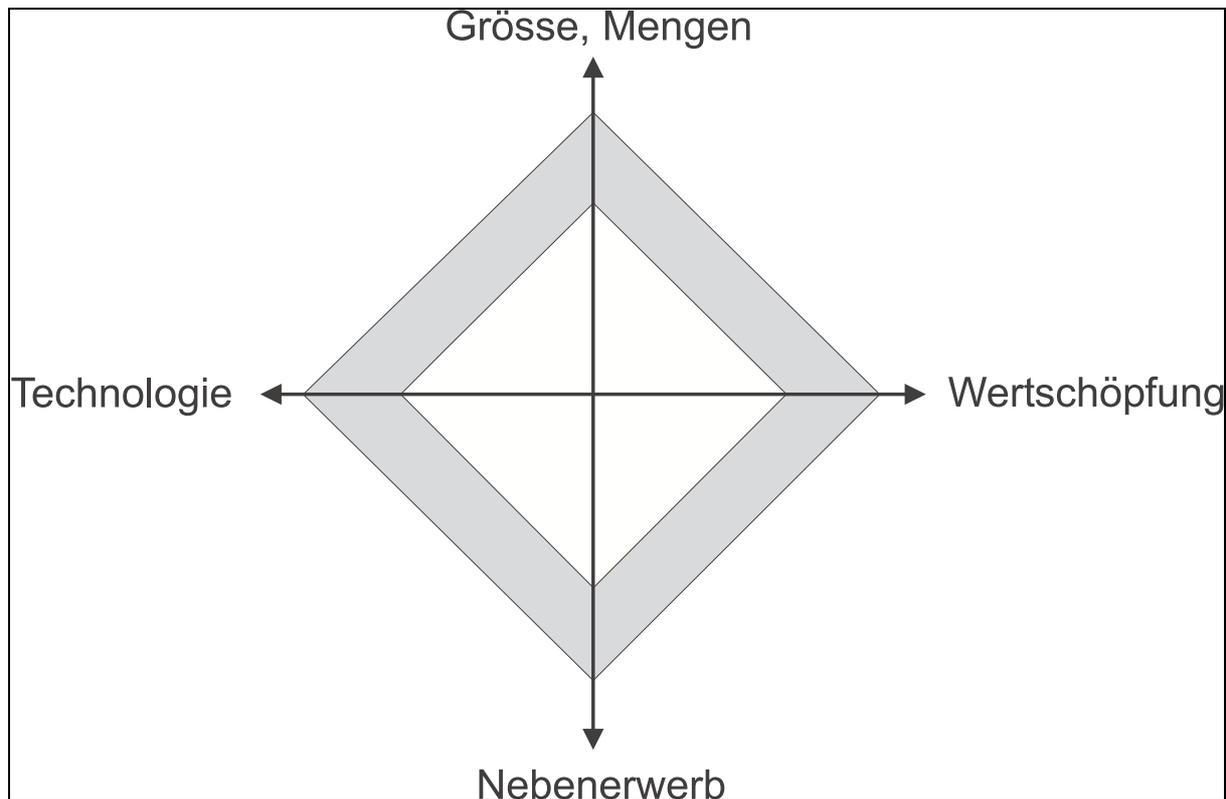
### **2.2.5 Agrarpolitische Änderungen und mögliche Handlungsspielräume für die Landwirte**

Das wirtschaftliche und politische Umfeld der schweizerischen Landwirtschaft befindet sich gegenwärtig in einem Transformationsprozess. Die Ausarbeitung einer neuen Agrarpolitik in der Schweiz (AP 2002) muss einen Rahmen bereitstellen, der es der Landwirtschaft ermöglicht, ein wettbewerbsfähiger und ökologisch wirksamer Produktionszweig zu bleiben. Die Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Landwirtschaft misst sich an derjenigen anderer Länder, die potentielle Nahrungsmittelexporteure sind. Die Hauptindikatoren dieser Wettbewerbsfähigkeit sind die Weltmarktpreise und das europäische Produktpreisniveau, die beide unter den schweizerischen Preisen liegen. Die Implementation der Agrarpolitik 2002 hat in den nächsten Jahren zum Ziel, die inländischen Agrarpreise schrittweise denjenigen der europäischen Union anzugleichen. In der EU ist die Landwirtschaft auch zahlreichen Reformen unterworfen. Dort sollen die eingeleiteten Reformschritte eine Annäherung der europäischen Agrarpreise an das Weltpreisniveau ermöglichen. Zudem lassen die im Rahmen der WTO noch bevorstehenden Verhandlungen auf eine zusätzliche Deregulierung der Agrarmärkte schliessen und zwar bedingt durch eine totale Abschaffung von Exportsubventionen und Importhemmnissen. Somit üben verschiedene Faktoren Druck auf das allgemeine landwirtschaftliche Preisniveau aus. Trotz der Einführung des Direktzahlungssystemes wird der Einkommensverlust durch den Preisrückgang der

landwirtschaftlicher Produkte längerfristig nicht durch Direktzahlungen kompensiert werden können. Das Einkommen der Landwirte wird von den Möglichkeiten jedes Einzelnen abhängen, ob er seine Produktion an die neuen Rahmenbedingungen anzupassen, seine Betriebsfläche vergrössern oder allgemein die Wertschöpfung auf seinem Betrieb erhöhen kann.

Das Ziel der Erhaltung oder sogar Verbesserung des Einkommensniveaus kann durch den Betriebsleiter bei sich verändernden Rahmenbedingungen auf verschiedene Weisen verfolgt werden. Abbildung 2 zeigt die verschiedenen Entwicklungsachsen, die zu einer Einkommensverbesserung führen können. Das heutige Einkommen wird durch die weisse Fläche, die durch die schattierte Figur begrenzt wird, repräsentiert. Entschliesst sich ein Landwirt zum Beispiel einen Nebenerwerb nachzugehen, so kann er sein Einkommen um einen gewissen Anteil an der schattierten Fläche vergrössern. Es besteht die Möglichkeit, auf den vier Achsen gleichzeitig zu handeln, um das maximale Einkommenspotential (gesamte schattierte Fläche) zu erreichen.

**Abbildung 2: Einkommenserhaltungsmöglichkeiten in einem sich verändernden Umfeld**



Die einzelnen Achsen werden hiernach detaillierter beschrieben:

#### **Technologie (Wirksamkeit, Produktivität)**

Die Annahme neuer Technologien erlauben eine Erhöhung der Produktivität und Effektivität der im Betrieb eingesetzten Produktionsfaktoren und stellt eine Möglichkeit dar, um das Einkommen zu verbessern oder zu halten. Die Gentechnologie ist in diesem Sinne eine neue Technologie. Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Kalkulationen bilden die Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen durch den Landwirten ab.

Die Annahme einer neuen Technologie wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, die von der jeweiligen Situation innerhalb des Betriebes, dem Umfeld sowie der Umwelt abhängen können. Ein sich wandelndes wirtschaftliches Umfeld zwingt die Landwirte zu einer schärferen Beobachtung und zu einer konsequenten Ausrichtung auf die Marktgesetze. Die wachsende Konkurrenz aus dem In- und Ausland bewegt die Landwirte dazu, neue technologische Entwicklungen anzuwenden, falls sie sich als konkurrenzfähig erweisen.

Die Anwendung gentechnisch veränderter Pflanzen ist vor allem in Nordamerika bereits etabliert. Der Zuwachs des Anbaues von GVO-Pflanzen bildet ein eindeutiges Indiz für die Konkurrenzkraft dieser Kulturen in Amerika (Vgl. Tabelle 6). Somit wird auch der Export von diesen Kulturen in andere Länder zunehmen, da längerfristig der GVO-freie Anbau ohne zusätzliche Preisanreize verschwinden wird. In Europa und vor allem in der Schweiz wird diese Entwicklung eher mit Besorgnis verfolgt. Davon zeugen die letzten Handelsunstimmigkeiten zwischen Amerika und der Europäischen Union betreffend den Bananenimporten und dem Hormonrindfleisch, die vor der WTO ausgetragen worden sind.

### **Betriebsgrösse, Produktionsmengen**

Die Betriebsfläche kann durch Pacht oder durch den Erwerb von zusätzlicher produktiver Flächen ausgedehnt werden. Der Aufbau von Betriebs(zeig)gemeinschaften erlaubt ebenfalls eine Erhöhung der Produktionsfläche und damit eine Senkung der Produktionskosten. Gemeinschaftsarbeiten stellen eine weitere interessante Variante zur Optimierung der auf dem Betrieb verfügbaren Produktionsfaktoren dar.

### **Wertschöpfung**

Eine weitere Möglichkeit stellt die Erhöhung der Wertschöpfung dar. Der Landwirt kann die Wertschöpfung seiner auf dem Betrieb produzierten Produkte vergrössern, in dem er beispielsweise Qualitätsprodukte herstellt (Labelprodukte) oder als Anbieter neuer Dienstleistungen auftritt. Weiter kann die Wertschöpfung auch durch eine eigene Verarbeitung und Verpackung der Produkte sowie durch den direkten Verkauf an die Konsumenten oder die Detailhändler erhöht werden (Direktvermarktung).

Im Dienstleistungsbereich können beispielsweise Ferien auf dem Bauernhof oder die Optimierung ökologischer Leistungen, die den Bedürfnissen der Gesellschaft entsprechen, genannt werden.

### **Nebenerwerb**

Eine vierte Alternative bietet die Teilzeitarbeit ausserhalb des Betriebes. Je nach Lage auf dem Arbeitsmarkt kann diese Möglichkeit eine nicht zu vernachlässigende Einkommensquelle darstellen.

### 3 Nachhaltige Entwicklung

Grundsätzlich kann eine nachhaltige Entwicklung als ein Veränderungsprozess, in dem die Nutzung von Ressourcen, die Ausrichtung von ökonomischen, technischen sowie institutionellen Entwicklungen und Veränderungen miteinander in Einklang sind, und als das Potential das zur Erfüllung von Bedürfnissen und Wünschen von heutigen und künftigen Generationen mindestens erhalten bleibt, angegeben werden (DORENBOS, HEDIGER 1999). Minimale Bedingung (Systemerfordernisse des betreffenden Systems) hierfür sind die Befriedigung der Grundbedürfnisse für alle, die Wahrung der Integrität des ökologischen, ökonomischen und Sozialen Systems sowie die Schaffung von Wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungsmöglichkeiten. Dies bedeutet nicht, dass das betreffende System in seinem ursprünglichen Zustand erhalten werden muss, sondern erfordert Kompromisse (trade-offs) in der Erreichung der unterschiedlichen Ziele im Bereiche der ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeit.

Die Evaluation obiger Kompromisse und die Operationalisierung des Nachhaltigkeitsgedankens erfordert eine formale Darstellung der verschiedenen Teilziele. Nach HEDIGER (1999) können letzere bezüglich des ökologischen, ökonomischen und sozialen Kapitals formuliert und wie folgt definiert werden. Das ökologische Kapital ist die Gesamtheit von erneuerbaren Ressourcen, natürlichen und naturnahen Landschaften sowie ökologischen Faktoren wie Nährstoffkreisläufe, Klimabedingungen und Regenerationsfähigkeit von Ökosystemen. Das ökonomische Kapital wird durch die Produktionskapazitäten einer Ökonomie beschrieben. Sie umfasst das hergestellte Kapital (Maschinen und Gebäude), Wissen und Know-how, Organisationsstrukturen und Institutionen sowie diejenigen erneuerbaren und nicht-erneuerbaren natürlichen Ressourcen, welche im Rahmen ökonomischer Transformationsprozesse eingesetzt werden. Das soziale Kapital bezieht sich auf die Fähigkeit einer Gesellschaft, ihr eigenes System aktiv zu gestalten und dabei soziale, ökonomische und Umweltprobleme zu bewältigen. Es umfasst Humankapital, Arbeitskraft, Institutionen, Werte und Normen, kulturelle und soziale Integrität, sozialer Zusammenhalt, aber auch lokales Wissen über die Umwelt, soziale Kompetenzen, Gesundheit und Lebenserwartung.

Wird eine nachhaltige Entwicklung angestrebt, so stellt sich die unumgängliche Frage was erhalten werden soll. Mit anderen Worten muss gefragt werden: «Welche Art der Nachhaltigkeit ist erwünscht?». Darf das ökologische Kapital bzw. das ökonomische oder soziale Kapital unter keinen Umständen abnehmen, so sprechen wir von «starker» Nachhaltigkeit (strong sustainability).

Starke Nachhaltigkeit ist als statisches Konservierungskonzept zu betrachten, dass sich auf die Erhaltung und Verbesserung des gegenwärtigen Zustands bezieht.

Dagegen ist schwache Nachhaltigkeit (weak sustainability) ein ökonomisches Wertkonzept. Nach diesem Konzept ist lediglich eine Abnahme des Wertes des gesamten Kapitals nicht erlaubt. Einzelne Komponenten des ökologischen, ökonomischen oder sozialen Kapitals dürfen allerdings abnehmen, wenn dies durch eine Erhöhung von mindestens einer anderen Komponente des gesamten Kapitals kompensiert wird. In diesem Sinne sind trade-offs zwischen den drei Bereichen mit dem Konzept der Schwachen Nachhaltigkeit vereinbar.

Eine nachhaltige Entwicklung bezieht sich immer auf die Entwicklung eines räumlich abgegrenzten Systems mit seinen ökologischen, sozio-kulturellen und ökonomischen Gegebenheiten. Das betrachtete System kann beispielsweise ein bestimmtes Ökosystem, ein Landwirtschaftsbetrieb, eine politische Gemeinde, eine Region, eine Nation oder auch das System Erde sein. Je nach betrachtetem System ändern sich die Rahmenbedingungen für eine

nachhaltige Entwicklung. Auch die beteiligten oder betroffenen Akteure werden je nach betrachtetem System andere Vorstellungen einer nachhaltigen Entwicklung haben. Dementsprechend gilt es räumliche Unterschiede von kulturellen Werten und Normen genauso zu berücksichtigen, wie die Tatsache unterschiedlicher Systembedingungen. Zudem ist neben dem räumlichen Aspekt der Faktor Zeit zu berücksichtigen. Was wir heute als nachhaltig betrachten, gilt unter Berücksichtigung von sich ändernden Systembedingungen und Ansprüchen vielleicht morgen nicht mehr als nachhaltig. Entsprechend sind Nachhaltigkeitskriterien nicht global verwendbar und müssen somit je nach Einzelfall definiert werden. Nachhaltigkeit ist somit als normatives und dynamisches Konzept zu verstehen.

Gemäss den obigen Ausführungen ist der Prozess einer nachhaltigen Entwicklung mit Kompromissen (trade-offs) zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen behaftet. Dies lässt sich am besten durch eine soziale Wohlfahrtsfunktion darstellen, wobei  $U$  den gesellschaftlichen Gesamtnutzen aus aggregiertem Einkommen  $Y$ , makroökonomischer Stabilität  $M$  (z.B. Vollbeschäftigung und Preisniveaustabilität), sozialem Kapital  $S$  und ökologischem Kapital (Umweltqualität)  $Q$  repräsentieren:

$$U = U(Y, M, S, Q) \quad (1)$$

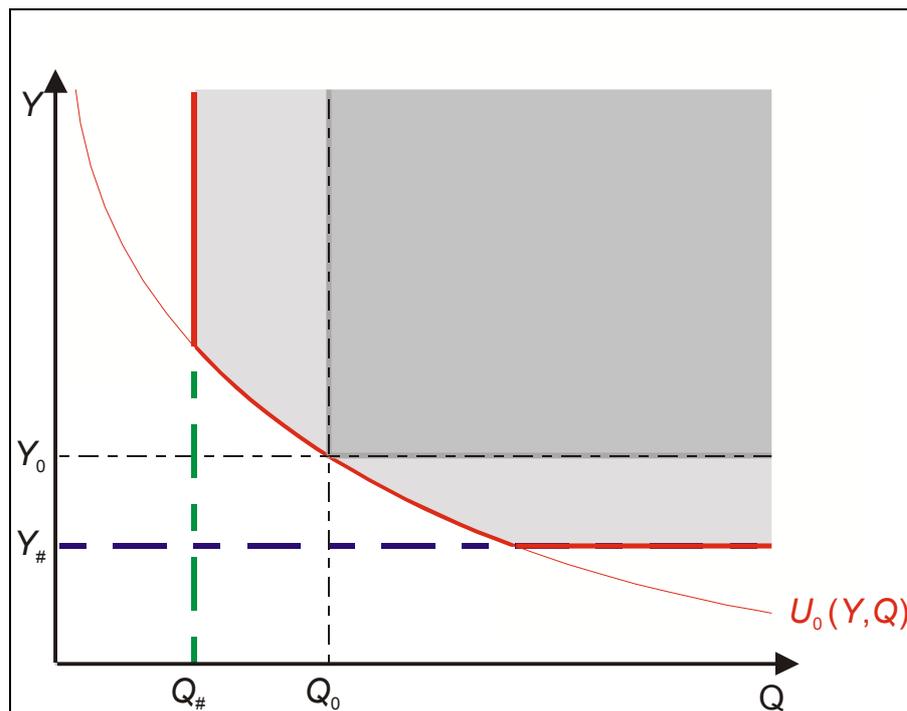
Gehen wir vom Konzept der schwachen nachhaltigen Entwicklung aus, so wird die Gesellschaft versuchen, ihr Gesamtnutzenniveau zu erhalten oder zu erhöhen. Das Mass für diese Veränderung setzt sich aus den mit den Grenznutzen gewichteten Veränderungen der einzelnen Kapitalkomponenten zusammen:

$$\dot{U} = U_Y \dot{Y} + U_M \dot{M} + U_S \dot{S} + U_Q \dot{Q} \geq 0 \quad (2)$$

Negative Veränderungen des ökologischen, ökonomischen oder sozialen Kapitals können bei diesem Konzept bis zu gewissen Grenzen im Kauf genommen werden. Diese Grenzen sind bestimmt durch das aktuelle Wohlfahrtsniveau  $U$  sowie durch die Minimalerfordernisse bezüglich der Integrität der einzelnen Teilsysteme. Bei der Bestimmung dieser Grenzen kommt der Forschung eine zentrale Rolle zu.

In Abbildung 3 ist ein zweidimensionaler Möglichkeitsraum mit Umweltqualität  $Q$  und aggregiertem Einkommen  $Y$  dargestellt, innerhalb dessen eine nachhaltige Entwicklung möglich ist.  $Y_0$  und  $Q_0$  stellen darin die gegenwärtigen Niveaus von Einkommen und Umweltqualität dar. Für eine schwache nachhaltige Entwicklung stellt das Nutzenniveau  $U_0$  (als Funktion von  $Y_0$  und  $Q_0$ ) die Referenzgrösse dar, welche nicht unterschritten werden sollte (Vgl. Formel 2).

**Abbildung 3: Kritische Werte und Möglichkeitsraum für eine nachhaltige Entwicklung**



In Anlehnung an Hediger 1999

Der Möglichkeitsraum für eine schwache nachhaltige Entwicklung ist in Abbildung 3 durch die gesamte schattierte Fläche gekennzeichnet. Er umfasst sämtliche Punkte auf oder oberhalb von  $U_0$ , bei welchen die kritischen Grenzen  $Q_{\#}$  und  $Y_{\#}$  respektiert werden. Der dunkler schattierte Bereich entspricht dem Möglichkeitsraum für eine starke nachhaltige Entwicklung.

Die kritischen Werte  $Q_{\#}$  und  $Y_{\#}$  stellen die minimalen Höhen des ökologischen und des ökonomischen Kapitals dar, deren Unterschreitung eine irreversible Veränderung des Systems zu Folge hätte. Unterhalb dieser Grenzen ist eine nachhaltige Entwicklung des betrachteten Systems nicht möglich. Es ist Aufgabe der Wissenschaft solche kritischen Werte zu erforschen und der Politik die entsprechenden Grundlagen zu liefern.

### **3.1 Entwicklungen der Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Produktion und Adoption des technischen Fortschrittes**

Die Markteinführung von GVO-Pflanzen in der landwirtschaftlichen Produktion kann aus ökonomischer Sicht als technischer Fortschritt beschrieben werden. Die Produkt- und Prozessinnovationen sind zentrale Determinanten des langfristigen Wirtschaftswachstum (BECHER, HEMMELSKAMP, SCHEELHAASE, SCHÜLER 1997). Dem Technischen Fortschritt wird ebenso eine Schlüsselrolle für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung beigemessen, wenn dieser sich an den zentralen Überlebensregeln einer nachhaltigen Entwicklung orientiert.

Die Adoption eines technischen Fortschrittes in der Landwirtschaft wird nicht nur von ökonomischen Faktoren, die eine Produktionssteigerung zur Folge haben, beeinflusst, sondern auch durch die Einschätzung der damit verbundenen Risiken. Im Falle einer Einführung gentechnisch veränderten Pflanzen kann der Nutzen eines Einsatzes dieser Technologie

quantifiziert und sichtbar gemacht werden. Im Gegensatz dazu sind künftige Risiken wie Einfluss auf das Ökosystem und Umweltinteraktionen sowie Konsumentenpräferenzen schwer erfassbar.

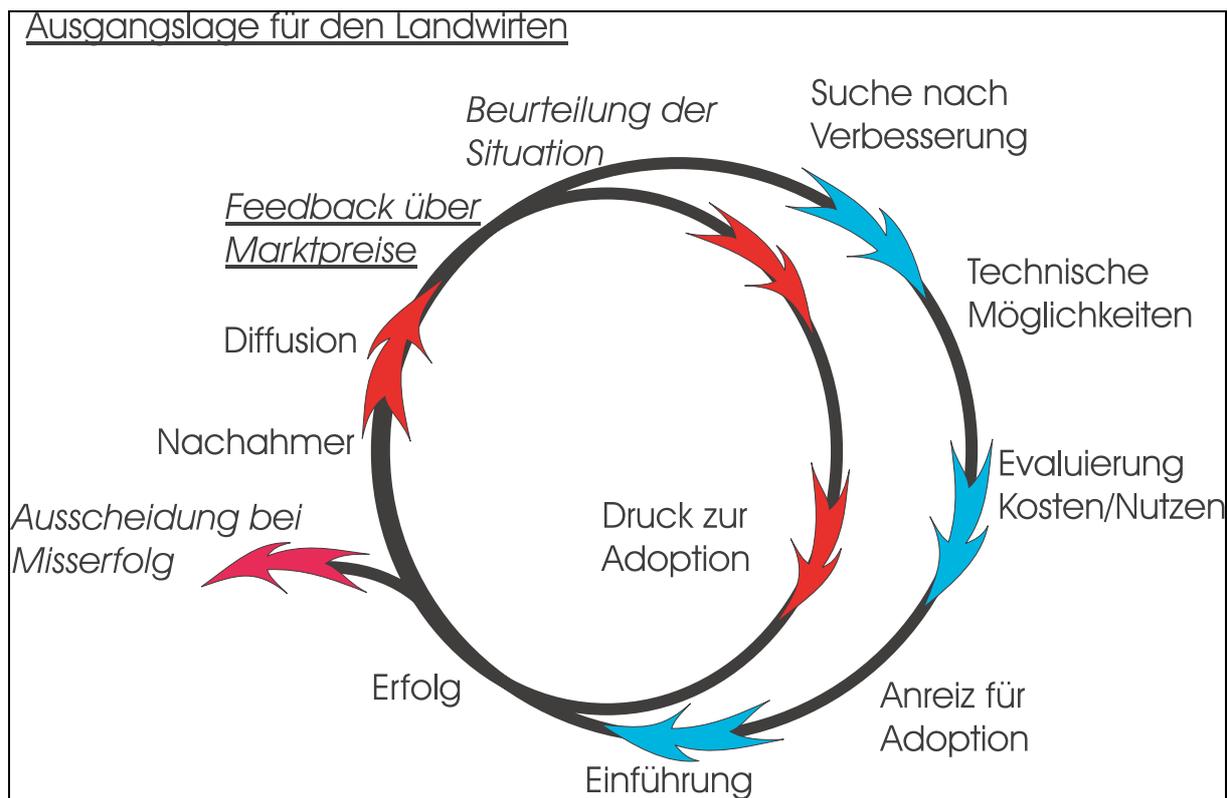
### **3.1.1 Adoption neuer Technologien durch die Landwirte**

Der einzelne Landwirt hat als Rohstoffproduzent keinen direkten Einfluss auf die Preise landwirtschaftlicher Produkte. Die Überproduktion, welche die landwirtschaftlichen Märkte in den meisten wirtschaftlich entwickelten Ländern kennzeichnet, hat im Laufe der Zeit eine Tendenz zu real sinkenden Preisen ausgelöst (RIEDER, ANWANDER PHAN-HUY, 1994). Im gleichen Zeitraum ist die Menge der in der landwirtschaftlichen Produktion eingesetzten Produktionsfaktoren (zu konstanten Preisen) praktisch unverändert geblieben. Hingegen hat die Produktivität der Faktoren stetig zugenommen, was eine Zunahme des Angebotes bei gleichbleibender Faktormenge ermöglichte. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die Landwirte immer die rentablen Produktionsverfahren ausgewählt haben, um ihr Einkommen bei sinkenden Produktpreisen zu halten. Die folgende Abbildung 3 zeigt den Annahmeprozess neuer Technologien auf den Märkten für Produktionsfaktoren in einer geschützten Landwirtschaft vor einer Liberalisierung der Märkte auf. Für die schweizerischen Agrarmärkte kann diese Periode mit der Zeit vor Abschluss der Uruguay-Runde des GATT im April 1996 gleichgesetzt werden. Die vor den GATT-Verhandlungen der Uruguay-Runde herrschende Agrarpolitik war charakterisiert durch hohe Preis- und Kostenniveaus, sowie durch einen ausgebauten Grenzschutz. Das wirtschaftliche Verhalten des Pionierlandwirtes wurde vorwiegend durch seine Preisbeobachtung bzw. Preiserwartung bezüglich der von ihm produzierten Hauptprodukte bestimmt. Beim Auftreten neuer Technologien am Faktormarkt (technology push) schätzt er das Kosten-/Nutzenverhältnis dieser neuer Technologien ab, um sein Einkommen zu optimieren. Der Anreiz zur Annahme dieser neuen Technologien ist individuell und hängt von der Analyse, der Initiative sowie von den vorhandenen Handlungsmöglichkeiten jedes einzelnen Landwirtes ab.

Die anderen Landwirte verhalten sich als „Nachahmer“ und entscheiden sich für oder gegen die neue Technologie je nach Erfolg oder Misserfolg des Pionierlandwirten.

Der Druck zur Adoption neuer Technologien ist selbstverständlich auch in dieser Situation gegeben, sein Ausmass ist gegeben durch die Produktivitätsunterschiede, welche durch die Technologieadaption entstehen.

**Abbildung 4: Anpassungsprozess vor der Liberalisierung der Märkte**



Mit der Uruguay-Runde endete auch die Zeit, in der nationale Landwirtschaftspolitiken, mit Ausnahme einiger Zugeständnisse, unabhängig vom GATT ausgearbeitet werden konnten. Die Schutzmassnahmen bei einem Markteintritt an der Grenze werden tarifziert. Für interne Stützungen wird eine Höchstgrenze pro Produkt festgelegt und die erlaubten Instrumente für die Einkommensstützung der Landwirte werden durch eine Klassifizierung (BOX) definiert. Die internen Stützungen der verschiedenen nationalen Landwirtschaftspolitiken müssen sich somit auf Direkthilfen (Direktzahlungen) ausrichten, die so wenig wie möglich das Preissystem beeinflussen. Dieses im Rahmen der GATT-Verhandlungen ausgestaltete Agrarpaket fördert eine progressive und programmierte Öffnung der landwirtschaftlichen Märkte. Diese Abkommen erfordern grundlegende Anpassung der schweizerischen Landwirtschaftspolitik. Diese Anpassung ist in Form der AP2002 am 1.1.1999 in Kraft getreten.

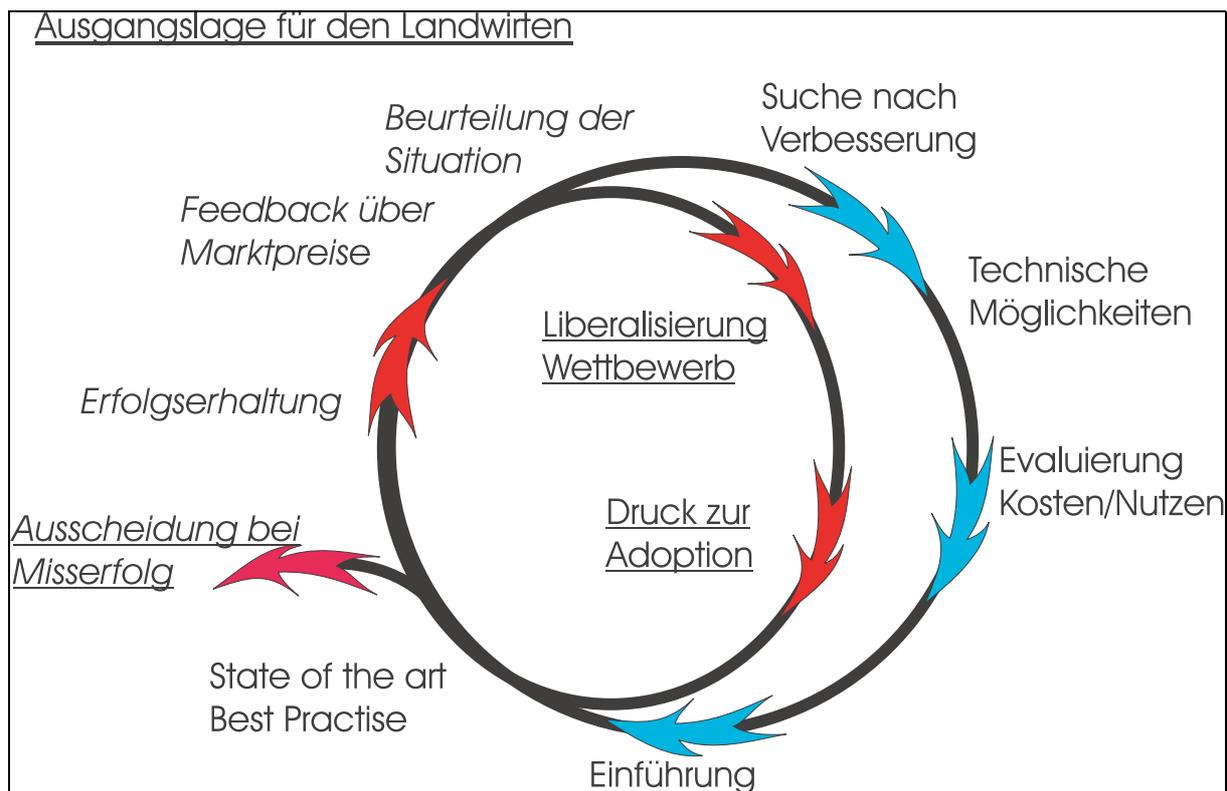
Die WTO sieht eine neue Verhandlungsrunde für das Jahr 1999 vor. Die traditionellen Exportländer werden versuchen, ihre Handelsinteressen zu wahren, indem sie eine weitere Liberalisierung des Welthandels in jenen Sektoren verlangen, in denen sie glauben international am wettbewerbsfähigsten zu sein. Diese Länder (USA und Cairns-Gruppe) haben ein fundamentales Interesse an einem weiteren Abbau der Exportsubventionen, an einem verbesserten Marktzutritt und an der Reduktion der internen Stützungen.

Diesem Vorhaben werden sich aber jene Länder entgegenstellen, welche Schwierigkeiten bei der Reform ihrer international wenig wettbewerbsfähigen Sektoren kennen. Für diese Länder, zu denen auch die Schweiz und die EU angehören, müsste die Ausgestaltung der Landwirtschaftspolitik durch die folgenden drei Prinzipien charakterisiert sein (GOHIN; GUYOMARD; LE MOUËL 1998):

1. Die Landwirtschaftspolitik muss in Zukunft so ausgestaltet sein, dass nicht nur die Landwirte davon profitieren, sondern auch parallel dazu öffentliche Leistungen für die Gesellschaft bereitgestellt werden.
2. Die Einkommenspolitik für die Landwirtschaft muss von der Produktpreispolitik getrennt werden. Das heisst, dass die Landwirte ihr Einkommen nicht mehr vorwiegend über erhöhte Produktpreise erhalten, sondern über ergänzende Direktzahlungen.
3. Der Aufbau von Sicherheitsnetzen und verschiedene Übergangspolitiken, um den herrschenden Verzerrungen der verschiedenen Märkte Rechnung zu tragen, sollten implementiert werden.

Die weitere Liberalisierung der Agrarmärkte bilden also den Inhalt der künftigen Verhandlungen mit der WTO. Für bisher weitgehend geschützte Länder wie die Schweiz bedeutet dies eine Zunahme der Konkurrenz im Agrarsektor. Der vorhersehbare Rückgang der Produktionspreise erhöht den Anpassungsdruck für die Landwirte, insbesondere in bezug auf Erhaltung ihres Einkommensanteils aus der Produktion von landwirtschaftlichen Gütern und Dienstleistungen auf ihrem Betrieb. In dieser Situation müssen sie schnell reagieren und sich überlegen, ob sie neue Technologien annehmen wollen oder nicht. Diese Annahme stellt einen wichtigen Faktor für das Überleben des Betriebes dar. Der Produktivitätsfortschritt, der bei den Erstanwendern auf der internationalen Ebene erfolgreich umgesetzt wird, erhöht das ohnehin schon grosse Gefälle in der Wettbewerbsfähigkeit. Landwirte anderer Länder, wie die europäischen können ihren Platz auf den Märkten nur behaupten, wenn sie auch Zugang zu diesen Technologien haben. Dies wird für sie zu einer wirtschaftlichen Überlebensfrage. Je vernetzter die internationalen Agrarmärkte sind, desto stärker wird der betriebswirtschaftliche Druck auf die Harmonisierung der Technologiegesetzgebung. Denn die Technologien nicht umsetzen können, schmälert die Erfolgchancen und kann sogar die Aufgabe der Produktion zur Folge haben (Vgl. Abbildung 5).

**Abbildung 5: Anpassungsprozess während und nach einer Liberalisierung der Märkte**



### 3.1.2 Potentielle Risikosituation beim Einsatz von GVO-Pflanzen

Mit der Gentechnologie eröffnet sich Neuland, das definitionsgemäss noch ungenügend bekannt ist. Die verfügbaren Informationen bezüglich den potentiellen Risiken sind folglich begrenzt. Die Bedeutung eines grossflächigen Anbaus für das Ökosystem muss auf verschiedenen Stufen abgeschätzt werden. Somit sind mögliche Veränderungen des Ökosystemes, Eindringen von veränderten Pflanzen in Ökosysteme und horizontale Übertragung des modifizierten Genes auf andere Pflanzen zu untersuchen. Eine Störung der Beziehungen zwischen den Spezien, genetische Transfers oder Neukombinationen, eine Vermehrung, sogar eine Invasion der Ökosysteme sind mögliche Hypothesen. Gemäss LE ROY (1996) können zwei potentielle Risikokategorien formuliert werden:

- Risiko, bedingt durch Einfügen eines fremden Genes oder einer fremden DNA-Sequenz in einen Organismus. Es ist nicht immer möglich abzuschätzen, welche Sequenzen des Genoms durch das Einfügen verändert werden und welche Konsequenzen dies haben wird. Die begründet sich vor allem wegen den Interaktionen zwischen den verschiedenen Genen eines Genomes. Allgemein stellt sich die Frage nach den neuen Eigenschaften, die von einem anderen Organismus durch Einfügen eines Transgenes gewonnen werden. Bringen diese neue Eigenschaften dem Organismus einen selektiven Vorteil? Kann dieser in Ökosysteme eindringen und sich als schädlich herausstellen, weil er sich auf Kosten anderer Organismen entwickelt? Beispielsweise kann durch ein Transgen eine Pflanze in ein Unkraut verwandelt werden, die vorher keines war.

- Risiko, bedingt durch die zufällige oder freiwillige Verbreitung des gentechnisch veränderten Organismus in der Umwelt und die Unfähigkeit, das übertragene Gen oder den ganzen Organismus zu beherrschen. Allgemein besteht das Problem im Transfer der Gene, d.h. die Übertragung des eingefügten Gens in eine mit dem Organismus verwandte Art. Beispielsweise könnte ein Gen, das resistent ist gegen Herbizide, auf Wildpflanzen übertragen werden, die mit der transgenen Kultur verwandt sind. Dies würde zur Schaffung von resistenten Unkräutern führen.

### **3.1.2.1 Risiko-Nutzen Abschätzung**

Die Einführung gentechnisch veränderter Pflanzen schafft Unsicherheit. Im Zentrum der Überlegungen steht die Wahrnehmung des Nutzens (Erwartungswert) solcher Produkte. Es stellt sich die Frage der Akzeptanz solcher Produkte, ausgehend von der Wahrnehmung der spezifischen Risiken dieser Produkte durch die Konsumenten, Produzenten bzw. durch die Gesellschaft.

Die Einschätzung von Risiken im Ernährungsbereich hängt vor allem von der Nutzenabschätzung und von der Vertrautheit mit den verschiedenen Risiken ab. Gesellschaftliche, kulturelle und demographische Faktoren haben hierbei vergleichsweise nur einen geringen Einfluss (ANWANDER PHAN-HUY, 1998). Die Menschen sind heute sensibler gegenüber Risiken. Sie zeigen teilweise Überreaktionen, reagieren oft heftig gegenüber Risiken, die von Experten als minim angesehen werden. Auf der anderen Seite werden ernsthafte Gesundheitsgefährdungen, wie Alkoholmissbrauch oder Rauchen oft minimiert. Es muss folglich zwischen einem effektiven und einem wahrgenommenen Risiko unterschieden werden. Die Reaktion der Menschen bezieht sich immer auf das wahrgenommene Risiko. Die Wahrnehmung von Risiken hängt sowohl vom persönlich erfahrbaren Nutzen als auch von den positiven Auswirkungen auf die Gesellschaft ab. Je höher der Nutzen einer Technologie angesehen wird, desto niedriger wird das damit verbundene Risiko eingestuft, und desto grösser ist auch die Akzeptanz dieser Technologie. Es wird dabei angenommen, dass die Menschen eine Abwägung (zwischen möglicher Gefährdung und dem möglichem Nutzen dieser Technologie machen.

### **3.1.2.2 Bedeutung für den Konsumenten**

Charakteristisch ist, dass die im Zusammenhang mit der Nahrungsmittelproduktion bzw. der Ernährung stehenden Risiken nicht nur erstaunlich hoch eingeschätzt werden. Sie stehen auch zu einem sehr tiefen Nutzen in Beziehung. Eine Umfrage in Grossbritannien im Jahre 1995 zeigt, dass Pestizide, Lebensmittelbestrahlung, Lebensmittelzusatzstoffe und die Anwendung von Gentechnologie im Ernährungsbereich die einzigen Technologien mit einem negativen „Nettonutzen“ sind (FREWER ET AL. 1995). Diese Beziehung von hohem Risiko und niedrigem Nutzen ist ansonsten nur noch bei der Kernenergie beobachtbar.

In der gesellschaftlichen Diskussion im Bereich Gentechnologie und Lebensmittel werden folgende Risiken erwähnt:

- Allergenes Potential
- Antibiotika-Resistenz

- Pathogenes Potential
- Toxikologisches Potential

### **3.1.2.3 Bedeutung für die Landwirtschaft**

Die Wahrnehmung der mit der Einführung gentechnisch veränderter Pflanzen verbundenen Risiken betrifft den Produzenten auf zwei Ebenen. Er ist einerseits als Konsument und andererseits als Produzent betroffen. Die Konsumentenseite wird in dieser Studie nicht betrachtet. Im Zentrum stehen die Determinanten der Risikowahrnehmung eines Landwirten, der vor der Wahl steht, herkömmliche oder gentechnisch veränderte Pflanzensorten anzubauen. Die Nutzenabschätzung auf Seite des Produzenten wird vor allem beeinflusst von folgenden Kriterien:

- Beitrag der Gentechnologie zur Ertragssicherung
- Anpassung der Schaderreger an die Resistenzstrategie
- Einfluss auf das Einkommenspotential
- Absatzmöglichkeiten
- Reduktion des Bedarfs an Pflanzenbehandlungsmitteln
- Eventuell nötige Fruchtfolgeanpassungen
- Beitrag zum Schutz der Umwelt

### **3.1.2.4 Bedeutung für die Agroindustrie**

Die Interessen der Agroindustrie liegen in der Produktion und im Verkauf von GVO-Pflanzen. Primäres Ziel dieser Unternehmungen ist es die Akzeptanz und das Verständnis für diese neue Technologie in der breiten Öffentlichkeit zu wecken. Hierzu muss sie über die gesetzlichen Bestimmungen hinaus die Kenntnisse der breiten Öffentlichkeit über die Vorteile von Lebensmittelprodukten, die mit Hilfe von Gentechnik hergestellt werden, erhöhen. Dabei sind auch mögliche Risiken zu diskutieren. Kommunikation spielt eine wichtige Rolle. Zum Beispiel wird Monsanto (MONSANTO 1998) die wesentlichen Daten ihrer neuen Produkte der Öffentlichkeit zugänglich machen. Die zur Verfügung gestellten Informationen werden folgende Gebiete abdecken:

- Produktmerkmale und –vorteile
- Potentielle Anwendungsgebiete
- Erfordernisse für eine Produktkennzeichnung
- Produktbegleitung
- Informationsmaterial für Verbraucher
- Informationsmaterial für Lebensmittelindustrie
- Angaben zur Umweltverträglichkeit
- Zusammenfassung der Ergebnisse von Sicherheitstudien

## 4 Mikroökonomische Betrachtungen

Der Einsatz von verbessertem Pflanzenmaterial in der Landwirtschaft hat in den letzten Jahrzehnten sehr grosse Produktivitätsfortschritte gebracht. Zudem haben neue Pflanzensorten stets einen Einfluss auf Pflegemassnahmen gehabt. Grundsätzlich sind folgende Primärwirkungen zu erwähnen:

1. Erhöhung der Erträge pro Hektare
2. Veränderung des Bedarfs an ertragssteigernden Hilfsstoffen (Dünger)
3. Veränderung des Bedarfs an Pflanzenbehandlungsmitteln
4. Veränderung von weiteren Pflegemassnahmen (Hacken, etc.)

### 4.1 Produktionstheoretische und kostentheoretische Überlegungen

#### 4.1.1 Neue Produktionsfunktionen

Neue Pflanzensorten weisen in der Regel eine veränderte Produktionsfunktion auf. Das heisst, der Zusammenhang zwischen Output ( Ertrag) und Input (ertragssteigernde Hilfsstoffe) ändert sich.

##### Produktionsfunktion (Ausgangslage)

$$X_1 = f [ Q_1, GP_1, AK_1, KA_1, N_1, P_1, K_1, INS_1, HER_1, FUN_1, .. ]$$

##### Legende:

X: Flächenertrag eine Ackerkultur (pro ha); Q: Qualität des Bodens; AK: Arbeitseinsatz; KA: Kapitaleinsatz; GP: genetisches Potential der Pflanze; N: Stickstoff; P: Phosphor; K: Kalium; INS: Insektizid; HER: Herbizid; FUN: Fungizid

Unter der Prämisse der technischen und der ökonomischen Effizienz wird ein optimales Verhältnis zwischen den einzelnen Inputfaktor und dem Ertrag angestrebt. Die technischen Koeffizienten und die Preise der jeweiligen Inputfaktoren in ihrer gegenseitigen Wechselwirkung sind hierfür massgebend. Verschieben sich die technischen Koeffizienten (zum Beispiel das genetische Potential einer Pflanze bezüglich Hektarertrag) und / oder die Preisrelationen der Inputfaktoren ergibt sich ein neues Optimum.

#### 4.1.2 Neue Faktor-Faktorbeziehungen, neue Intensitäten

Wie oben dargestellt beschränkt sich in der Regel die Veränderung des Verhältnisses zwischen Input und Output nicht auf einen einzigen Inputfaktor. Es gilt deshalb die veränderten (leistungsfähigeren) Pflanzen mit dem ganzen Set an Inputfaktoren zu betrachten.

Demzufolge sind zahlreiche Beziehungen zwischen Faktoren verändert, zum Beispiel:

##### Veränderte Produktionsfunktion (zum Beispiel mit Gentechnik verbessert)

$$X_1^* = f [ Q_1, GP_1^*, AK_1^*, KA_1, N_1^*, P_1, K_1, INS_1, HER_1, FUN_1^*, .. ]$$

Intensität I:  $FUN_1 / ha_1$  wird zu Intensität I\* :  $FUN_1 / ha_1^*$

Intensität II:  $AK_1 / KA_1$  wird zu Intensität II\* :  $AK_1 / KA_1^*$

\* gleich Legende wie unter 4.1.1 aber mit Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen

### 4.1.3 Neue Produkt-Produktbeziehungen

Durch veränderte Pflanzeigenschaften wird die wirtschaftliche Attraktivität einer Pflanze im Vergleich zu anderen Pflanzen verbessert. Dies führt zu neuen Kombinationen der Inputfaktoren und damit zu einer veränderten Produktionsfunktion auf den Betrieben, vorausgesetzt es liegen keine technischen Einschränkungen wie beispielsweise bei der Wahl der Fruchtfolge vor. Dies lässt sich wie folgt darstellen:

Produktkombination:  $Y_1 / Y_2$  verändert sich zu  $Y_1 / Y_2^*$

$Y_1 / Y_3$  verändert sich zu  $Y_1 / Y_3^*$

Die technischen Eigenschaften der Pflanzen kombiniert mit den Produktpreisrelationen bestimmt unter der Prämisse der ökonomischen Effizienz das neue Optimum.

### 4.1.4 Beispiele

- Eine neue Sorte, welche keine oder weniger Fungizidbehandlungen benötigt, ermöglicht im Vergleich zu anderen Sorten eine Senkung der Behandlungskosten
- Eine neue Sorte, welche gegen ein bestimmtes Insekt resistent ist, ermöglicht die Senkung des Einsatzes von Insektiziden. Damit lassen sich Kosten senken.
- Mit einer neuen Sorte, welche gegen ein Herbizid resistent ist; können Unkrautbehandlungskosten gesenkt werden.

### 4.1.5 Fazit aus den produktionstheoretischen Überlegungen

Auf die Input- oder der Outputseite verbesserter Pflanzensorten (z.B. GVO-Pflanzen) beeinflussen die innerbetriebliche Kostenstruktur. Als Folge der verbesserten Produktivität werden diese Pflanzensorten kompetitiver. Der Anbau dieser Pflanzensorten wird auf Kosten von herkömmlichen Pflanzensorten ausgedehnt. Diese, auf einzelbetrieblicher Ebene stattfindende Prozesse führen zu einer veränderten aggregierten Angebotsfunktion. Kostentheoretische Überlegungen

Die Einführung veränderter Sorten beeinflusst die Kostenstruktur der angebauten Kulturen. Es können sich dabei sowohl die Direktkosten, als auch die Strukturkosten verändern. Dies kann in Zeiten grösserer Preissenkungen und struktureller Anpassungen relevant sein.

## 5 Methode

### 5.1 Allgemeines zur Entscheidungshilfe

Ein Landwirt ist, wie die Leiter kleiner und mittlerer industrieller Unternehmen (KMU), gezwungen, ständig Entscheidungen zu treffen. Er muss z. B. entscheiden, wann der optimale Spritzzeitpunkt gegen eine Pilzkrankheit ist oder auf welchen Flächen er welche Kulturen anbaut.

Wenn er genau wüsste, welche Konsequenzen seine Entscheidung haben werden und wie sich die Umweltbedingungen entwickeln werden, wären diese Entscheidungen einfach. Sie würden „unter Sicherheit“ getroffen. Normalerweise ist aber nicht bekannt, wie sich die Umwelt (z. B. Preise auf Agrarmärkten, Nachfrage oder die Wetterbedingungen) entwickelt. Folglich muss der Landwirt „unter Unsicherheit“ entscheiden.

Modelle, als Abbild der Wirklichkeit, können helfen, komplexe Entscheidungen zu treffen. Das Optimierungsmodell, das in dieser Arbeit verwendet wird, kann eine solche Entscheidungshilfe sein. Dieses Modell optimiert die Struktur eines Betriebes unter gegebenen Umweltbedingungen (normative Methode). Daraus resultiert ein maximales Einkommen. Unter der Annahme künftiger Rahmenbedingungen werden die Auswirkungen veränderter Wechselwirkungen von Input- und Outputfaktoren auf Betriebsebene modelliert. Das Modell optimiert die Betriebsstruktur zu einem bestimmten Zeitpunkt (einperiodische Optimierung). Will man die Entwicklung von bestimmten Betriebstypen beobachten, so werden weitere Optimierungen durchgeführt. Dieses Vorgehen wird komparativ-statisch genannt. Es ist also möglich, mit Hilfe der Optimierungsmodelle die Entwicklung von Betrieben abschätzen zu können.

Da die Umwelt-, bzw. Rahmenbedingungen fix vorgegeben sind (Annahmen), impliziert das Modell eine Entscheidung unter Sicherheit. Dies bedeutet, dass verschiedene Szenarien (oder Betriebstypen) nicht miteinander konkurrieren können. Es müssen verschiedene Rechnungen durchgeführt werden, deren Resultate dann miteinander verglichen werden können. Ein weiterer Nachteil besteht in der Linearität. Einige Produktionsparameter (z. B. Produktionsfunktionen oder Preisverläufe) sind in der Wirklichkeit nicht linear. Um sie im Modell formulieren zu können, müssen sie vereinfacht werden. Häufig werden deshalb Durchschnittswerte oder Normzahlen verwendet.

### 5.2 Lineare Programmierung

Die lineare Programmierung (LP) ist ein besonders geeignetes Instrument zur einzelbetrieblichen Planung bzw. für die langfristige Prognose von Betriebsstrukturveränderungen. Die jeweilige Problemstellung wird dabei in einem linearen Gleichungssystem abgebildet. Dieses wird mit einem speziellen Verfahren (Algorithmus) gelöst. Dabei wird der resultierende Wert einer linearen Zielfunktion in einem durch Nebenbedingungen eingeschränkten Lösungsraum maximiert.

Das Gleichungssystem kann wie folgt dargestellt werden:

$$\text{Maximiere } Z: \quad \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

unter den Nebenbedingungen  $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i$  für  $i = 1, 2, \dots, m$

und  $x_j \geq 0$  für  $j = 1, 2, \dots, n$

Dabei stellen die 'x<sub>j</sub>' die Entscheidungsvariablen dar. Die 'c<sub>j</sub>' repräsentieren die Grenzerträge der Entscheidungsvariablen. Als 'Z' wird der aus der Zielfunktion resultierende Wert bezeichnet. Die 'b<sub>i</sub>' beschreiben die zur Verfügung stehenden Faktormengen oder Kapazitäten und die 'a<sub>ij</sub>' bezeichnen die Ansprüche der einzelnen Entscheidungsvariablen an die verfügbaren Faktoren respektive Kapazitäten.

Auf diese Weise können sich ändernde Produktionsstrukturen eines landwirtschaftlichen Betriebes bzw. dessen Anpassungsprozess unter Berücksichtigung von vorgegebenen makroökonomischen Rahmenbedingungen (z.B. agrarpolitische Massnahmen) abgebildet werden.

Normative Modelle basieren auf effizienten Input-Output-Relationen. Sie weichen deshalb von realen ineffizienten Verhältnissen ab. Modelle abstrahieren von der realen Welt, weil es unmöglich ist, die Komplexität der Realität vollständig zu erfassen. Die Herausforderung für einen Modellbauer besteht darin, die für die interessierende Fragestellung relevanten Elemente und deren gegenseitige Beziehungen im Modell möglichst adäquat abzubilden. Die Resultate, welche aus der LP-Modellrechnung gewonnen werden, stellen eine im Vergleich zur realen (Land-) Wirtschaft ideale Lösung dar.

Bezüglich dem im Modell abgebildeten Unternehmer gelten folgende Annahmen: Der Unternehmer...

- ist vollständig informiert,
- verhält sich in bezug auf die Optimierung der Zielfunktion rational,
- ist technisch sowie ökonomisch effizient und
- macht keine Fehler.

Der Zielfunktionswert des verwendeten Betriebsmodelles entspricht im Prinzip der betriebswirtschaftlichen Grösse „Landwirtschaftliches Einkommen“. In der gewählten Vorgehensweise entspricht das „Landwirtschaftliche Einkommen“ annähernd dem Arbeitsverdienst, da die Betriebe in der Ausgangslage kein Eigenkapital ausser dasjenige der Betriebsfläche besitzen.

## **6 Annahmen für die Modellrechnungen**

### **6.1 Produktionssysteme**

Die Richtlinien, die für die integrierte (IP) und die biologische Produktion (Bio) gelten, sind im Modell als Restriktionen enthalten. Dazu gehören die Fruchtfolgebedingungen (Vgl. Tabelle 9), die Nährstoffbilanz nach LBL, Düngungsnormen und Tierschutzvorschriften in bezug auf den Stallbau.

#### **6.1.1 Konventionelle Produktion**

Das konventionelle Produktionssystem stellt im Bezug auf Ökologie die am wenigsten restriktive Produktionsform dar. Sie entspricht der "klassischen" Produktionsform wie sie vor der Einführung der Integrierten Produktion (IP) praktiziert wurde. Mit der Umsetzung der Reformen der Agrarpolitik in die Praxis ab 1.1.99. (AP2002), werden konventionell bewirtschaftete Betriebe, nach Ablauf einer kurzen Übergangszeit, keine Direktzahlungen mehr erhalten. Folglich ist davon auszugehen, dass konventionell geführte Betriebe in Zukunft nur noch selten anzutreffen sind.

#### **6.1.2 Integrierte Produktion (IP)**

Für die Integrierte Produktion sind eine Reihe von Kriterien zu berücksichtigen. Diese Kriterien sind administrativer und ökologischer Natur. Die administrativen Kriterien lassen sich in folgende zwei Punkte zusammenfassen:

- Der Betrieb unterwirft sich der Kontrolle einer bevollmächtigten Autorität und berücksichtigt die Bedingungen, welche die integrierte Produktion mit sich bringt.
- Der Betrieb erstellt einen Vertrag mit der zuständigen Stelle.

Zusätzlich gelten folgende ökologische Kriterien:

- Bodenschutz: Der Bodenschutzindex der Fruchtfolge muss im Winter mindestens 50 Punkte betragen, die entsprechenden Massnahmen für die Erosionsbekämpfung müssen gewährleistet sein.
- Phosphordünger: Um maximal 10% des Gesamtbedarfes der Pflanzen an Phosphor und um maximal 10 kg  $P_2O_5$  pro Hektare düngerbare Fläche darf die Phosphorbilanz überschritten werden.
- Stickstoffdünger: Um maximal 10% des Gesamtbedarfes der Pflanzen an Stickstoff und um maximal 10 kg Stickstoff pro Hektare düngerbare Fläche darf die Stickstoffbilanz überschritten werden.
- Schutz der Kulturen: Pestizidbehandlungen dürfen erst appliziert werden, wenn nach dem Prinzip der Schadschwelle ein erhöhter Krankheitsdruck besteht.

- **Ökologischer Ausgleich:** Mindestens 5% der Grünlandfläche muss mit wenig intensiv oder extensiven Wiesen bewirtschaftet werden. Mindestens 5% der LN müssen durch ökologische Ausgleichflächen belegt sein (inkl. Ökologisches Grünland und Hochstammobst). Mindestens 0.5 m Grasstreifen entlang von Wegen und Strassen, 3 m Wiesenstreifen (ohne Düngung und Pflanzenschutz) entlang von Gewässern, Waldrändern, Hecken und Feldgehölzen.
- Die Fruchtfolgebedingungen entsprechen diejenigen der konventionellen Produktion, ausser für den Maisanbau der bei der IP höchstens 40 % an der offene Ackerfläche betragen darf (50 % bei konventionellen Produktion).

### **6.1.3 Biologische Produktion**

Auch für die biologische Produktion gelten administrative und ökologische Kriterien. Die administrativen Kriterien sind:

- Die biologische Produktion muss auf der gesamten Betriebsfläche praktiziert werden
- Der Betriebsleiter erlaubt die Kontrolle durch kompetente Organisationen auf seinem Betrieb.

Die ökologischen Kriterien sind:

- **Dünger:** Chemisch synthetische Stickstoffverbindungen sowie leichtlösliche Phosphate und hochprozentige, chlorhaltige Kalidünger sind verboten. Die Intensität der Düngung muss an die Standort- und Klimabedingungen angepasst sein. Die Nährstoffbilanzen müssen ausgeglichen sein.
- **Fruchtfolge:** Da der Einsatz von chemischen Produkten wie auch stickstoffhaltigen Düngern verboten ist, bedingt eine ausgeglichene und vielfältige Fruchtfolge. Der Getreide- und Hackfrüchteanteil ist begrenzt. Mindestens 25% der Ackerfläche muss mit Kunstwiesen angebaut werden.
- **Pflanzenschutz:** Chemische und gentechnisch veränderte Behandlungsmittel sind verboten. Biotechnische und mechanische Bekämpfungsmethoden, wie gewisse pflanzliche oder mineralische Vorbehandlungen (Schwefel, Kupfer) werden für die Bekämpfung von Schädlingen bevorzugt. Wachstumsregulatoren sind verboten.
- **Ökologischer Ausgleich:** Mindestens 5% der Grünlandfläche muss mit wenig intensiv oder extensiven Wiesen bewirtschaftet werden. Mindestens 5% der LN müssen durch ökologische Ausgleichflächen belegt sein (inkl. Ökologisches Grünland und Hochstammobst). Mindestens 0.5 m Grasstreifen entlang von Wegen und Strassen, 3 m Wiesenstreifen (ohne Düngung und Pflanzenschutz) entlang von Gewässern, Waldrändern, Hecken und Feldgehölzen.
- **Tierhaltung:** Vollspaltenböden sind verboten. Verschiedene Vorschriften bezüglich minimaler Liegeflächengrösse, minimaler Weidegang und Auslauf, sowie das Verbot von Embryo-Transfer müssen beachtet werden. Der Anteil importierter, nicht-biologischer Futtermittel, die nicht auf dem Betrieb hergestellt werden, darf 20% des gesamten Konsums an der Trockensubstanz nicht übersteigen.

## 6.2 Betriebstypen

Für die Modellrechnungen werden zwei landwirtschaftliche Betriebstypen simuliert: ein Talbetrieb sowie ein Bergbetrieb. Die geltenden Restriktionen für diese 2 Betriebstypen werden in der Folge erläutert. Diese Restriktionen sind dem Modell zugrunde gelegt.

### 6.2.1 Ackerbaubetrieb Talgebiet

Der simulierte Talbetrieb ist ein Ackerbaubetrieb ohne Milchkontingent und mit der Möglichkeit rauhfuttermittelverzehrende Tiere wie Mutterkühe und Masttiere zu produzieren. Das Ziel der Modellrechnungen besteht darin, die Wirkung der Einführung von gentechnisch veränderten Pflanzen für Betriebe mit unterschiedlicher Betriebsgrösse abzuschätzen.

### 6.2.2 Gemischter Betrieb in der Bergzone I

Der simulierte Bergbetrieb ist ein Milchbetrieb, der auf einem Teil seiner landwirtschaftlichen Nutzfläche Ackerbau betreiben kann. Er befindet sich in der Bergzone I. Es handelt sich dabei nicht um einen typischen landwirtschaftlichen Bergbetrieb, da die landwirtschaftliche Nutzfläche 30 ha und die Ackerfläche 20 ha beträgt. Er verfügt über ein Milchkontingent von 50'000 kg. Im Vergleich zu einem Betrieb in der Talzone sind die Erträge der verschiedenen Ackerkulturen sowie im Futterbau etwas kleiner (Vgl. Tabelle 8). Das Ziel der Modellrechnungen für diesen Betriebstyp besteht in der Schätzung der Wettbewerbsfähigkeit der Milchproduktion beim Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen.

**Tabelle 8: Ertragsniveau im Berggebiet im Vergleich zum Ertragsniveau Talgebiet**

<b>Kulturart</b>	<b>Erträge in % vom Talgebiet</b>	<b>Kulturart</b>	<b>Erträge in % vom Talgebiet</b>
Winterweizen	90%	Kartoffeln	85%
Sommerweizen	90%	Körnermais	87%
Winterroggen	86%	Silomais	87%
Wintergerste	85%	Zuckerrüben	75%
Sommergerste	85%	Futterrüben	75%
Raps	90%	Ackerbohnen	0%
<b>Wiesentypen</b>		<b>Wiesentypen</b>	
Extensiv (1 Schnitt)	85%	Intensiv (4 Schnitte)	85%
Wenig intensiv (2 Schnitte)	85%	Sehr intensiv (5 Schnitte)	0%
Mittelintensiv (3 Schnitte)	85%		

### 6.3 Arbeitswirtschaft

Das landwirtschaftliche Betriebsjahr wird im Modell in 9 Arbeitsperioden unterteilt. In jeder Periode sind Unterperioden definiert, welche die verschiedenen Arbeiten nach verfügbaren Feldarbeitstagen einschränken. Diese Einteilung wurde nach den Vorgaben der eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT) vorgenommen. Die Arbeit kann durch 1.3 Familienarbeitskräfte und maximal 3 Angestellte (1 Vollangestellter, 1 Lehrling, 1 Saisonier) erledigt werden. Der Landwirt kann einem Nebenerwerb nachgehen. Die mögliche Nebenerwerbszeit ist aber auf 90% der gesamten Arbeitszeit beschränkt.

### 6.4 Investitionen

Die Maschinen- und Gebäudeausstattung ist nicht vorgegeben. Das Modell berechnet sie jedesmal neu (tabula-rasa-Ansatz). Für diese Arbeit wurde jedoch eine bestehende Gebäudehülle von 60 Grossviehplätzen vorgegeben.

### 6.5 Fruchtfolgebedingungen

Die Fruchtfolgebedingungen beinhalten maximale Anteile für Getreide und Hackfrüchte bei alle drei Produktionsmethoden an der Ackerfläche. Diese Anteile sind in der Tabelle 9 beschrieben.

**Tabelle 9: Fruchtfolgebedingungen (max. Anteil der Kulturen in % an der Ackerfläche)**

	Konvent. Produktion	Integrierte Produktion	Biologische Produktion
Getreide:	66%	66%	50%
Weizen	50%	50%	30%
Gerste	50%	50%	50%
Weizen + Gerste	50%	50%	50%
Hackfrüchte:	50%	50%	40%
Mais	50%	40%	20%
Rüben	25%	25%	20%
Kartoffeln	25%	25%	20%
Raps	25%	25%	25%
Raps + Rüben	25%	25%	20%
Körnerleguminosen	33%	33%	33%

## **6.6 Fallbeispiele gentechnisch veränderte Pflanzen**

### **6.6.1 Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter**

Bei der Auswahl der Fallbeispiele wurden Kulturarten und Zuchtziele ausgewählt, die für die Schweiz von Bedeutung sind. Diese liegen in Bereichen, in denen erste Sorten in relativ naher Zukunft auf dem internationalen Markt zu erwarten sind.

#### **6.6.1.1 Viruskrankheiten**

Unter den landwirtschaftlichen Kulturen sind vor allem Kartoffeln und Zuckerrüben durch Viruskrankheiten betroffen. Als Fallbeispiel für diese Studie wurde die Zuckerrübe und das Zuchtziel Rhizomania-Toleranz ausgewählt. Das Zuchtziel wird sowohl konventionell als auch auf gentechnischem Wege verfolgt. Konventionell gezüchtete Rhizomania-tolerante Sorten sind bereits verfügbar.

Das Fallbeispiel virusresistente Kartoffel wurde für die Modellrechnungen nicht berücksichtigt. In der Schweiz existiert eine sehr effiziente Kontrolle des Saatgutes gegenüber zahlreichen Viruserkrankungen. Die Virus-Resistenz-Forschung wird daher in der Schweiz nicht weiter verfolgt (MALNOË 1998).

#### **6.6.1.2 Pilzkrankheiten**

Pilzkrankheiten kommen bei fast allen Kulturen vor. Bei Weizen sind es verschiedene Roste, Fusarien, usw., bei der Kartoffel ist Phytophthora die wichtigste Krankheit. Rapskrebs und Stengelfäule sind wichtige Krankheiten beim Raps, ebenso verschiedene Auflaufkrankheiten bei der Zuckerrübe (FRIED, 1993). Da sowohl im Ausland wie in der Schweiz intensiv an der Entwicklung einer Phytophthora-Resistenz gearbeitet wird, nimmt man an, dass bis ins Jahr 2003 ein(ig)e resistente Sorten auf dem Markt sein werden. Deshalb wurde dies im Modell berücksichtigt. Ausser bei der Kartoffel wird auch beim Weizen intensiv geforscht (NPP, 1993). Hier sind allerdings noch keine Erfolge durch die Gentechnik in Sicht. In der konventionellen Zucht von Braunrostresistenzen sind allerdings Erfolge vorhanden, weshalb diese Resistenz ins Modell aufgenommen wurde.

#### **6.6.1.3 Insekten**

Gentechnische Ansätze gegenüber dem Befall von Insekten konzentrieren sich gegenwärtig vor allem auf Schädlinge wie den Maiszünzler und den Kartoffelkäfer. Beide Insektenarten haben in der Schweiz keine grosse Bedeutung. Der Kartoffelkäfer blieb in den letzten Jahren immer unter der Schadschwelle (SCHWARZ 1998) und die Bekämpfung des Maiszünslers ist aufgrund des Einsatzes von Trichogramma kein gravierendes Problem (BIGLER 1998). Für die Modellrechnungen wurde jedoch das Fallbeispiel Bt-Mais berücksichtigt.

### 6.6.1.4 Unkrautkontrolle

Gentechnisch veränderte Kulturarten mit der Eigenschaft Herbizidtoleranz (-resistenz) sind in einigen Ländern bereits auf dem Markt. Im Modell wurden die Arten Zuckerrübe, Mais und Raps berücksichtigt, da diese Kulturen in der Schweiz wichtig sind. Erste Folgeabschätzungen liegen bereits vor (MEISSER ET AL, 1996). Sojabohne und Kartoffel wurden nicht berücksichtigt, da erstere in unserem Land in zu kleinem Umfang angebaut wird und bei der Kartoffel andere Zuchtziele bedeutender sind.

Nachstehende Aufstellung (Tabelle 10) enthält eine Übersicht über die ausgewählten Kulturen und Eigenschaften.

**Tabelle 10: Ausgewählte Kulturen und deren Eigenschaften**

Kultur:	Resistenzgruppe:	Spezifische Resistenz:
Weizen:	Pilzresistenz	Braunrost
Kartoffeln:	Pilzresistenz, Insektenresistenz	Phytophthora (Kraut- und Knollenfäule), Kartoffelkäfer
Zuckerrüben:	Virusresistenz, Herbizidresistenz	Rhizomania
Mais:	Insektenresistenz, Herbizidresistenz	Maiszünsler
Raps:	Herbizidresistenz	

Die folgende Tabelle enthält die im Betriebsmodell verwendeten Varianten.

**Tabelle 11: Ausgewählte Varianten im Berechnungsmodell**

	Konventionelle Produktion				Integrierte Produktion				Biologische Produktion				
	Konventionelle Sorten	Resistente Kulturen				Konventionelle Sorten	Resistente Kulturen				Konventionelle Sorten	Resistente Kulturen	
		PR	IR	VR	HR		PR	IR	VR	HR		PR	IR
Weizen	x	x				x	x				x	x	
Gerste	x					x					x		
Roggen	x					x					x		
Kartoffeln	x	x	x			x	x	x			x	x	x
Zuckerrüben	x			x	x	x			x	x			
Mais	x		x		x <sup>5</sup>	x		x		x <sup>5</sup>	x		x
Körnerleguminosen	x					x					x		
Raps	x				x	x				x			

<sup>1</sup> Pilzresistenz ; <sup>2</sup> Insektenresistenz; <sup>3</sup> Virusresistenz ; <sup>4</sup> Herbizidresistenz; <sup>5</sup> zusätzlich: Herbizidresistenz mit Streifenfrässaart

## 6.6.2 Beschreibung der Fallbeispiele

### 6.6.2.1 Weizen

Als wichtigste Krankheiten gelten die Pilzkrankheiten. Das Zuchtziel ist eine Resistenz gegen die wichtigsten Pilzkrankheiten. Da diese Resistenzen aber alle polygen verankert sind, liegt dieses Ziel noch in weiter Ferne. Erste Resultate sind bei der Braunrostresistenz sichtbar. Als Fallbeispiel wurde daher eine Braunrostresistenz angenommen. Die wichtigsten Änderungen gegenüber herkömmlichen Sorten sind in der Tabelle 12 beschrieben.

**Tabelle 12: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Weizen gegenüber herkömmlichen Sorten**

	<b>Braunrostresistenz</b>
<b>Felderträge</b>	Gleich
<b>Saatgutpreise</b>	+5%
<b>Spritzmittel</b>	Eine Spritzung mit Fungiziden fällt weg: Zeitpunkt Juni/Juli
<b>Sonstige Einsparungen</b>	Eine Überfahrt entfällt

### 6.6.2.2 Zuckerrübe

Rhizomania konnte bisher nicht über den chemischen Pflanzenschutz behandelt werden. Eine Resistenz würde – gemäss unserer Annahme – die Ertragssicherheit auf 100% steigern. Die Erhöhung des Saatgutpreises wurde von uns aufgrund von Erfahrungen in der Schweiz abgeleitet.

Im Falle der Eigenschaft Herbizidresistenz wird die Einsparung einer Applikation angenommen. Die monetären Aufwendungen für die wahrscheinlich günstigeren Komplementärherbizide Glyphosat oder Glufosinat werden sinken (FORRER 1998; MEISSER ET AL.; GUENAT, 1996). Die Aufwandmengen für die Wirkstoffe wurden aus der Literatur übernommen (MEISSER ET AL, 1996; CREMER, 1996). Einschliesslich der geringeren Arbeitskosten durch den Wegfall einer Überfahrt sind nach unseren Berechnungen Einsparungen von über Fr. 300-400.-/ha möglich (JENNI 1998; HOFMANN 1998). Der Saatgutpreis erhöht sich um 5%.

**Tabelle 13: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Zuckerrübe gegenüber herkömmlichen Sorten**

	<b>Rhizomania-Resistenz (konv.)</b>	<b>Herbizidresistenz (transgen)</b>
<b>Felderträge</b>	ohne Befall: gleich mit Befall: Ertragsausfall- verminderung von 100% (Angenommener Ertragsausfall: 50-60%)	Gleich
<b>Saatgutpreise</b>	+5%(=+Fr. 20.- /dt.)	+5%

<b>Spritzmittel</b>	Keine	Spritzmittelmengen pro Spritzung: Glyphosat = Fr. 25.-/ha oder Basta = Fr. 81.-/ha Eine von 3 Spritzungen entfällt
<b>Sonstige Einsparungen</b>	Keine	Eine Überfahrt entfällt

### 6.6.2.3 Raps

Beim Raps können keine Herbizide eingespart werden. Der Vorteil der Herbizidresistenz liegt im flexibleren Spritzzeitpunkt. In den USA wird für den Liberty-Link-Raps ungefähr 5% mehr bezahlt (Vgl. Tabelle 14) als für das nicht resistente Saatgut (RASCHE 1998). Die Aufwandmengen sind der Literatur entnommen (MEISSER ET AL. 1996; CREMER, 1996).

**Tabelle 14: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Raps gegenüber herkömmlichen Sorten**

	<b>Herbizidresistenz</b>
<b>Felderträge</b>	Gleich
<b>Saatgutpreise</b>	+ 5%
<b>Spritzmittel</b>	1,3 Spritzungen: 2.25 l Basta/Spritzung = Fr. 118.4/ha; Zeitpunkt der Spritzung: etwa gleich
<b>sonstige Einsparungen</b>	Keine

### 6.6.2.4 Silomais:

Herbizidresistenz: Bei den Spritzmitteln kann so gut wie gar nichts eingespart werden. Auch beim Silomais liegt der Vorteil wie beim Raps im flexibleren Spritzzeitpunkt. Hier besteht allerdings die Option für den Einsatz eines ökologischeren Anbausystems, nämlich der Streifenfrässaat. Dadurch bleibt der Boden länger bedeckt. Damit wird die Erosion vermindert. Dank der Herbizidresistenz kann die Grünbedeckung gut reguliert werden (AMMON ET AL. 1996). Die Anzahl Spritzungen wurden von AMMON (1998) und FORRER (1998) mitgeteilt. Die Saatgutpreise entsprechen wiederum den amerikanischen Verhältnissen (Rasche, pers. Mitteilung). Im Silomaisanbau wird der Maiszünsler nur sehr wenig bekämpft. Für das Modell nehmen wir an, dass er überhaupt nicht bekämpft wird. Deshalb ist bei der Insektenresistenz eine Steigerung der Felderträge um 5% (Tabelle 15) unter Befallsdruck zu erwarten (BIGLER 1998).

**Tabelle 15: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Silomais gegenüber herkömmlichen Sorten**

	<b>Insektenresistenz (Zünsler)</b>	<b>Herbizidresistenz</b>	<b>HR + Streifenfrässaat in Wiese</b>
<b>Felderträge</b>	ohne Befall: gleich mit Befall: +5%	Keine	Keine

<b>Saatgutpreise</b>	+ 5%	+ 5%	+ 5%
<b>Spritzmittel</b>	Gleich	1,3 Spritzungen: 2.25 l Basta = Fr. 118.4/ha	1,3 Spritzungen: 2.25 l Basta = Fr. 118.4/ha; Zeitpunkt der Spritzung: Mitte Mai -Mitte Juni
<b>sonstige Einsparungen</b>	Keine	Keine	Keine

### 6.6.2.5 Körnermais

Beim Körnermais sind die Verhältnisse praktisch gleich wie beim Silomais. Der Unterschied besteht in der Maiszünslerbekämpfung. Hier lohnt sich eine Kontrolle des Maiszünzlers. Die Befallsgebiete überschneiden sich mehrheitlich mit denen des Körnermaisbaus (BIGLER, 1998). Durch die Insektenresistenz beim Bt-Mais entfällt die Trichogramma-Behandlung. Die Erträge steigen um ca. 6% (BIGLER 1998; Vgl. Tabelle 16). Zu einem sehr geringen Teil wird der Maiszünsler in der Schweiz auch mit Mikrogranulaten bekämpft. Durch die Resistenz wären in diesem Fall Einsparungen von ca. Fr. 150.- möglich (Granulat- und Maschinenkosten).

**Tabelle 16: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Körnermais gegenüber herkömmlichen Sorten**

	<b>Insektenresistenz (Zünsler)</b>	<b>Herbizidresistenz</b>	<b>HR + Streifenfrässaat in Wiese</b>
<b>Felderträge</b>	+ 6%	Keine	Keine
<b>Saatgutpreise</b>	+ 5%	+ 5%	+ 5%
<b>Spritzmittel</b>	Einsparung: <sup>8</sup> <u>Trichogramma:</u> Aufwand: Fr. 145.-/ha, in 2 Durchgängen <u>Mikrogranulat:</u> Fr. 120-170.-/ha, 1 Spritzung	1,3 Spritzungen: 2.25 l Basta = Fr. 118.4/ha	1,3 Spritzungen: 2.25 l Basta = Fr. 118.4/ha; Zeitpunkt der Spritzung: Mitte Mai -Mitte Juni
<b>sonstige Einsparungen</b>	Trichogramma: 1 Akh/ha, oder: Fr. 100.-/ha Maschinenkosten bei Mikrogranulateinsatz	Keine	Keine

### 6.6.2.6 Kartoffeln

Nach Auskunft von Forrer und Gessler sind heute zwischen 5 und 8 Spritzungen gegen Phytophthora nötig. Das heisst, bei einer vollständigen Resistenz können 4-6 Spritzungen und ebenso viele Überfahrten eingespart werden. Dabei gehen wir von der Annahme aus, dass die Resistenz vollständig ist. Bei solchen Einsparungen ist zu erwarten, dass der Saatgutpreis

massiv steigt (analog Zuckerrübe). Auch hier wurde aber eine Erhöhung von nur 5% vorgezogen (Vgl. Tabelle 17). Bei einer Insektenresistenz sind die Auswirkungen nicht so gross, weil der Kartoffelkäfer bei uns praktisch keine Bedeutung hat.

**Tabelle 17: Im Modell angenommene Änderungen beim Fallbeispiel Kartoffel gegenüber herkömmlichen Sorten**

	<b>Pilzresistenz</b>	<b>Insektenresistenz (K.käfer)</b>
<b>Felderträge</b>	ohne Befall: gleich mit Befall: 100% Ertragssicherheit ohne zu spritzen!	+ 1%
<b>Saatgutpreise</b>	+5%	+5%
<b>Spritzmittel</b>	~4 Spritzungen fallen weg, 1 bleibt nötig: Zeitpunkt Mitte/Ende Juli.	Eine Spritzung fällt weg.
<b>sonstige Einsparungen</b>	~4 Überfahrten fallen weg; Kontrolle auf Primärherdbefall: Mitte/Ende Mai fallen 3-4 Kontrollgänge weg. (Kein Einfluss im Modell)	

### 6.6.3 Zusammenfassung

In Tabelle 18 und Tabelle 19 sind die wichtigsten Unterschiede in den Produktionsdaten von herkömmlichen und gentechnisch veränderten Kulturen zusammengestellt.

**Tabelle 18: Im Modell angenommenes Ertragsniveau der Fallbeispiele gegenüber herkömmlichen Sorten**

		Konvent. Produktion	Integrierte Produktion	Biologische Produktion
Zuckerrüben:	VR			-
	HR	gleich	gleich	-
Weizen	PR	gleich	+15%	+10%
Kartoffel	PR		+5%	+20%
	IR	+1%	+1%	+1%
Körnermais	IR	+6%	+6%	+6%
	HR	gleich	gleich	-
Silomais	IR	+5%	+5%	+5%
	HR	gleich	gleich	-
Raps	HR	gleich	gleich	-

**Tabelle 19: Im Modell angenommene Änderungen (Spritzmittel-, Arbeits- und übrige Einsparungen) gegenüber herkömmlichen Sorten**

		Konventionelle Produktion	Integrierte Produktion
Weizen	PR	1 Spritzung, 1 Überfahrt	1 Spritzung, 1 Überfahrt
Zuckerrüben	VR	-	-
	HR	1 Spritzung, 1 Überfahrt	-
Kartoffel	PR	4 Spritzungen, 4 Überfahrten	3 Spritzungen, 3 Überfahrten
	IR	1 Spritzung	1 Spritzung
Körnermais	IR	Trichogramma: 1 Akh/ha, 145.- Material	Trichogramma: 1 Akh/ha, 145.- Material
	HR	Keine: + 0.3 Spritzungen	Keine: + 0.3 Spritzungen
Silomais	IR	-	-
	HR	Keine: + 0.3 Spritzungen	Keine: + 0.3 Spritzungen
Raps	HR	Keine: + 0.3 Spritzungen	Keine: + 0.3 Spritzungen

Da in der biologischen Produktion keine chemischen Spritzmittel erlaubt sind, können auch keine eingespart werden. Deshalb fehlt in der Tabelle 19 die biologische Produktion.

**Saatgutpreise:** Für alle Fallbeispiele wird eine Preiserhöhung von 5% gegenüber den herkömmlichen Sorten angenommen.

### 6.6.3.1 Weizen

Wie erwähnt, existieren schon braunrostresistente Weizensorten. Diese Sorten zeigen im Moment noch Mindererträge gegenüber den Standardsorten. Für das Modell wurde jedoch angenommen, dass diese Ertragseinbußen bis ins Jahr 2003 aufgeholt werden können.

Da der Braunrost nur eine von vielen zu behandelnden Pilzkrankheiten ist, kann in der konventionellen Produktion nur eine Spritzung eingespart werden. Spritzmitteleinsparungen können in der Höhe von Fr. 110.- pro ha realisiert werden. In der integrierten Produktion können keine Einsparungen realisiert werden, da der Einsatz von Fungiziden im Weizenanbau nicht erlaubt ist.

### 6.6.3.2 Zuckerrübe

Da durch eine Rhizomaniarresistenz keine Pflanzenschutzmittel eingespart werden können, betrifft die wichtigste Änderung die Ertragssicherheit. Sie steigt auf 100%, im Fall eines Befalls. Dies bedeutet, dass trotz eines Befalls kein Ernteausfall zu verzeichnen ist. Die heute im Handel vorhandenen Zuckerrübensorten weisen zwar einen um ca. 10% niedrigeren Ertrag als herkömmliche Sorten (ohne Befall) auf. Bis zum Jahr 2003 ist aber damit zu rechnen, dass dieser Nachteil züchterisch aufgeholt werden kann (JENNI 1998; HOFMANN 1998). Deshalb wurde keine Änderung im Ertrag angenommen.

Die wichtigste Einsparung bei der konventionellen Produktion durch eine Herbizidresistenz kann bei den Spritzmitteln verzeichnet werden. Eine Spritzung fällt weg. Die verbleibenden Spritzungen können mit dem wesentlich billigeren Glyphosat oder Glufosinat durchgeführt werden (MEISSER ET AL., 1996). Im Modell fallen so bei der konventionellen Produktion mehr als die Hälfte der Spritzmittelkosten, nämlich Fr. 351.- pro ha weg. Mit der Spritzung fällt auch eine Überfahrt und die damit verbundenen Maschinenkosten weg. Bei IP wird aber bei einem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen eine zusätzliche Spritzung benötigt. ( 2 Mal Fr 81.- pro ha anstatt 1 Mal Fr. 171.- pro ha). Damit können die für das Jäten notwendigen Arbeitsstunden eingespart werden. Die Preise für gentechnisch verändertes Rübensaatgut sind 17 Fr. pro ha höher. Somit sind die Direktkosten beim Einsatz von GVO-Pflanzen Fr. 8.- pro ha höher (Fr. 17.- minus Fr. 9.- ).

Der Saatgutpreis leitet sich von den jetzt bestehenden Unterschieden zwischen toleranten und nicht-toleranten Sorten in der Schweiz ab.

### **6.6.3.3 Kartoffel**

Eine Phytophthora-resistenz zeigt sehr grosse Auswirkungen auf den Ertrag. Wie bei der Zuckerrübe steigt die Ertragssicherheit auf 100%. Davon profitiert die biologische Produktion am meisten.

Für die konventionelle Produktion sind die Spritzmitteleinsparungen relevant. Nach FORRER (1998) und GESSLER (1998) sind heute zwischen 5 und 8 Spritzungen gegen Phytophthora nötig. Das heisst, bei einer vollständigen Resistenz können mindestens 4 Spritzungen und ebenso viele Überfahrten eingespart werden. Allein die eingesparten Spritzmittelkosten machen Fr. 250.- pro ha aus. Bei IP ist das Ausmass der möglichen Einsparungen mit 3 Spritzungen und Fr. 150.- pro ha etwas tiefer.

Bei einer Insektenresistenz sind die Auswirkungen nicht so gross, weil der Kartoffelkäfer bei uns praktisch keine Bedeutung hat. In der konventionellen Produktion können Fr. 50.- pro ha eingespart werden, bei der integrierten Produktion sind wiederum keine Einsparungen möglich.

### **6.6.3.4 Silomais**

Herbizidresistenz: Bei den Spritzmitteln kann nichts eingespart werden. Hier liegt der Vorteil allein im flexibleren Spritzzeitpunkt. Es besteht allerdings die Möglichkeit eines ökologischeren Anbausystems, nämlich der Streifenfrässaat. Dadurch bleibt der Boden länger bedeckt und vermindert so die Erosion. Dank der Herbizidresistenz kann die Grünbedeckung gut reguliert werden (AMMON ET AL 1996a). Dadurch steigen allerdings die Saatkosten um Fr. 460.- pro ha an.

Im Silomaisanbau wird der Maiszünsler kaum bekämpft. Für das Modell nehmen wir an, dass er überhaupt nicht bekämpft wird. Deshalb ist bei der Insektenresistenz eine Steigerung der Felderträge um 5% unter Befallsdruck zu erwarten (BIGLER 1998).

Die Saatgutpreise entsprechen jeweils den amerikanischen Verhältnissen (RASCHE 1998).

### 6.6.3.5 Körnermais

Beim Körnermais sind die Verhältnisse vergleichbar mit denjenigen beim Silomais. Der Unterschied besteht in der Maiszünslerbekämpfung, der mit Trichogramma recht gut bekämpft werden kann. Durch die Insektenresistenz fällt also die Trichogramma-Behandlung weg. Die Erträge steigen um ca. 6% (BIGLER 1998), da auch die Trichogrammabekämpfung keinen vollständigen Schutz bietet.

### 6.6.3.6 Raps

Beim Raps können keine Herbizide eingespart werden. Der Vorteil liegt, wie beim Mais, im flexibleren Spritzzeitpunkt.

Die Spritzmittelangaben sind aus MEISSER ET AL (1996) und CREMER (1996) übernommen.

In den USA wird für den Liberty-Link-Raps ungefähr 5% mehr bezahlt als für das nicht resistente Saatgut (RASCHE 1998).

### 6.6.3.7 Fruchtfolge

Durch den Einsatz von die resistenteren Kulturen ändert sich an den Fruchtfolgebedingungen nichts. Es wurden Resistenzen gegenüber sehr spezifischen Krankheiten oder Schädlinge gewählt, welche nicht limitierend auf die Fruchtfolge wirken.

## 6.6.4 Zusätzliche Annahmen für IP- und Bio-Betrieben

### 6.6.4.1 Spritzmittel

Integrierte Produktion: identisch wie bei konventioneller Produktion

Biologische Produktion: da Spritzmittel im biologischen Landbau nicht erlaubt sind, können hier auch keine Einsparungen erzielt werden. Die Varianten mit Herbizidresistenz wurden darum nicht berücksichtigt.

Erträge: bei allen Herbizidvarianten bleibt der Ertrag gleich, er entspricht also den herkömmlichen IP-Erträgen. Für die anderen Resistenzen sind die Annahmen in der Tabelle 20 zusammengefasst.

**Tabelle 20: Im Modell angenommener Ertragszuwachs in den IP- und Bio-Varianten**

	IP	Bio	Quelle:
Winterweizen:	15%	10%	SPEISER (1998), NIGGLI (1998)
<u>Kartoffeln:</u>			
Phytophthora	5%	20%	SPEISER (1998), NIGGLI (1998),
K.Käfer	1%	1%	SCHWARZ (1998)
Körnermais	6%	6%	
Silomais	5%	5%	
Zuckerrüben:			
Nicht-Befall	0	Wird nicht	
Befall	Bis auf	gerechnet	

	Ertragshöhe wie unter nicht- Befall		
--	---	--	--

## 6.7 Entwicklung des Umfeldes, Szenarien

Die Entwicklungen der makroökonomischen Rahmenbedingungen (siehe dazu Kapitel 2.2.5) erfordern eine Anpassung der schweizerischen Landwirtschaftspolitik. Diese ist vor allem geprägt durch die Trennung der Produkt- und Einkommenspolitik sowie durch die Annahme eines auf der Tarifizierung basierenden Zollschutzsystemes. Die Annahme der Bestimmungen des GATT haben zudem einen garantierten, minimalen Marktzutritt zum Inlandmarkt sowie einen Abbau der Exportsubventionen zur Folge.

Der Übergang von einer interventionistischen nationalen Agrarpolitik zu einem liberaleren System, das dem Markt grössere Freiheiten bezüglich der Preisbildung einräumt, bedingt eine mittelfristige Anpassung der Produzentenpreise der wichtigsten Landwirtschaftsprodukte. Tabelle 21 enthält die Produzentenpreise der Ackerkulturen sowie für Milch und Fleisch für das Referenzjahr 1998 sowie Schätzungen für das Szenario 2003. Das Direktzahlungssystem, welches ökologische sowie weitere nicht-handelbare Leistungen der Landwirte entschädigen soll, ist für beide Szenarien (1998 und 2003) gleich ausgestaltet.

Tabelle 22 enthält die Hypothesen bezüglich der Preisentwicklung der Produktionsfaktoren. Die Angaben in Tabelle 21 und Tabelle 22 basieren auf verschiedene Arbeiten des Bundesamtes für Landwirtschaft und dem Institut für Agrarwirtschaft der ETHZ. Das Basisjahr ist 1997 (=100%), mit Ausnahme der übrigen Betriebskosten. Dort entspricht das Basisjahr dem Jahr 1995.

### 6.7.1 Produzentenpreise

**Tabelle 21: Produzentenpreise für 1998 und 2003**

		1998	2003
Winterweizen	Fr./dt.	78.4	52.0
Roggen	Fr./dt.	66.0	46.0
Wintergerste	Fr./dt.	50.4	45.0
Zuckerrüben	Fr./dt.	11.8	11.0
Kartoffeln	Fr./dt.	47.4	41.0
Körnermais	Fr./dt.	52.0	47.0
Silomais	Fr./dt.	25.8	20.1
Raps	Fr./dt.	150.8	80.0
Milch	Fr./kg	0.83	0.65
Mastkälber	Fr./kg LG	5.3	5.3
Mastvieh	Fr./kg LG	3.9	3.9
Mastschweine	Fr./kg LG	4.8	3.2

## 6.7.2 Faktorpreise

**Tabelle 22: Faktorkostenentwicklung in %**

			1998	2003
Saatgut:	Brotgetreide	%	96	78
	Zuckerrüben	%	101	108
	Kartoffeln	%	96	74
	Mais	%	98	86
	Raps	%	100	100
Futtermittel	%	98	88	
Pflanzenschutzmittel	%	100	100	
Düngemittel	%	100	100	
Übrige Betriebskosten	%	106	116	
Maschinen + Einrichtungen	%	100	100	
Familienverbrauch	%	101	108	
Löhne	%	102	111	

## 6.7.3 Berechnete Varianten und Szenarien

Die Eigenschaften der in den Kapiteln 6.2.1 beschriebenen Betriebe sowie die beiden Szenarien sind in Tabelle 23 aufgeführt.

**Tabelle 23: Beschreibung der im Modell verwendeten Varianten**

	<i>Typ</i>	<i>Produktionssysteme</i>	<i>Varianten</i>	<i>Szenarien</i>
Talbetrieb	Ackerbau gemischt mit Fleisch- rinder	Konventionell, Integrierte und biologische Produktion	Variation der Betriebsfläche von 10 bis 60 ha LN. (in Schritten von 10 ha)	1998 mit / ohne Gen 2003 mit / ohne Gen
Bergbetrieb	Milch- produktion Gemischt mit Ackerbau	Konventionell, Integrierte und biologische Produktion	Variation des Milchkontingentes von 50'000 bis 240'000 Kg (in Schritten von 10'000 )	1998 mit / ohne Gen 2003 mit / ohne Gen

## **7 Ergebnisse**

### **7.1 Einleitung**

Im folgenden Kapitel werden anhand ausgewählter Betriebstypen die Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf Stufe Landwirtschaftsbetrieb aufgezeigt. Zu diesem Zwecke sind verschieden grosse Modellbetriebe für die Jahre 1998 und 2003 modelliert worden. Im Jahr 2003 gewinnt die Frage, ob mit einem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen die Konkurrenzskraft des Ackerbaues erhalten werden kann, an Bedeutung. Frühere Modellrechnungen zeigten auf, dass der Ackerbau in der Zukunft (Jahr 2003) nicht die gleiche Wettbewerbskraft im Vergleich zu heute besitzen wird. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da im Rahmen einer Annäherung der Produzentenpreise an ein EU-Preisniveau ein grösserer Produzentenpreisrückgang im Ackerbau unterstellt wurde.

Mit der Variation der Betriebsfläche der Modellbetriebe versuchten wir Interaktionen zwischen Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen und der Auslastung der Arbeitskraft bzw. der Betriebsgrösse aufzuzeigen. Das Direktzahlungssystem im Jahre 2003 entspricht mit Änderungen in der Beitragshöhe demjenigen aus dem Jahre 1998.

Durch den Einbezug der heute in der Schweiz praktizierten Produktionsverfahren (Konventionelle Produktion, Integrierte Produktion, Biologische Produktion) kann die Konkurrenzkraft einzelner gentechnisch veränderter Pflanzen für die jeweiligen Varianten quantifiziert werden.

Damit die Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Nutzpflanzen in ihrer Gesamtheit erfasst werden konnten, wurden neben einem 45 ha LN grossen Ackerbaubetrieb noch weitere Modellbetriebe mit unterschiedlicher Flächenausstattung optimiert. Mit diesem Ansatz war es möglich die „GEN-Effekte“ in einen Zusammenhang von produktionstechnischen Elementen einerseits und wirtschaftlichen Parametern andererseits zu setzen. Daraus lassen sich dann betriebsspezifische Charakteristiken ableiten, die den Einsatz von gentechnisch veränderten Nutzpflanzen eher favorisieren.

Beim gewählten gemischten Betrieb in der Bergzone wurde analog der Betriebsfläche im Ackerbaubetrieb die Grösse der Milchkontingente variiert. Somit können die Wirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderten Pflanzen im Berggebiet quantifiziert werden.

### **7.2 Wirkung eines Einsatzes von GVO-Pflanzen für einen 45 ha Ackerbaubetrieb im Talgebiet**

Exemplarisch wird im Folgenden der Einfluss eines Einsatzes von gentechnisch veränderten Pflanzen auf einen 45 ha LN Ackerbaubetrieb untersucht. Dieser Betrieb besitzt kein Milchkontingent und die Möglichkeit in die Schweineproduktion einzusteigen, ist ihm verwehrt. Somit können die Rindermast, die Mutterkuhhaltung und die Kälbermast sowie Ackerkulturen und Futterpflanzen Bestandteile des Produktionsprogrammes bilden.

Die Auswirkungen im Jahre 1998 und 2003, sowie mögliche Einflussfaktoren der einzelnen Produktionssysteme (KONV, IP, BIO), werden quantifiziert. Als erstes wird die Betriebsstruktur ohne GVO-Einsatz beschrieben. Danach folgt eine Auflistung der Veränderungen im Produktionsprogramm, die durch einen Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen entstehen.

## 7.2.1 Betriebsspiegel des 45 ha Ackerbaubetriebes

Die Struktur und das Produktionsprogramm des Ackerbaubetriebes können der folgenden Tabelle 24 entnommen werden. Die optimierte IP-Variante 1998 entspricht ihrer Betriebsstruktur nach ungefähr einem heute existierenden schweizerischen Ackerbaubetrieb mit Mutterkuhhaltung. Die Veränderungen, die durch den „Zeit-Effekt“ (1998 –2003) bedingt sind, lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

- Der im Vergleich zur Tierproduktion relativ grössere Preisrückgang im Ackerbau bedingt eine Verringerung der offenen Ackerfläche
- Extensive Wiesen und Brache gewinnen dank der Erhöhung der Direktzahlungen an Konkurrenzkraft. Tendenziell werden die Betriebe dadurch extensiver bewirtschaftet.
- Das landwirtschaftliche Einkommen sinkt um ca. 25%
- Die Einstellung einer zusätzlichen Arbeitskraft ist nicht mehr rentabel. Das heisst, dass der zusätzliche Erlös, der durch einen Angestellten erwirtschaftet werden könnte, die Lohnkosten nicht mehr deckt.

**Tabelle 24: Betriebsdaten Ackerbaubetrieb mit 45 ha LN**

	IP ohne Gen 98	IP mit Gen 98	IP ohne Gen 03	IP mit Gen 03	Konv ohne Gen 98	Konv mit Gen 98	Konv ohne Gen 03	Konv mit Gen 03	Bio ohne Gen 98	Bio mit Gen 98	Bio ohne Gen 03	Bio mit Gen 03
Jahr	1998	1998	2003	2003	1998	1998	2003	2003	1998	1998	2003	2003
Landwirtschaftliche Nutzfläche	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha	45.00 ha
Dungbare Fläche	37.06 ha	40.27 ha	25.53 ha	31.50 ha	31.50 ha	31.86 ha	18.00 ha	18.00 ha	41.85 ha	40.05 ha	23.71 ha	21.45 ha
Offene Ackerfläche	35.52 ha	36.85 ha	19.78 ha	25.17 ha	39.05 ha	45.00 ha	21.00 ha	21.96 ha	31.39 ha	30.04 ha	23.63 ha	23.63 ha
Kunstwiesenfläche	6.33 ha	5.00 ha	4.99 ha	4.99 ha	0.00 ha				10.46 ha	10.01 ha	7.88 ha	7.88 ha
Naturwiesen 0-18%	3.15 ha	3.15 ha	25.22 ha	14.84 ha	5.95 ha		24.00 ha	23.04 ha	3.15 ha	4.95 ha	13.50 ha	13.50 ha
Landwirtschaftliches Einkommen	166 661 Fr.	180 951 Fr.	128 875 Fr.	137 848 Fr.	151 932 Fr.	164 222 Fr.	111 801 Fr.	115 792 Fr.	166 709 Fr.	194 784 Fr.	126 431 Fr.	137 072 Fr.
<b>Arbeit</b>												
Familienarbeitskräfte	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK
Nebenerwerb	1 137 h	1 087 h	520 h	522 h	1 287 h	1 698 h	631 h	660 h	1 041 h	1 118 h	504 h	676 h
Angestellte												
Saisonniers	1.0 AK	1.0 AK		1.0 AK	1.0 AK	1.0 AK			1.0 AK	1.0 AK		
Lehrlinge												
Tagelöhner	390 h	996 h	430 h	593 h	894 h	1 081 h	358 h	339 h	1 071 h	1 035 h	408 h	424 h
Anzahl DGVE	25.1 DGVE	21.0 DGVE	21.0 DGVE	41.3 DGVE	21.0 DGVE		21.0 DGVE	21.0 DGVE	21.0 DGVE	21.0 DGVE	21.0 DGVE	13.3 DGVE
Mutterkühe	23.9 Tiere	20.0 Tiere	20.0 Tiere	20.0 Tiere	20.0 Tiere		20.0 Tiere	20.0 Tiere	20.0 Tiere	20.0 Tiere	20.0 Tiere	12.7 Tiere
Mastvieh				44.1 Tiere								
<b>Ackerkulturen</b>												
Grünbrache	4.79 ha	1.58 ha	5.97 ha		13.50 ha	13.14 ha	13.50 ha	13.50 ha				
Buntbrache												
Winterweizen	10.89 ha		6.35 ha		11.94 ha		1.00 ha		11.95 ha		7.79 ha	10.05 ha
Braunrost-resistenter WW		11.04 ha		10.45 ha		12.63 ha		1.23 ha		11.95 ha	5.88 ha	6.57 ha
Sommerweizen												
Winterroggen												
Wintergerste	6.63 ha	6.72 ha	2.03 ha		1.43 ha	3.64 ha			2.70 ha	2.07 ha		
Sommergerste												
Ackerbohnen									8.16 ha	7.75 ha	6.30 ha	2.97 ha
Raps	4.50 ha											
herbizidresistenter Raps		4.50 ha				1.12 ha						
Kartoffeln	4.11 ha		3.01 ha		7.36 ha		2.97 ha		8.37 ha		3.44 ha	
Phytophthora-resistente Kartoffel		7.28 ha		4.56 ha		8.91 ha		2.93 ha		8.01 ha		3.68 ha
K-Käfer-resistente Kartoffel												
Körnermais	0.12 ha		0.35 ha		0.11 ha		0.30 ha		0.21 ha		0.22 ha	
Herbizidresistenter KM												
Zünlresistenter KM		0.16 ha		0.30 ha				0.29 ha		0.26 ha		0.35 ha
Herbizidresistenter KM mit Streifenfrüsaat												
Silomais			0.02 ha									
Herbizidresistenter SM												
Zünlresistenter SM												
Herbizidresistenter SM mit Streifenfrüsaat		1.33 ha		6.44 ha				0.82 ha				
Zückerrüben	4.49 ha	1.62 ha	2.06 ha	2.85 ha	4.70 ha		3.22 ha					
Herbizidresistente ZR		2.62 ha		0.57 ha		5.57 ha		3.19 ha				
Virusresistente ZR												

## 7.2.2 Veränderungen im Jahr 1998 durch einen Einsatz von GVO-Pflanzen

Obwohl im Jahre 1998 in der Schweiz noch keine gentechnisch veränderten Pflanzen auf den Märkten waren, interessierte uns dennoch die Wirkung solcher Kulturpflanzen auf das ökonomische Resultat sowie auf das Produktionsprogramm. Vorteilhaft für die Berechnungen dieser Variante war die Tatsache, dass die Produktpreise bekannt waren bzw. die relevanten

Annahmen betreffend Direktzahlungshöhe bereits vorlagen. Das Produktionsprogramm wird also nicht wegen Preisrelationsverschiebungen verändert, sondern alleine auf Grund des Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen.

### **7.2.2.1 Konventionelle Produktion**

Durch den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen setzt dieser Landwirtschaftsbetrieb ca. 11% weniger Arbeitsstunden ein. Dabei wird auf die Mutterkuhhaltung verzichtet. Die offene Ackerfläche wird um 15% auf Kosten der Naturwiesen vergrössert. Die Brachefläche bleibt ungefähr gleich gross. Mit einer Anbaufläche von 1.12 ha bildet der Rapsanbau Bestandteil des Produktionsprogrammes. Die folgenden Kulturen gewinnen mit einem Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen an Konkurrenzkraft und ihre Anbaufläche wird dementsprechend vergrössert (Vgl. Tabelle 24):

- Weizen (+10%)
- Gerste (+150%)
- Kartoffeln (+21%)
- Zuckerrüben (+18%)

Der Einsatz von GVO-Pflanzen weist eine höhere Konkurrenzkraft auf und somit tragen die Ackerkulturen einen wesentlich höheren Beitrag zum Einkommen bei als die Mutterkuhhaltung.

Ökonomisch gesehen ist für diesen Betriebstyp der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen rentabel, da er gesamthaft gesehen ca. 12'291 Fr. (entspricht ca. 273 Fr./ ha LN) mehr Einkommen erwirtschaftet.

### **7.2.2.2 Integrierte Produktion**

Bei dem integriert produzierenden 45 ha LN Ackerbaubetrieb löst ein Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen die folgenden produktionstechnischen und ökonomischen Effekte aus.

- Die Vorschriften der Integrierten Produktion verlangen einen minimalen ökologischen Ausgleich in Form von extensiven oder wenig intensiven Wiesen (mindestens 7% der LN, entspricht hier 3.15 ha). Somit fällt auf dem Betrieb eine gewisse Menge Rauhfutter an. Damit dieses Futter verwertet werden kann, verzichtet der Modellbetrieb nicht wie bei der konventionellen Bewirtschaftungsweise auf die Produktion von rauhfuttermehrenden Tieren, sondern er hält 20 Mutterkühe. Bei einem Einsatz von GVO-Pflanzen werden im Vergleich zur GVO-freien Variante (IP) die Düngergrossvieheinheiten und die Wiesenfläche (-14%) reduziert.
- Die düngbare Fläche wird um 8% ausgedehnt. Dies entspricht einer Intensivierung, da einerseits ca. 500 kg mehr Mineraldünger zugekauft werden und andererseits die Grünbrachefläche um 3.21 ha auf 1.58 ha reduziert wird.
- Die offene Ackerfläche wird um 4% erhöht. Neu wird Silomais angebaut (1.33 ha). Die Kartoffelfläche wird dank dem verminderten Arbeitsbedarf der GVO-Pflanzen um 77% ausgedehnt. Durch den erhöhten Arbeitsbedarf in der Kartoffelproduktion steigen die total eingesetzten Arbeitsstunden jedoch um 14% an.

- Durch den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen steigt das Einkommen um 14'290 Fr. (317 Fr. / ha LN). Im Vergleich zur konventionellen Produktion erreicht der Betrieb ein höheres Einkommen (+14'730 Fr.). Könnten nur konventionelle Betriebe gentechnisch veränderte Pflanzen einsetzen, so erreichen sie im Vergleich zur Integrierten Produktion ein um 2'439 Fr. höheres Einkommen. Bei diesem Szenario würden also längerfristig die Betriebe tendenziell wieder konventionell produzieren (ökonomisch vorteilhafter).
- Es fällt auf, dass der Betrieb sowohl konventionelle wie gentechnisch veränderte herbizidresistente Zuckerrüben anbaut. Herbizidresistente Zuckerrüben verlangen eine Herbizidspritzung mehr und weisen höhere Direktkosten pro ha LN auf. Mit dem Einsatz dieser Kulturart können 30.6 Stunden je Hektare an Jätarbeit in der FAT-Arbeitsperiode 42 (Juni) eingespart werden. Falls der Faktor Arbeit im Modell bindend wird (Knappheit), ist es ökonomisch interessanter den Anbau herbizidresistenter Zuckerrüben auszudehnen, obwohl sie höhere Direktkosten und eine zusätzliche Spritzung verursachen.
- Die Veränderungen im Produktionsprogramm, die durch einen Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen entstehen, sind in der Integrierten Produktion weniger ausgeprägt, da die Fruchtfolgerestriktionen eher begrenzend wirken.

### 7.2.2.3 Biologische Produktion

Die Fruchtfolgebedingungen sind im biologischen Landbau viel restriktiver. Der Anteil der Kartoffelfläche ist auf maximal 20% der Ackerfläche begrenzt. Neu wird im Vergleich zu den beiden übrigen Anbausystemen eine zusätzliche Hackfrucht (Ackerbohnen) angepflanzt. Auf Stufe Produktionsprogramm hat der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen keine nennenswerten Veränderungen zur Folge. Einzig die eingesetzten Arbeitsstunden nehmen um 113 Std. ab. Da mit dem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen im biologischen Landbau die Erträge stabilisiert und erhöht werden können, vergrössert sich daher das Einkommen um 28'075 Fr. (623 Fr./ha LN). Sollte in Zukunft der biologische Landbau als einzige Produktionsform auf den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen verzichten, so erreicht dieser Betrieb ein um 3.4 Fr. (IP) bzw. 6.1 Fr. (KONV.) geringeres Einkommen pro geleistete Arbeitsstunde. Absolut gesehen entspräche dies einem Einkommensverlust gegenüber der Integrierten Produktion von 14'242 Fr./Betrieb.

Da die Mineraldüngerzukaufskosten im biologischen Landbau um den Faktor 8 höher sind, ist ein Verzicht auf die Tierhaltung ökonomisch nicht rentabel. Aus diesem Grunde baut der biologische Betrieb weniger Ackerkulturen an.

### 7.2.2.4 Fazit

Unter Annahme des Preisszenarios aus dem Jahre 1998 lassen sich die folgenden Zusammenhänge herleiten:

- Gentechnisch veränderte Pflanzen verbessern in allen berechneten Varianten (1998) das Einkommen des Landwirtschaftsbetriebes. Dieser Einkommenszuwachs ist einerseits durch Aufwandeinsparungen und andererseits durch höhere Erträge erklärbar. Letztere

werden mittelfristig auf den Agrarmärkten zu Preisanpassungen führen, was den Einkommenseffekt mittel- bis langfristig schmälern wird. Dies ermöglicht der Landwirtschaft jedoch bei tieferen Produktpreisen die ökonomische Nachhaltigkeit (Einkommenspotential) der Betriebe aufrechtzuerhalten.

- Der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen stärkt die Konkurrenzkraft des Ackerbaues im Vergleich zur Tierproduktion
- Extensive Flächen und Brache verlieren an Attraktivität, da bessere Opportunitäten existieren (gentechnisch veränderte Pflanzen).
- Je weniger Restriktionen ein Landbausystem voraussetzt (Fruchtfolgebedingungen, Düngerbeschränkungen), desto ausgeprägter treten Veränderungen im Produktionsprogramm durch einen Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen auf.

### **7.2.3 Veränderungen im Jahr 2003 durch einen Einsatz von GVO-Pflanzen**

Damit der Einfluss eines Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen auch unter sich ändernden Rahmenbedingungen abgeschätzt werden kann, war es notwendig, die Berechnungen für das Jahr 2003 durchzuführen. Dieses Szenario ist gekennzeichnet durch einen massiven Preisrückgang im Ackerbau (Verlust der Konkurrenzkraft). Diese Effekte wurden schon in früheren Studien beschrieben (WOLF / EGGENSCHWILER, 1998). So bleibt letztendlich die Frage zu klären, ob mit einem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Ackerbaues erreicht werden könnte.

#### **7.2.3.1 Konventionelle Produktion**

Das Preisszenario im Jahre 2003 ist gekennzeichnet durch einen massiven Produktpreisrückgang im Ackerbau. Im Gegensatz zur Integrierten Produktion reichen bei der konventionellen Produktion die Direktzahlungen nicht aus, um den Produktpreisrückgang zu kompensieren. Aus diesem Grunde wählt der konventionell produzierende Betrieb eine „extensive Strategie“, die ihm erlaubt sein Einkommen und die Direktzahlungssumme zu optimieren. Brache und extensive Wiesen werden somit bis zur maximal beitragsberechtigten Grösse von 30% der LN ausgedehnt. Mit dieser Beitragsoptimierung erreicht er ein maximales Einkommen, dass jedoch um 17'074 Fr. kleiner ist als bei der Integrierten Produktion. Im Vergleich zu 1998 ist die Anstellung eines Arbeiters nicht rentabel.

Durch den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen erhofft man sich dank Ertragssicherung, Arbeits- und Aufwandsparungen eine Stärkung der Konkurrenzkraft im Ackerbau. Die Fläche der Ackerkulturen (ohne Brache) steigt mit einem Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen nur minimal von 8.1 auf 8.46 ha. Markante Verschiebungen in der Auswahl der Ackerkulturen treten nicht auf. Das Einkommen steigt jedoch um 3'991 Fr. (88 Fr./ha LN) und die benötigten Arbeitsstunden reduzieren sich um 4.2%.

Die Stärkung der Konkurrenzkraft von Ackerkulturen durch einen Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen reicht nicht aus, um die Brache und die extensiven Wiesen aus dem Produktionsprogramm zu verdrängen..

### 7.2.3.2 Integrierte Produktion

Der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen fördert den Anbau von Ackerkulturen. Durch diese Stärkung wird eine zusätzliche Arbeitskraft bei einem Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen nachgefragt. Damit diese auch optimal ausgelastet wird, passt der Betrieb seine Produktionsstruktur an. Der Betrieb investiert nun in die Rindviehmast. Damit für diese Tiere genügend Futter vorhanden ist, wird etwas über 6 ha herbizidresistenter Silomais mit Streifenfrässaat angebaut. Die folgenden Veränderungen sind beobachtbar:

- Die offene Ackerfläche und die düngbare Fläche dehnen sich um 27% bzw. 23% aus.
- Verbunden mit dem Anbau von Silomais (6.44 ha) werden auch die rauhfutterverzehrenden Tiere (Mastvieh) aufgestockt (+20.3 DGVE)
- Auf Kosten der Brache, der Wintergerste und des Rapsanbaus wird der Weizen- (+64%), der Zuckerrüben-(+66%), der Silomais- und der Kartoffelanbau (+51%) ausgedehnt.
- Mit dem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen steigt das landwirtschaftliche Einkommen um 8'973 Fr. (199 Fr./ha LN).

Falls der Faktor Arbeit bei einem ähnlich gelagerten Betrieb knapp wäre, würde vermehrt Brache und extensive Wiesen angebaut.

### 7.2.3.3 Biologische Produktion

Im biologischen Landbau beträgt der Mindestanteil der Kunstwiesen an der Ackerfläche 25%. Extensive Wiesen werden bis zur maximal beitragsberechtigten Fläche von 30% der LN angebaut. Somit bleibt für den Ackerbau kein grosser Spielraum mehr. Mit dem Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen vergrössert sich die Anbaufläche des Weizen (+11%) und der Kartoffel (+6%). Weiter werden 7.3 Mutterkühe weniger gehalten. Das Einkommen steigt mit einem Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen um 10'641 Fr. (236 Fr./ha LN).

### 7.2.3.4 Fazit 2003

- Die Preisrelationsverschiebungen, die im Jahre 2003 auftreten, haben einen markanten Einfluss auf den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen. Sollte in Zukunft der Preisrückgang im Ackerbau bedeutend höher sein als in der Tierhaltung, so genügt auch der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen nicht, den heutigen Ackerflächenanteil zu halten.
- Mit dem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen kann der Landwirt auch in der Zukunft sein Einkommen verbessern
- Die Ausgestaltung künftiger Direktzahlungen bestimmt die Wettbewerbsfähigkeit der Produktionsmöglichkeiten von gentechnisch veränderten Pflanzen und somit deren Vorkommen im Produktionsprogramm

## 7.2.4 Zusammenfassung wirtschaftlicher Ergebnisse

Ein Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen führt in jeder berechneten Variante zu einer Einkommensverbesserung (Vgl. Tabelle 25). Durch den Einsatz gentechnisch veränderter Kulturen kann die Gesamtarbeitszeit gesenkt werden, sofern nicht durch eine Intensivierung des Produktionsprogrammes mehr Arbeitsstunden eingesetzt werden. Analog diesen Berechnungen über Einkommensgewinne können auch die Verluste quantifiziert werden, die bei einem einseitigen Verzicht auf einen Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen in einem Landbausystemes im Vergleich zu den beiden übrigen entstehen können. Die biologische Produktion erreicht unter den 1998'er Preisannahmen das höchste Einkommen. Somit dürften die Anreize für diesen Betrieb genügend hoch sein, damit mittel- bis langfristig ein Wechsel auf die biologische Produktion in Betracht gezogen werden könnte. Ein etwas anderes Bild widerspiegelt die Situation im Jahre 2002. Die Konkurrenzkraft der konventionellen Produktion nimmt weiter ab. Ein integriert produzierender Betrieb erreicht absolut gesehen das höchste Einkommen. Die Anreize in Zukunft integriert zu produzieren werden steigen.

**Tabelle 25: Einkommen des 45 ha LN Ackerbaubetriebes**

	Konv			IP			Bio		
	ohne Gen	mit Gen	%	ohne Gen	mit Gen	%	ohne Gen	mit Gen	%
Landw. Einkommen 1998	151'932 Fr.	164'222 Fr.	8.1%	166'661 Fr.	180'951 Fr.	8.6%	166'709 Fr.	194'784 Fr.	16.8%
Landw. Einkommen 2003	111'801 Fr.	115'792 Fr.	3.6%	128'875 Fr.	137'848 Fr.	7.0%	126'431 Fr.	137'072 Fr.	8.4%
Eingesetzte Std 1998	5'018.8	4'465.1	-11.0%	4'665.6	5'320.9	14.0%	5'443.4	5'329.9	-2.1%
Eingesetzte Std. 2003	3'272.8	3'225.7	-1.4%	3'454.6	5'483.0	58.7%	3'447.7	3'293.5	-4.5%

Bei der Variante 2003 (IP) wird bei einem Einsatz von GVO-Pflanzen eine zusätzliche AK nachgefragt.

## 7.2.5 Struktur des Einsatzes von GVO-Pflanzen

Bei allen untersuchten Varianten wiesen die GVO-Pflanzen gegenüber den konventionellen Pflanzen einen grösseren Konkurrenzvorteil auf. Somit bildeten diese Pflanzen immer Bestandteil des Produktionsprogrammes. Eine Ausnahme bildete unter gewissen Umständen (Knappheit der Arbeit) der Zuckerrübenanbau (Vgl. Kap. 7.2.2.2).

Für verschiedene Kulturpflanzen (Kartoffel, Silomais, Körnermais und Zuckerrüben) wurden unterschiedliche gentechnisch veränderte Varianten modelliert. Dabei fanden die folgenden Varietäten bei allen berechneten Varianten Einzug ins Produktionsprogramm, sofern sich ein Anbau dieser Kulturpflanze ökonomisch aufdrängt:

- Pilzresistente Kartoffel
- Zünslerresistenter Körnermais
- Herbizidresistenter Silomais mit Streifenfrässaat
- Herbizidresistente Zuckerrüben

Unter den angenommenen Voraussetzungen dürften diese Pflanzen am konkurrenzkräftigsten sein.

## 7.2.6 Grenzgewinn des Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen

Die Einführung gentechnisch veränderter Kulturpflanzen verbessert die relative Wettbewerbsfähigkeit der Ackerkulturen. Mit Hilfe des Grenzgewinnes kann nun festgestellt werden, in welchem Masse eine gentechnisch veränderte Sorte an Konkurrenzkraft gegenüber konventionellen Sorten gewonnen hat. Beträgt der Grenzgewinn für eine Hektare gentechnisch verändertem Weizen 620 Fr., so bedeutet dies, dass das landwirtschaftliche Einkommen des Betriebes um 620 Fr. steigen würde, wenn eine Hektare gentechnisch veränderter Weizen, anstatt herkömmlicher Weizen angebaut würde. Im Folgenden werden einige ausgewählte Grenzgewinne gentechnisch veränderter Kulturen für den IP-Ackerbaubetrieb für das Berechnungsjahr 1998 aufgelistet.

**Tabelle 26: Grenzgewinne gentechnisch veränderter Kulturen**

Ackerkultur	Grenzgewinn /Ha LN	Ackerkultur	Grenzgewinn /Ha LN
Winterweizen	620 Fr.	Körnermais Herbizidr. Str.fr.	296 Fr.
Raps Herbizidresistent	22 Fr.	Silomais Insektenr.	143 Fr.
Kartoffeln Insektenr.	370 Fr.	Silomais Herbizidr.	-18 Fr.
Kartoffeln Pilzr.	798 Fr.	Silomais Herbizidr. Str.fr.	842 Fr.
Körnermais Insektenr.	446 Fr.	Zuckerrüben Herbizidr.	490 Fr.
Körnermais Herbizidr.	-27 Fr.	Zuckerrüben Virusr.	-21 Fr.

Fast durchwegs alle Pflanzen weisen einen positiven Grenzgewinn aus. Die marginal negativen Grenzgewinne, insbesondere für den herbizidresistenten Mais, können mit den gewählten Modellannahmen erklärt werden. Das zusätzliche Ertragspotential für diesen Maistyp ist gleich Null. Der Preis für das Saatgut steigt und keine anderen Einsparungsmöglichkeiten (z.B. Arbeit) wurden bei der Modellierung für diesen Maistyp berücksichtigt. Falls ein Arbeitsgang oder eine Spritzung eingespart werden könnte, so würde der Grenzgewinn unweigerlich positiv werden. Das gleich gilt für die virusresistenten Zuckerrüben.

## 7.3 Einfluss der Betriebsgrösse auf den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen

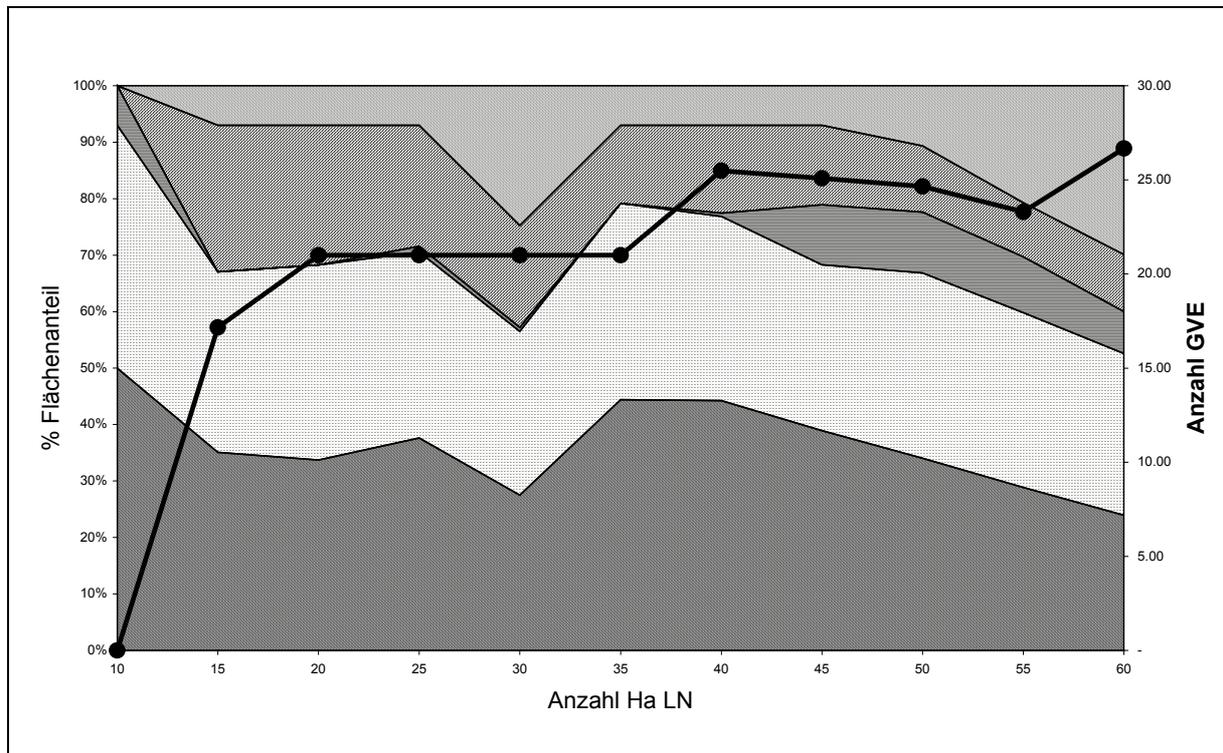
Im vorherigen Beispiel wurden die Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen anhand eines konkreten Betriebes aufgezeigt. Im folgenden bleibt nun zu prüfen, ob diese Effekte betriebspezifisch oder allgemein gültig sind. Zu diesem Zwecke wird die Betriebsfläche in 5 ha Schritten von 10 bis 50 ha LN variiert. Mit diesem Vorgehen werden die meisten schweizerischen Ackerbaubetriebe im Talgebiet abgebildet und die Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen werden sichtbar. Dabei spielt die Nachfrage nach einer zusätzlichen Arbeitskraft eine wesentliche Rolle, da dadurch grössere Veränderungen im Produktionsprogramm auftreten können.

### 7.3.1 Flächennutzung beim Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen

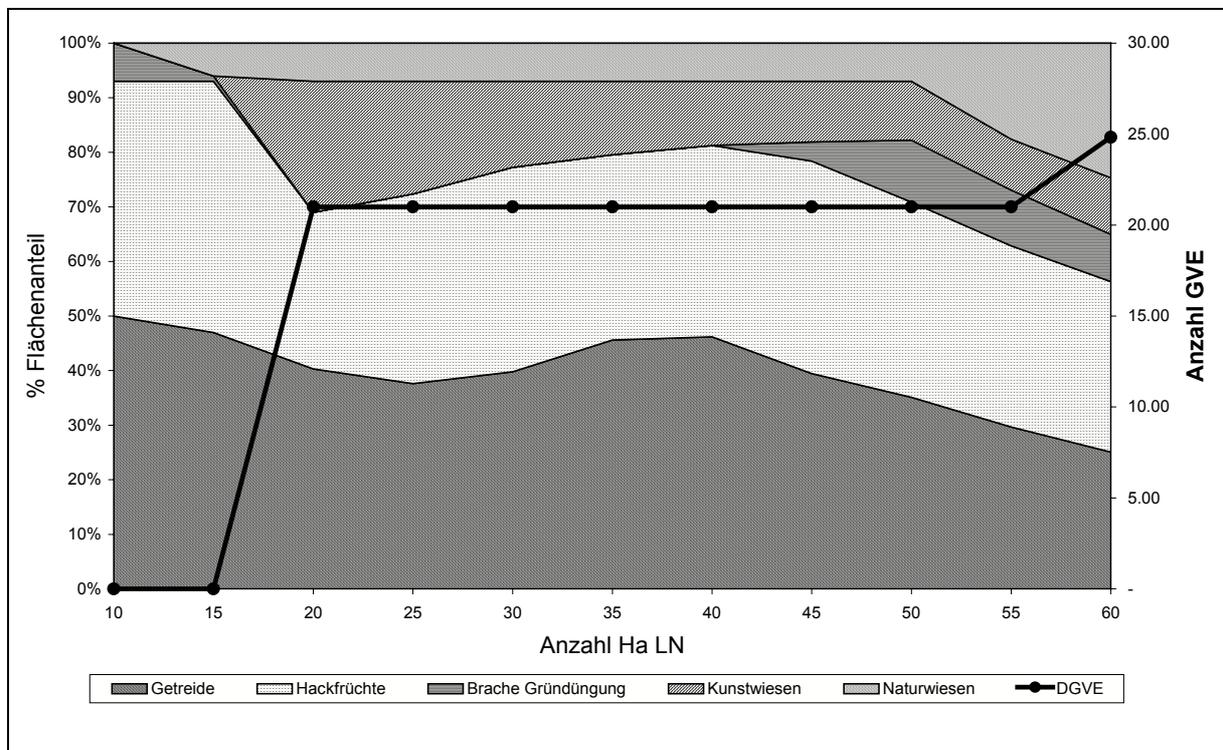
Grundsätzlich sind bei allen „Flächenklassen“ die gleichen Veränderungen im Produktionsprogramm durch den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen wie beim bereits diskutierten Ackerbaubetrieb mit 45 ha LN feststellbar. Bei den Ackerbaubetrieben, wo der Faktor Arbeit nicht limitierend wirkt (bis 25 ha LN beim IP-Betrieb 1998), wird durch

den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen der Hackfruchtanteil erhöht und die ökologischen Ausgleichsflächen reduziert (Vgl. Abbildung 6 und Abbildung 7).

**Abbildung 6: Herkömmliche Pflanzen 1998**



**Abbildung 7: Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen 1998**



Durch einen Einsatz von GVO-Pflanzen werden die rauhfuttermehrenden Tiere und die Grünlandfläche reduziert. Kleinflächige Betriebe (bis 15 ha) halten keine Düngergrössvieheinheiten. Für sie ist es attraktiver ihre Arbeitskraft vorwiegend im Kartoffelanbau einzusetzen. Die Betriebsgrösse übt somit keinen nennenswerten Einfluss auf

den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen und auf die Zusammensetzung des Produktionsprogrammes aus.

### 7.3.2 Nachfrage nach zusätzlichen Arbeitskräften beim Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen.

Mit gentechnisch veränderten Pflanzen steigt die Ertragssicherheit und zugleich ist der Arbeitsbedarf für die einzelnen Ackerkulturen geringer (Vgl. Annahmen Kapitel 6). Aus diesem Grunde steigt die Konkurrenzkraft der Ackerkulturen und die Entlohnung einer zusätzlichen Arbeitskraft wird schon bei einer kleineren Betriebsfläche realisiert. Dieser Zusammenhang wird sichtbar bei der Variation der landwirtschaftlichen Betriebsfläche. Mit einem Einsatz von GVO-Pflanzen wird der Punkt, wo der Erlös der Ackerkulturen die zusätzlichen Arbeitskosten deckt, schon bei einer kleineren Fläche erreicht (Grenzkosten der Arbeitskraft entsprechen dem Grenzertrag). Die Modellergebnisse zeigen exemplarisch diesen Zusammenhang auf (Vgl. Tabelle 27). Mit einem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen wird schon bei einer kleineren Betriebsfläche eine zusätzliche Arbeitskraft nachgefragt. Dieser unterschiedliche Arbeitseinsatz beeinflusst auch das Produktionsprogramm mittels einer Intensivierung der Produktion (Faktor Arbeit wirkt nicht mehr limitierend).

**Tabelle 27: Einsatz einer Arbeitskraft in Abhängigkeit von der LN und der Landbauform**

Betriebsgrösse in Ha LN		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1998	Konv. ohne Gen						x	x	x	x	x	x
	Konv. mit Gen					x	x	x	x	x	x	x
	IP ohne Gen						x	x	x	x	x	x
	IP mit Gen					x	x	x	x	x	x	x
	Bio ohne Gen							x	x	x	x	x
	Bio mit Gen						x	x	x	x	x	x
2002	Konv. ohne Gen											x
	Konv. mit Gen									x	x	x
	IP ohne Gen											x
	IP mit Gen								x	x	x	x
	Bio ohne Gen											
	Bio mit Gen										x	x

x = Einsatz einer zusätzlichen Arbeitskraft

Im Jahre 2003 fragen die Ackerbaubetriebe im Vergleich zu 1998 erst bei einer grösseren Fläche eine zusätzliche Arbeitskraft nach. Auswirkungen auf das Produktionsprogramm wie

- Ausdehnung der Düngergrossvieheinheiten,
- Vergrösserung der Ackerfläche, insbesondere des arbeitsintensiven Kartoffelanbaues,
- Reduktion der Brache und der ökologischen Ausgleichsfläche,

sind sowohl im Jahre 1998 und 2002 beobachtbar.

Durch den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen könnte in Zukunft der Stellenabbau in der Landwirtschaft gebremst werden. Familienbetriebe würden so eher eine zusätzliche Arbeitskraft auf ihrem Betrieb beschäftigen. Somit ist eine Arbeitsaufteilung an den Wochenenden möglich und Ferien und freie Wochenenden der Betriebsleiterfamilien dürften eher realisierbar sein. Die Präsenzzeit der Betriebsleiterfamilie auf dem Landwirtschaftsbetrieb könnte somit in einem kurz- bis mittelfristigen Zeithorizont flexibler gehandhabt werden.

Weiter kann die Erhaltung von Arbeitsplätzen in ländlichen Gebieten einen Beitrag zur dezentralen Besiedlung liefern, da Beschäftigungsmöglichkeiten und Kaufkraft wichtige Determinanten zur Bestimmung der Attraktivität einer Region bilden.

### 7.3.3 Zusammenfassung wirtschaftlicher Ergebnisse

Ackerbaubetriebe unterschiedlicher Grösse und Produktionsform erreichen mit einem Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen durchwegs ein höheres Einkommen pro ha LN (Vgl. Tabelle 28). Das Mehreinkommen pro ha LN ist umso höher je kleiner die Betriebsfläche (intensivere Produktion) und je knapper der Faktor Arbeit vorhanden ist. Biologisch produzierende Ackerbaubetriebe erreichen mit dem Einsatz von GVO-Pflanzen durchwegs ein höheres Einkommen.

**Tabelle 28: Mehreinkommen durch „GEN-Einsatz“ pro Ha LN beim IP-Betrieb 1998**

Anzahl Ha LN	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Konv	344 Fr.	350 Fr.	322 Fr.	304 Fr.	368 Fr.	328 Fr.	303 Fr.	282 Fr.	280 Fr.	266 Fr.	223 Fr.
IP	516 Fr.	433 Fr.	348 Fr.	288 Fr.	317 Fr.	368 Fr.	341 Fr.	316 Fr.	285 Fr.	256 Fr.	231 Fr.
Bio	712 Fr.	683 Fr.	679 Fr.	605 Fr.	484 Fr.	531 Fr.	665 Fr.	626 Fr.	550 Fr.	484 Fr.	432 Fr.

Die Grenzgewinne für die einzelnen Ackerbaubetriebe decken sich ungefähr mit denjenigen des 45 ha Betrieb (Vgl. Tabelle 26). Demzufolge behalten auch die gleichen gentechnisch veränderten Pflanzen ihre Konkurrenzkraft bei und bilden weiterhin Bestandteil des Produktionsprogrammes.

## 7.4 Fazit für 1998

Der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen bewirkt:

- Eine Erhöhung des landwirtschaftlichen Einkommens bei einem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen um ca. 8%. (Maximal 16.8% bei BIO 1998).
- Der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen unterstützt die Oekologisierung der genutzten Fläche, da IP und BIO ökonomisch interessantere Produktionsmethoden sind. Mit der starken Einschränkung, dass der Biologische Landbau keine Gentechnik einsetzen wird.
- Beim Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen gewinnt die Ackerfläche an Konkurrenzkraft und verdrängt damit die Rohfutterproduktion und die damit verbundene Produktion von rohfuttermittelverzehrenden Tieren
- Der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen kreiert einen Grenzgewinn für Weizen von ca. 620 Fr.
- Die Anreize gentechnisch veränderte Pflanzen in der biologischen Produktion einzusetzen sind am höchsten.
- Der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen erhöht die Opportunitätskosten für eine Landnutzung ohne gentechnisch veränderte Pflanzen, dies bedingt, dass die Prämien erhöht werden müssten, um das Gleichgewicht zu erhalten.

## 7.5 Fazit für 2003

Der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen bewirkt

- Eine Nachfrage nach einer zusätzlichen AK schon bei Betrieben mit einer kleineren LN
- Eine markante Verbesserung der Einkommenssituation bei der integrierten und der biologischen Produktion
- Mehr Getreide- und Hackfrüchteanbau
- Brache und ökologische Ausgleichsflächen verlieren durch einen Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen tendenziell an Konkurrenzkraft (Gentechnisch veränderte Pflanzen sind konkurrenzkräftiger)
- Die zukünftige Agrarpolitik müsste die Ökologisierung der nicht ackerbaulich genutzten Fläche noch stärker unterstützen, damit die heute existierenden Produktionsgleichgewichte in der integrierten und der biologischen Produktion erhalten bleiben.

## 7.6 Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen bei einem gemischten Betrieb in der Bergzone I

In einem zweiten Schritt wurde ein Betrieb im Berggebiet optimiert. In erster Linie ging es darum, die Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen zu quantifizieren. Im Berggebiet sind die klimatischen und topographischen Bedingungen weniger günstig als im Talgebiet. Die Erträge der Ackerbaukulturen und der Futterpflanzen sind dort geringer. Der optimierte Bergbetrieb besitzt 30 ha LN, wovon 20 ha ackerfähig sind. Sein Milchkontingent beträgt 50'000 kg. Anstatt wie beim diskutierten Ackerbaubetrieb die Fläche zu variieren, wurde das Milchkontingent vergrößert. Dadurch tritt nun der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen in Konkurrenz zur Milchproduktion. Auf diese Weise können Aussagen betreffend der innerbetrieblichen Wettbewerbsfähigkeit eines Einsatzes von GVO-Pflanzen getätigt werden.

### 7.6.1 Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen bei einem Betrieb mit 50'000 kg Milchkontingent

Mit dem verfügbaren Milchkontingent von 50'000 kg wird bei der integrierten und der konventioneller Produktion 1998 und 2002 keine Milch produziert. Anstatt Milchkühe werden Mutterkühe gehalten. Der biologisch produzierende Betrieb nutzt sein Milchkontingent vollständig, ausser im Jahre 2002 beim Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen. Dies ist einerseits durch eine Stärkung der Konkurrenzkraft in der Milchproduktion auf Grund des ca. 10% höheren Bio-Milchmehrpreis zurückzuführen und andererseits verlangen strengere Fruchtfolgerestriktionen einen grösseren Anteil Grünland, dessen Futter durch rauhfuttermessende Tiere gefressen werden muss.

Die Effekte auf das Produktionsprogramm, die durch einen Einsatzes gentechnisch veränderten Nutzpflanzen entstehen, entsprechen mehrheitlich denjenigen des diskutierten Ackerbaubetriebes.

Das landwirtschaftliche Einkommen ist bei allen betrachteten Varianten bei einem Einsatz von GVO-Pflanzen höher (Vgl. Tabelle 29).

**Tabelle 29: Einkommen des Bergbetriebes mit 50'000 kg Kontingent**

	Konv		IP		Bio	
	ohne Gen	mit Gen	ohne Gen	mit Gen	ohne Gen	mit Gen
Landw. Einkommen 1998	66'817.0 Fr.	71'024.0 Fr.	79'440.0 Fr.	85'827.0 Fr.	80'470.0 Fr.	89'205.0 Fr.
Landw. Einkommen 2002	43'670.0 Fr.	46'958.0 Fr.	59'169.0 Fr.	64'335.0 Fr.	58'262.0 Fr.	62'127.0 Fr.
Eingesetzte Std 1998	2'712.4	2'875.7	2'758.8	2'737.6	4'415.5	4'860.6
Eingesetzte Std. 2002	2'928.7	2'931.0	2'855.5	2'841.7	4'556.5	4'732.4

**Tabelle 30: Einkommenszuwachs beim Einsatz von GVO-Pflanzen**

	Konv		IP		BIO	
	absolut	pro Ha LN	absolut	pro Ha LN	absolut	pro Ha LN
Mehreinkommen 1998 mit Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen	4'207 Fr.	140.2 Fr.	6'387 Fr.	212.9 Fr.	8'735 Fr.	291.2 Fr.
Mehreinkommen 2002 mit Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen	3'288 Fr.	109.6 Fr.	5'166 Fr.	172.2 Fr.	3'865 Fr.	128.8 Fr.

Absolut gesehen erreicht der biologisch produzierende Betrieb dank den höheren Produktpreisen und den Direktzahlungen im Jahre 1998 das höchste Einkommen. Wird nun der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen nur in den beiden Landbausystemen IP und Konv. erlaubt, so ist die IP Variante mit einem GVO-Pflanzeneinsatz ökonomisch am vorteilhaftesten. Dieselbe Einkommenshöhe kann auch mit einem Einsatz von GVO-Pflanzen in der biologischen Produktion nicht erreicht werden. Längerfristig wären somit die Einkommensanreize wahrscheinlich genügend gross, damit biologische Betriebe wieder auf die integrierte Produktion umsteigen könnten. Der Einkommensgewinn beträgt, bei einem Einsatz von GVO-Pflanzen in der integrierten Produktion 5'166 Fr. (172 Fr/ha LN), und er wird bei keiner anderen Variante im Jahre 2003 erreicht (höheres Einkommenspotential).

Die Konventionelle Produktion erreicht bei diesem Betrieb im Berggebiet mit einem Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen nie das Einkommensniveau der beiden übrigen Produktionssysteme. Diese Tatsache unterstützt somit die Ökologisierung der Landwirtschaftsbetriebe, da längerfristig konventionelle Betriebe dank den Einkommensanreizen mindestens auf die integrierte Produktion umsteigen werden. Dieser Effekt kann als ein Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit angesehen werden, da tendenziell diese Betriebe eine geringere Intensität aufweisen.

## 7.6.2 Auswirkungen des Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen bei einem Betrieb mit 120'000 Milchkontingent

Der Betriebstyp hat ein Milchkontingent von 120'000 kg. Das ganze Kontingent wird bei allen Varianten (Konv., IP, Bio) vollständig gemolken. Die Konkurrenzkraft der Milchproduktion ist also höher als die des Ackerbaues. Die Veränderungen im Produktionsprogramm sind bei einem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen vergleichbar denjenigen der bereits diskutierten Varianten (Ackerbaubetrieb im Talgebiet).

Mit einem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen erreicht dieser Betriebstyp im Vergleich zu einem GVO-Verzicht die folgenden Mehreinkommen in den Jahren 1998 und 2003:

- Konventionelle Produktion                      3'405 Fr (1998)                      2'991 Fr. (2003)
- Integrierte Produktion                            5'608 Fr. (1998)                      4'616 Fr. (2003)
- Biologische Produktion                            7'767 Fr. (1998)                      3'200 Fr. (2003)

**Tabelle 31: Betriebsdaten Betrieb Berggebiet mit 120'000 kg Milchkontingent**

Jahr	Konv ohne Gen 98		Konv mit Gen 98		Konv ohne Gen 03		Konv mit Gen 03		IP ohne Gen 98		IP mit Gen 98		IP ohne Gen 03		IP mit Gen 03		Bio ohne Gen 98		Bio mit Gen 98		Bio ohne Gen 03		Bio mit Gen 03	
	1998	1998	2003	2003	1998	1998	2003	2003	1998	1998	2003	2003	1998	1998	2003	2003	1998	1998	2003	2003	1998	1998	2003	2003
Milchkontingent	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg	120 000 kg
Landwirtschaftliche Nutzfläche	28.81 ha	30.00 ha	28.01 ha	26.22 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	30.00 ha	26.01 ha	25.87 ha	
Düngbare Fläche	20.17 ha	24.77 ha	19.61 ha	18.35 ha	25.00 ha	25.26 ha	21.00 ha	21.00 ha	21.00 ha	21.00 ha	21.00 ha	21.00 ha	23.20 ha	23.45 ha	18.21 ha	18.11 ha	18.21 ha	18.11 ha	18.21 ha	18.11 ha	18.21 ha	18.21 ha	18.11 ha	18.11 ha
Offene Ackerfläche	10.01 ha	15.05 ha	8.53 ha	9.57 ha	15.15 ha	16.79 ha	11.24 ha	11.51 ha	13.57 ha	14.12 ha	9.95 ha	10.36 ha	4.71 ha	4.72 ha	5.73 ha	3.10 ha	4.85 ha	3.21 ha	4.76 ha	4.49 ha	6.43 ha	5.88 ha	3.32 ha	3.45 ha
Kunstwiesenfläche	4.71 ha	4.72 ha	5.73 ha	3.10 ha	4.85 ha	3.21 ha	4.76 ha	4.49 ha	6.43 ha	5.88 ha	3.32 ha	3.45 ha	9.10 ha	5.23 ha	8.75 ha	8.55 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	7.74 ha	7.76 ha
Naturwiesen 0-18%	9.10 ha	5.23 ha	8.75 ha	8.55 ha	5.00 ha	5.00 ha	9.00 ha	9.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	7.74 ha	7.76 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	4.93 ha	4.30 ha
Naturwiesen 18-35%	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha	5.00 ha
Landwirtschaftliches Einkommen	79 981 Fr.	83 386 Fr.	58 503 Fr.	61 494 Fr.	88 456 Fr.	94 064 Fr.	73 585 Fr.	78 201 Fr.	110 833 Fr.	118 600 Fr.	83 558 Fr.	86 758 Fr.	79 981 Fr.	83 386 Fr.	58 503 Fr.	61 494 Fr.	88 456 Fr.	94 064 Fr.	73 585 Fr.	78 201 Fr.	110 833 Fr.	118 600 Fr.	83 558 Fr.	86 758 Fr.
<b>Arbeit</b>																								
Familiendarbeiterkräfte	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK	1.3 AK
Nebenerwerb	189 h	841 h	131 h	89 h	829 h	963 h	284 h	323 h	561 h	1 029 h	344 h	373 h	189 h	841 h	131 h	89 h	829 h	963 h	284 h	323 h	561 h	1 029 h	344 h	373 h
Angestellte																								
Saisoniers																								
Lehrlinge		1.0 AK			1.0 AK	1.0 AK			1.0 AK	1.0 AK														
Tagelöhner	48 h	175 h	44 h	37 h	129 h	309 h	60 h	58 h	120 h	386 h	31 h	167 h	48 h	175 h	44 h	37 h	129 h	309 h	60 h	58 h	120 h	386 h	31 h	167 h
Anzahl DGVE	22.1 DGVE	22.1 DGVE	22.0 DGVE	26.6 DGVE	22.1 DGVE	22.1 DGVE	18.0 DGVE	18.0 DGVE	23.3 DGVE	23.3 DGVE	20.0 DGVE	18.8 DGVE	22.1 DGVE	22.1 DGVE	18.4 Tiere	18.9 Tiere	22.1 Tiere	22.1 Tiere	18.0 Tiere	18.0 Tiere	23.3 Tiere	23.3 Tiere	20.0 Tiere	18.8 Tiere
Milchkühe	22.1 Tiere	22.1 Tiere	18.4 Tiere	18.9 Tiere	22.1 Tiere	22.1 Tiere	18.0 Tiere	18.0 Tiere	23.3 Tiere	23.3 Tiere	20.0 Tiere	18.8 Tiere	22.1 Tiere	22.1 Tiere	18.4 Tiere	18.9 Tiere	22.1 Tiere	22.1 Tiere	18.0 Tiere	18.0 Tiere	23.3 Tiere	23.3 Tiere	20.0 Tiere	18.8 Tiere
Milchverkauf	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg	120000 kg
Mittlere Milchleistung	5700 kg	5700 kg	6940 kg	6940 kg	5700 kg	5700 kg	6940 kg	6940 kg	5400 kg	5400 kg	6275 kg	6640 kg	5700 kg	5700 kg	6940 kg	6940 kg	5700 kg	5700 kg	6940 kg	6940 kg	5400 kg	5400 kg	6275 kg	6640 kg
Mutterkühe																								
Mastvieh			7.9 Tiere	16.7 Tiere																				
<b>Ackerkulturen</b>																								
Winterweizen	3.19 ha		3.59 ha		5.01 ha		4.31 ha		5.99 ha		2.78 ha													
Braunrost-resistenter WW		5.88 ha		2.86 ha			5.88 ha			6.00 ha		4.14 ha												
Sommerweizen																								
Winterroggen					0.87 ha					0.42 ha		0.05 ha												
Wintergerste	1.69 ha	4.00 ha	0.55 ha	0.41 ha	4.99 ha	4.12 ha	2.50 ha	2.50 ha	4.01 ha	3.58 ha	2.66 ha	2.71 ha												
Sommergerste																								
Raps	1.00 ha				1.00 ha																			
herbizidresistenter Raps		1.00 ha																						
Kartoffeln	0.54 ha		0.49 ha		1.17 ha		0.60 ha		1.11 ha		0.16 ha													
Phytophthora-resistente Kartoffel		1.53 ha		0.41 ha						2.85 ha		1.18 ha												
K-Kafer-resistente Kartoffel																								
Körnermais																								
Herbizidresistenter KM																								
Zünlresistenter KM																								
Herbizidresistenter KM mit Streifenfrässaat																								
Silomais	3.06 ha		3.30 ha		1.21 ha		3.47 ha		2.40 ha		2.65 ha													
Herbizidresistenter SM																								
Zünlresistenter SM																								
Herbizidresistenter SM mit Streifenfrässaat		1.69 ha		5.40 ha			3.37 ha			3.77 ha														
Zückerrüben																								
Herbizidresistente ZR																								
Virusresistente ZR																								

Beim Szenario von 1998 wird in der konventionellen Produktion nicht mehr die gesamte Fläche von 30 ha LN bewirtschaftet. Mit einem Einsatz von GVO-Pflanzen steigt die Konkurrenzkraft im Ackerbau und die Fläche wird wieder ganz bewirtschaftet. Im Jahre 2003 wird der Verlust der innerbetrieblichen Konkurrenzkraft im Ackerbau nicht durch den „GEN-Effekt“ kompensiert und in der konventionellen sowie der biologischen Produktion wird die landwirtschaftliche Nutzfläche nicht vollständig bewirtschaftet. Die Opportunitätskosten der Verpachtung sind also grösser als diejenigen der Bewirtschaftung der zusätzlichen Fläche.

Der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen kann einen Beitrag zur Sicherung der Flächennutzung in der Schweiz liefern.

### 7.6.3 Einfluss eines verschiedenen grossen Milchkontingentes auf den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen im Ackerbau

Durch die systematische Erhöhung des Milchkontingentes in 10'000er Schritten auf 240'000 kg, wird die offene Ackerfläche im Jahre 1998 sowie im Jahre 2003 zunehmend verdrängt. Das heisst, dass die Milchproduktion ökonomisch gesehen der rentabelste Betriebszweig ist.

Der Einsatz gentechnisch veränderter Kulturen bewirkt bei Betrieben mit unterschiedlichem Milchkontingent die folgenden Effekte:

- Der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen fördert die Aufrechterhaltung einer diversifizierten Fruchtfolge
- Der Silomaisanbau und damit die Grossviehmast, dessen Hauptfuttermittel Mais ist, gewinnen an Konkurrenzkraft.

- Ökologisch nachhaltigere Produktionsprogramme (IP, Bio) werden zukünftig komparativ zur konventionellen Produktion attraktiver
- Der Betrieb steigt bei einem Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen erst bei einem grösseren Kontingent in die Milchproduktion ein. Die GVO-Pflanzen des Ackerbaues besitzen eine grössere Konkurrenzkraft im Vergleich zur Milchproduktion.

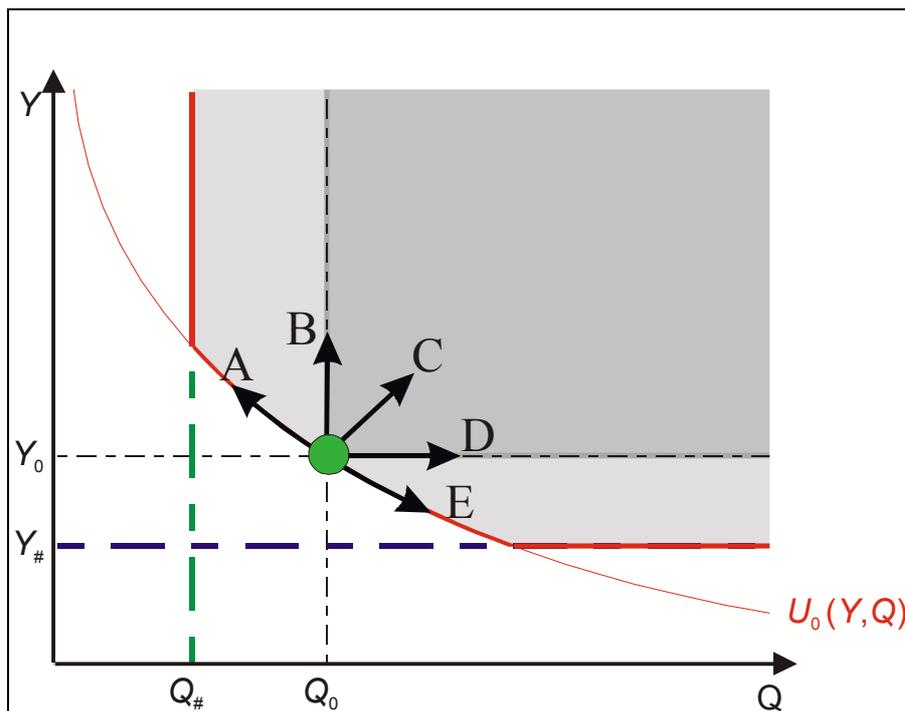
## 7.7 Interpretation der Ergebnisse in bezug auf die Nachhaltigkeit

Im Zentrum des Interesses dieser Studie stehen die wirtschaftlichen Folgen für die Betriebe, welche durch den Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen entstehen. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie können wir ökonomische und teilweise ökologische Aussagen zu Auswirkungen eines Einsatzes von GVO-Pflanzen herleiten.

### 7.7.1 Theoretische Überlegungen

Anhand der bereits ausführlich diskutierten Modellergebnisse wird nun ein Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen, unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit betrachtet (Vgl. Kapitel 3). Eine Möglichkeit der Darstellung, wie der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen ins System der nachhaltigen Entwicklung einzuordnen ist, bietet das angepasste Schema in Abbildung 8. Der zweidimensionale Lösungsraum mit Umweltqualität (Q) und Einkommen (Y) zeigt den Möglichkeitsraum für eine nachhaltige Entwicklung auf (HEDIGER 1999). Die beiden kritischen Grenzen  $Y_{\#}$  und  $Q_{\#}$  stellen den Zustand dar, bei dessen Unterschreitung irreversible Veränderungen im System auftreten können. Somit kann  $Y_{\#}$  als Existenzminimum und  $Q_{\#}$  als minimale Umweltqualität definiert werden, bei dessen Unterschreitung sich der ursprüngliche Zustand nicht mehr von selbst einstellt. Der Möglichkeitsraum für eine nachhaltige Entwicklung bildet nun der Lösungsraum, der durch die kritischen Werte  $Y_{\#}$  und  $Q_{\#}$  sowie der Nutzenfunktion  $U_0$  ( $U_0$  als Funktion von  $Y_0$  und  $Q_0$ ) begrenzt wird. Diese Nutzenfunktion beschreibt den Ort, wo das gleiche Wohlfahrtsniveau bei verschiedenen Kombinationen von Umweltqualität und Einkommenspotential erzielt werden kann.  $Y_0$  und  $Q_0$  stellt das Einkommen und die Umweltqualität des gewählten Betriebes dar. Im schattierten Bereich ist definitionsgemäss eine schwache nachhaltige Entwicklung möglich, dies heisst, dass ein Trade-off zwischen beiden Komponenten Wirtschaft und Ökologie vorhanden ist. Der dunkle Bereich zeigt den Möglichkeitsraum für eine starke nachhaltige Entwicklung auf, in welchem keine Trade-offs unterhalb festgesetzten Werten möglich sind.

Abbildung 8: Kritische Werte und Möglichkeitsraum für eine nachhaltige Entwicklung



Quelle: In Anlehnung an HEDIGER (1999)

Ohne einen Einsatz gentechnisch veränderter Nutzpflanzen befindet sich der Referenzbetrieb im Schnittpunkt von  $Y_0$  und  $Q_0$  (Kreis).  $Y_0$  ist die Höhe des Einkommens das der Betrieb ohne einen Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen erreicht. Analog wird  $Q_0$  als die Umweltqualität definiert, die ohne einen Einsatz von GVO-Pflanzen erreicht wird. Da in der heutigen Umweltgesetzgebung schon eine Vielzahl von Normen und Grenzwerte existieren, müssten diese Werte so ausgestaltet sein, dass eine dauerhafte Unterschreitung der kritischen der kritische Umweltgrenze  $Q_{\#}$  nicht möglich ist. Basierend auf dieser Überlegung müssten die rechtlich/administrativen Grenzen rechts des Punktes  $Q_{\#}$  liegen. Somit dürften sich die Grenzen der verschiedenen Produktionsformen in der folgenden Reihenfolge Konv., IP, Bio. weiter nach rechts verschieben, da Umweltrestriktionen wie Minimalanteil extensive Wiesen, Erfordernis geschlossener Nährstoffkreisläufe und strengere Fruchtfolgebedingungen restriktiver wirken.

Der Möglichkeitsraum, den die Landwirtschaftsbetriebe für eine nachhaltige Entwicklung haben, wird durch die Punkte A-E abgebildet. Im folgenden werden diese unterschiedlichen Möglichkeiten kurz beschrieben:

- A: Das Einkommen erhöht sich und die Umweltqualität nimmt ab.
- B: Bei gleichbleibender Umweltqualität steigt das Einkommen.
- C: Sowohl die Umweltqualität als auch das Einkommen steigen
- D: Einzig die Umweltqualität verbessert sich.
- E: Die Umweltqualität nimmt zu. Das Einkommen verringert sich.

Die Pfade A und E sind Bestandteil einer schwachen nachhaltigen Entwicklung.

Sollte ein Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen in eine andere Richtung als die der skizzierten Punkte zeigen, so wäre ein Einsatz nicht nachhaltig. Das heisst der Betrieb würde sich in dieser Situation auf einer tieferen Nutzenfunktion befinden. Dies wäre der Fall, wenn die Einkommenserhöhung die Verschlechterung der Umweltqualität nicht kompensieren

könnte (und umgekehrt), oder wenn das Einkommen bei gleichbleibender Umweltqualität sich verschlechtert.

## **7.7.2 Einordnung der Ergebnisse der Modellbetriebe in das Konzept der Nachhaltigkeit**

Die Ergebnisse und Auswirkungen der Modellrechnungen werden nun unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit gewürdigt. In den aktuellen Forschungsarbeiten wird heute eine Vielzahl von Bedingungen definiert, die für eine nachhaltige Entwicklung erfüllt sein müssen (HEDIGER 1999). Im Rahmen dieser Arbeit können daraus jedoch nur Teilaspekte berücksichtigt werden, die unter den angenommenen Rahmenbedingungen eine Bewertung des Einsatzes gentechnisch veränderter Pflanzen einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung liefern können.

### **7.7.2.1 Ökonomische Nachhaltigkeit (Einkommen)**

Bei allen berechneten Varianten und bei beiden Betriebstypen erreichen die Landwirtschaftsbetriebe beim Einsatz von GVO-Pflanzen ein höheres Einkommen im Vergleich zu einem Einsatz mit herkömmlichen Kulturpflanzen. Der Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen kann dementsprechend als Beitrag an die ökonomische Nachhaltigkeit der Landwirtschaft (Betriebe) angesehen werden. Es sind aber Einschränkungen anzubringen, indem durch den Marktmechanismus (Wettbewerb) kurzfristig entstandene Renten zum Teil weitergegeben werden. Dies ist bei jeder Verbesserung der Produktivität der Fall. Dies soll aber nicht heissen, dass die wirtschaftlichen Aspekte einen Grund wären gentechnisch veränderte Pflanzen in der Schweiz nicht zuzulassen, wenn sie anderswo im Einsatz stehen, denn dadurch würde ein Produktivitätshandicap für die Schweizer Produzenten entstehen, welches sich in einem vorerst in einem relativen Einkommensnachteil, später in einer Einkommensbaisse ausdrücken würde.

Dieser Einkommensgewinn behält also nur seine Gültigkeit unter den in Kapitel 6 definierten Annahmen. Neuere Studien aus den USA zeigen, dass sogar mit einem Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen kein Mehreinkommen erzielt werden kann (TAGES-ANZEIGER, 1999b).

Die Aussagen betreffend Einkommensentwicklung behalten nur ihre Gültigkeit, falls keine unterschiedlichen Produzentenpreise zwischen GVO- und herkömmlichen Produkten am Markte gelöst werden können. Falls es eine Marktsplattung gäbe zwischen gentechnisch veränderten Pflanzen und unveränderten, könnten sich grössere Preisdifferenzen ergeben, welche dann die Einkommensunterschiede zwischen den beiden Kategorien von Produzenten schmälern würden. Schlussendlich entscheiden indirekt die Konsumenten mit ihren Kaufpräferenzen über die Produktpreise gentechnisch veränderter Pflanzen und somit über die zusätzlichen Gewinnerwartungen eines GVO-Pflanzeneinsatzes.

### **7.7.2.2 Ökologische Nachhaltigkeit (Umweltqualität)**

Werden nun die in Kapitel 7.2.2.2 beschriebenen Effekte als Verbesserung der Umweltqualität angesehen, so bewirkt ein Einsatz von GVO-Pflanzen bei gleichzeitiger Einkommenserhöhung eine Veränderung in die Richtung des Pfeiles C (Vgl. Abbildung 8).

Die durch die Direktzahlungen bedingten ökonomischen Anreize, mindestens auf die integrierte Produktion umzusteigen, werden durch den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen weiter verstärkt. Bei dieser Produktionsform werden nach dem sogenannten Schadschwellenprinzip immer nur die sanftesten und umweltschonendsten Eingriffe toleriert

(Vgl. Kapitel 6.1.2). Aus diesem Blickwinkel und der Direktzahlungspolitik des Bundes, die eine nachhaltige Landwirtschaft unterstützen will (Erfordernis des ökologischen Leistungsnachweises), kann unserer Meinung nach mit der integrierten Produktion eine Verbesserung der Umweltqualität erreicht werden.

Aussagen über mögliche negative externe Effekte, die bei einem Einsatz von GVO-Pflanzen entstehen könnten, können hier nicht gemacht werden. Dabei spielen bei der Beurteilung der Umweltqualität durch die Gesellschaft auch Faktoren wie Risiko, Schadensmeldungen, vermehrter Chemieeinsatz eine nicht zu unterschätzende Rolle. Beispielsweise Meldungen, dass mit einem Einsatz von GVO-Pflanzen auch Nützlinge sterben könnten (TAGESANZEIGER, 1999b) und gewisse längerfristige Interaktionen, die heute noch nicht bekannt sind, haben einen enormen Einfluss auf die Bewertung der Umweltqualität der Gesellschaft.

### **7.7.2.3 Soziale Nachhaltigkeit**

Die soziale Nachhaltigkeit beinhaltet die Aufrechterhaltung eines funktionsfähigen sozialen Systemes (DORENBOS / HEDIGER 1999). Sollte nun längerfristig die Einkommenserwartung bei einem Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen im Vergleich zu herkömmlichen Pflanzen bedeutend höher sein, so würde die Attraktivität des Landwirtschaftssektors wieder steigen und der Abbau von Arbeitsplätzen vor allem in Grenzstandorten könnte gebremst werden (Vgl. Kap. 7.3.2).

## 8 Zusammenfassung

Im Rahmen des *“Schwerpunktprogramm Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung”* initiierte die Fachstelle für Biosicherheitsforschung und Abschätzung von Technikfolgen (BATS) eine Studie zur Abschätzung der Technikfolgen, mit dem Titel *“Nachhaltige Landwirtschaft – Kriterien für Pflanzenzüchtung und Pflanzenproduktion unter Berücksichtigung des Potentials der modernen Biotechnologie”*. In diesem Rahmen wurde das Institut für Agrarwirtschaft beauftragt, eine Analyse auf Niveau landwirtschaftlicher Betrieb durchzuführen, welche die Auswirkungen der Einführung gentechnisch veränderter oder verbesserter Pflanze aufzeigt. Die vorliegende Analyse schlägt vor, die Untersuchung auf die Beobachtung der Wirkung gentechnisch veränderter Pflanzen bei der Einführung in die schweizerische landwirtschaftliche Produktion zu beschränken. Sie trägt den Namen *“Betriebswirtschaftliche Analyse des Einsatzes biologisch-technischen Fortschrittes unter Einbezug gentechnischer Varianten”*.

Die Pflanzen wurden ausgewählt gemäss ihrem aktuellen Einsatz in anderen Ländern, ihrer Eignung für die schweizerische agronomische Forschung oder der kurz- und mittelfristigen Perspektiven zur Anerkennung der im Ausland entwickelten Pflanzen durch die jeweiligen Behörden sowie deren wirtschaftliche Bedeutung für die pflanzliche Produktion in der Schweiz. Die gentechnisch veränderten Eigenschaften der gewählten Pflanzen beziehen sich auf ihre Resistenzen gegen Herbizide, Pilzbefall, Viruserkrankungen und Insekten. Die ausgewählten Pflanzen sind Weizen, Zuckerrüben, Raps, Silo- und Körnermais sowie Kartoffel.

Die durchgeführten Berechnungen sind Optimierungen basierend auf dem komparativ statischen Ansatz. Als Ausgangslage dienten die Produkt- und Faktorpreise aus dem Jahre 1998, obwohl zu diesem Zeitpunkt noch keine gentechnisch veränderten Pflanzen anerkannt waren, und 2003. Beide Szenarien wurden jeweils mit GVO-Pflanzen und herkömmlichen Pflanzen berechnet. Mit dieser Vorgehensweise konnten die Auswirkungen eines Einsatzes von GVO-Pflanzen unter zwei unterschiedlichen Rahmenbedingungen quantifiziert werden.

Das in dieser Arbeit verwendete Modell optimiert die Struktur eines Betriebes unter gegebenen Umweltbedingungen (normative Methode). Dabei wird das Einkommen maximiert. Somit können zukünftige Rahmenbedingungen modelliert und Erkenntnisse über Auswirkungen eines Einsatzes gentechnisch veränderten Pflanzen auf betrieblicher Ebene gewonnen werden. Als Beispielbetriebe wurden ein reiner Ackerbaubetrieb und ein gemischter Futterbaubetrieb mit Milchproduktion in der Bergzone 1 ausgewählt. Die Optimierungen wurden für die drei Produktionssysteme konventionell, integriert und biologisch vorgenommen.

Bei allen berechneten Varianten führt ein Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzen unter der Annahme, dass keine Preisdifferenzierungen zwischen GVO- und herkömmlichen Produkten bestehen, zu einem grösseren Landwirtschaftlichen Einkommen. Weiter wird die Konkurrenzkraft des Ackerbaues gestärkt und die Ackerkulturen bilden wieder vermehrt Bestandteil des Produktionsprogrammes. Beispielsweise generiert eine Hektare gentechnisch veränderter braunrostresistenter Weizen im Vergleich zu einem herkömmlichen Anbau ca. 620 Fr. mehr Einkommen. Weiter erfahren die Rauhfutterproduktion und die damit verbundene Tierhaltung beim Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen einen Konkurrenzverlust, da diese Pflanzen eine bessere Opportunität darstellen.

Der Einsatz gentechnisch veränderten Pflanzen unterstützt die Ökologisierung der genutzten landwirtschaftlichen Fläche, da IP und BIO ökonomisch optimale Produktionsmethoden sind

und somit der Druck auf die Umstellung auf eines der beiden Produktionssysteme in der Zukunft noch zunehmen wird. Allerdings sind durch die komparative Besserstellung des Ackerbaues (GVO-Einsatz) gegenüber einer GVO-freien Referenzlösung, potentielle ökologische Nachteile zu erwarten.

Würde somit der Einsatz von gentechnisch veränderten Pflanzensorten für die biologische Produktion verboten, für die konventionelle und integrierte Produktion hingegen erlaubt, würde die biologische Produktion im Vergleich zu den anderen Produktionssystemen einen komparativen Nachteil erfahren.

Die simulierte Einführung von gentechnisch veränderten Pflanzensorten führt zu gewissen Veränderungen bei der Allokation der Produktionsfaktoren. Die Entlohnung einer zusätzlichen Arbeitskraft auf Betrieben mit gentechnisch veränderten Sorten ist eher gewährleistet. Der Einsatz von GVO-Pflanzen fördert somit die Erhaltung von Arbeitskräften innerhalb der Landwirtschaft und kann daher auch einen Beitrag zur dezentralen Besiedlung liefern.

Die Dominanz der ausländischen Anbieter auf den Nahrungsmittelmärkten unterstreicht die Notwendigkeit, dass die einheimischen Akteure über die gleichen Technologien verfügen müssen, um ihre Wettbewerbsposition wenigstens erhalten oder sogar verbessern zu können.

Sollten in Zukunft keine Preisdifferenzierungen zwischen herkömmlichen und GVO-Pflanzen stattfinden, so würde ein einseitiger Verzicht auf den Einsatz dieser Technologie nur Nachteile für die Schweizer Landwirte bringen. Bei der heutigen Verbreitung von Kulturen gentechnisch veränderter Sorten, vor allem in Übersee, lässt die Frage aufkommen inwiefern Wettbewerbsnachteile auf Grund von klimatischen, topographischen und kostenseitigen Bedingungen vermindert werden können.

Die in dieser Studie erhaltenen Resultate zeigen, dass der Einsatz dieser GVO-Sorten dazu beitragen würde, die Wirkung der komparativen Nachteile zu verkleinern. Er trägt also zumindest kurzfristig zu einer Verbesserung der ökonomischen Situation der schweizerischen Landwirtschaft der Schweiz bei.

Die Einrichtung von GVO-freien Produktionszonen für gentechnisch veränderte Organismen kann als Nischenproduktion betrachtet werden. Sie wird aber keinesfalls als Patentlösung für die Landwirtschaft angesehen, falls auf Konsumentenseite keine Tendenzen feststellbar sind, die auf eine erhöhte Zahlungsbereitschaft für herkömmliche Produkte hindeuten.

Die Frage nach der ökologischen Nachhaltigkeit eines Einsatzes von gentechnisch veränderten Pflanzen kann nicht abschliessend beantwortet werden, da die Bewertungskriterien nicht vollständig bekannt sind. Auf Stufe der ökonomischen Nachhaltigkeit ergibt sich, dass mit einem Einsatz von GVO-Pflanzen das Einkommen der Landwirte unter den gegebenen Modellannahmen verbessert werden kann und somit der Einsatz von GVO-Pflanzen einen Beitrag zur ökonomischen Nachhaltigkeit liefern kann.

## 9 Literaturverzeichnis und Kontaktpersonen

- AMMON, H. U.; SCHERRER, C.; 1996; Streifenfrässaar von Mais in Legumiosen und Grasbestände und gezielte Regulation der Bodenbedeckung mit Glyphosat und Glufosinat. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft XV 1996, S. 275-280. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- ANWANDER PHAN-HUY, S.; 1998; Nachfrageseitige Akzeptanz von Technologien im Ernährungsbereich, 1998, v/d/f Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- BUWAL; 1999; Gentech-Freisetzungsversuche mit Mais und Kartoffeln abgelehnt; Pressemitteilung vom 16. April 1999, in <http://www.admin.ch/buwal/presse/1999/d9904161.htm>.
- BECHER, G.; HEMMELSKAMP, J.; SCHEELHAASE, J.; SCHÜLER, J.; 1997; Nachhaltigkeit und Technische Innovation, in: Wirtschaftsanalysen, Zentrum für europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, Band 8, 221-260.
- CREMER, J.; BEESTERMÖLLER, H.; SCHMUTZLER, K.; 1996; Zum derzeitigen Stand der Feldversuche mit Glufosinat-ammonium in glufosinat-verträglichen Kulturen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. Sonderheft XV 1996, S.173-179. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- DORENBOS, A.; HEDIGER, W.; 1999; Nachhaltige Landwirtschaft in der Schweiz, Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie, Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie, Band 1/99, S. 127-151.
- FRIED P. M.; 1993; Expertise betreffend Möglichkeiten des Einsatzes biotechnologischer Methoden zur Erhöhung der Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge wichtiger Kulturpflanzen der Schweiz. Schwerpunktprogramm Biotechnologie des schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.
- FREWER, L., HOWARD, C., SHEPHERD, R., 1995; Are some Technologies more Technological than others? Development of a Scale to Assess Attitudes towards Technoloy, in Basics and Applied Social Psychology.
- GAY, P.; GAY, G.; KOZIEL, M. 1996; Bt-transgenic maize effectively controls insect pests. New horizons in swiss plant biotechnology. From the labratory to the field. Proceedings of a Symposium at the ETH Zürich on the occasion of the 125th anniversary of the Department of Agronomy and Fodd Schiences. BATS 2/1996.
- GOHIN, A.; GUYOMARD, H.; LE MOUËL, C.; 1998; Eléments de définition d'une politique agricole commune pour le XXIème siècle, S. 22-31 in Economie Rurale, Nr. 244 , S. 27, Société française d'économie rurale, Paris.
- GOUPILLON, C.; 1996; Les risques de la dissémination des plantes transgéniques pour l'environnement, Le Courrier de l'environnement n°27, INRA Editions, 1996, in: <http://www.inra.fr/dpenv/goupic27.htm>.
- HEDIGER, W.;1999, Reconciling "weak" and "strong" sustainability, in International Journal of Social Economics, Vol. 26, No. 7/8/9, pp. 1120-1143.
- LE ROY, V.; 1996; La dissémination d'organismes génétiquement modifiés (OGM) la prudence est-elle possible? Le Courrier de l'environnement n°12, INRA Editions, 1996, in: <http://www.inra.fr/dpenv/do12.htm>.

- MEISSER, M.; GUENAT, D.; 1996; Introduction de plantes cultivées tolérantes aux herbicides en Suisse. Cahier de l'environnement no 279. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- MONSANTO Europa; 1998; Biotechnologien und Verbraucherfragen: Unser Standpunkt, Mai 1998, in: <http://www.transgen.de/Stellungnahmen/Monsanto.htm>.
- NPP; 1993; Programme prioritaire biotechnologie.
- RIEDER, P.; ANWANDER PHAN-HUY, S.; 1994; Grundlagen der Agrarmarktpolitik, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- TAGES-ANZEIGER, 1999a; Urs Buess, „Oftringer Genmais?“ in Tages-Anzeiger, Zürich, 25.11.1998.
- TAGES-ANZEIGER, 1999b; Helga Kessler, „Gentechnik: Auch Amerika zweifelt“ in Tages-Anzeiger S. 1 und 32 vom 23. Juli 1999.
- WOLF, H.P.; EGGENSCHWILER, CH.; 1998; Interne Berechnungen am Institut für Agrarwirtschaft der ETHZ, nicht veröffentlicht.

### **Kontaktpersonen:**

- AMMON, H. U. 1998; Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau; persönliche Mitteilung
- BIGLER, F. 1998; Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau; persönliche Mitteilung
- FORRER, R. 1998; Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau; persönliche Mitteilung
- GESSLER, C. 1998; Institut für Pflanzenwissenschaften; persönliche Mitteilung
- HOFMANN, D. 1998; KWS Einbeck; persönliche Mitteilung
- JENNI, S. 1998; Fachstelle für Zuckerrübenbau, Aarberg; persönliche Mitteilung
- MALNOË, P. 1998; Station fédérale de recherches agronomiques de Changins; persönliche Mitteilung
- RASCHE, E. 1998; AgrEvo Stuttgart; persönliche Mitteilung
- SCHWARZ, A. 1998; Landw. Schule Salez; persönliche Mitteilung