

Potentielle Chancen und Risiken von gentechnisch veränderten Organismen im Biosphärenreservat Rhön



Diplomarbeit

Anika Sauer



Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Institut für Landschaftsökologie

**Potentielle Chancen und Risiken von gentechnisch veränderten
Organismen im Biosphärenreservat Rhön**

Diplomarbeit

vorgelegt von
Anika Sauer
aus Petersberg-Böckels

- 2006 -

Erstgutachter: Herr Prof. Dr. Gerd Schulte
(Institut für Landschaftsökologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster)

Zweitgutachter: Herr Dr. Christian Schüler
(Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Universität Kassel, Witzenhausen)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII

1 Einleitung.....	1
--------------------------	----------

2 Pflanzenzüchtung und Agrogentechnik.....	3
---	----------

2.1 Klassische Pflanzenzüchtung	3
--	----------

2.1.1 Entwicklung und Methoden	3
--------------------------------------	---

2.1.2 Zuchtziele.....	4
-----------------------	---

2.1.3 Probleme und Grenzen.....	5
---------------------------------	---

2.2 Biotechnologie – Schwerpunkt Agrogentechnik	5
--	----------

2.2.1 Einführung und Begriffsdefinition.....	5
--	---

2.2.2 Anwendungsgebiete der Biotechnologie und Züchtungsziele der Agrogentechnik	7
---	---

2.2.3 Geschichtlicher Überblick.....	9
--------------------------------------	---

2.2.4 Transformationstechniken.....	10
-------------------------------------	----

2.2.4.1 <i>Agrobacterium tumefaciens</i> -System	12
--	----

2.2.4.2 Biolistische Technik.....	13
-----------------------------------	----

2.2.5 Anbaupraxis von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen	14
---	----

2.2.5.1 Anbau von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen weltweit	15
--	----

2.2.5.2 Anbau von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen in der EU und speziell in Deutschland.....	16
---	----

2.2.6 Spezielle Bereiche der Agrogentechnik	17
---	----

2.2.6.1 Gentechnische Veränderungen bei Gehölzen	17
--	----

2.2.6.2 Gentechnische Veränderungen bei nachwachsenden Rohstoffen.....	19
--	----

2.2.6.3 Gentechnische Veränderungen von Futter- und Lebensmitteln.....	20
--	----

2.3 Rechtliche Grundlagen zur (Agro-)Gentechnik auf EU-Ebene, außerhalb der EU und auf nationaler Ebene	21
--	-----------

2.3.1 Das deutsche Gentechnikgesetz	22
---	----

2.3.1.1 Gentechnische Arbeiten und gentechnische Anlagen	23
--	----

2.3.1.2 Freisetzungen	23
2.3.1.3 Inverkehrbringen	24
2.3.2 Umweltrisikoprüfung und Monitoring.....	25
2.3.3 Kennzeichnungspflicht.....	26
2.3.4 Gute fachliche Praxis und Haftungsregelung.....	27
2.3.5 Kommission für die Biologische Sicherheit	27
2.3.6 Vorsorgeprinzip	28
2.4 Folgewirkungen, Messansatzpunkte und Minimierung der Folgewirkungen.....	28
2.4.1 Primäre Folgewirkungen.....	30
2.4.2 Sekundäre Folgewirkungen.....	32
2.4.3 Verknüpfung von Folgewirkungen	34
2.4.4 Mögliche Ansatzpunkte zur Messung der Auswirkungen	35
2.4.5 Koexistenz und Maßnahmen zur Minimierung von Auskreuzungen	35
2.4.6 Spezielle Folgewirkungen (Gehölze und nachwachsende Rohstoffe).....	39
2.5 Unterschiedliche Bewertungen der Agrotechnik	40
3 Biosphärenreservat Rhön.....	43
3.1 Naturraum Rhön.....	43
3.1.1 Historische Entwicklung der Kulturlandschaft.....	43
3.1.2 Abiotische Umweltfaktoren	44
3.1.2.1 Geologie und Geomorphologie	44
3.1.2.2 Klima.....	44
3.1.2.3 Boden	45
3.1.2.4 Hydrologie	46
3.1.3 Biotische Umweltfaktoren	46
3.1.3.1 Vegetation	46
3.1.3.2 Fauna.....	49
3.2 UNESCO-Programm ‚Der Mensch und die Biosphäre‘.....	50
3.3 Das Biosphärenreservat Rhön	53
3.3.1 Zonierung	54
3.3.2 Landwirtschaft	55
3.3.2.1 Flächenstruktur, Kulturarten und Viehhaltung	57
3.3.2.2 Agrar- und Betriebsstruktur	59
3.3.3 Forstwirtschaft	60
3.3.4 Naturschutz	61

4 Potentielle Chancen und Risiken von GVO für das Biosphärenreservat Rhön	63
4.1 Schutzgebietskategorie ‚Biosphärenreservat‘	63
4.2 Landwirtschaft	65
4.2.1 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Kulturpflanzen.....	66
4.2.2 Möglichkeit der Koexistenz	68
4.2.3 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Futtermittel.....	69
4.2.4 Ökologischer Landbau – Eine ‚UNESCO-Empfehlung‘ für Biosphärenreservate	70
4.3 Gehölze, nachwachsende Rohstoffe und Tiere	73
4.3.1 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Forstbaumarten.....	74
4.3.2 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Obst- und Ziergehölze.....	76
4.3.3 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte nachwachsende Rohstoffe	77
4.3.4 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Tiere ...	79
4.3.5 Nachhaltigkeitsstrategien für Forstwirtschaft, den Anbau nachwachsender Rohstoffe und Tierhaltung	79
4.4 Kultur- und Naturlandschaft	81
4.4.1 Einfluss auf die Biodiversität	82
4.4.1.1 Einfluss auf die genetischen Ressourcen	84
4.4.1.2 Einfluss auf die Arten	85
4.4.1.3 Einfluss auf die Ökosysteme.....	87
4.4.1.4 Natürliche <i>versus</i> Anthropogene Vielfalt	88
4.4.2 Auswirkungen auf standortökologische Parameter.....	89
4.4.3 Nachhaltigkeitsstrategien im Bereich Ökologie	89
4.5 Wirtschaft	91
4.5.1 Tourismus.....	92
4.5.2 Produkterzeugung	93
4.5.2.1 Rahmenbedingungen für Qualitätssiegel, Regionalvermarktung und Dachmarke	94
4.5.2.2 Ziele, Strategien und Beispiele der Regionalvermarktung	95
4.5.2.3 Konsequenzen und Beeinträchtigungen für Regionalvermarktung, Qualitätssiegel und Dachmarke durch gentechnisch veränderte Organismen und entsprechende Schlussfolgerungen.....	98

4.6 Aktuelle Bemühungen in der Region (Gentechnikfreie Region)	100
4.6.1 Selbstverpflichtungen der Landwirte des Biosphärenreservats Rhön.....	101
4.6.2 Unterschiedliche Bewertungen von Gentechnikfreier Region und Koexistenz.....	102
5 Schlussbetrachtung	104
6 Literaturverzeichnis.....	110
7 Anhang	132

Abbildungsverzeichnis

Abbildung im Text

Abbildung 1: Allgemeine Zuchtziele der Pflanzenzüchtung	4
Abbildung 2: Bereiche der modernen Biotechnologie.....	6
Abbildung 3: <i>Agrobacterium tumefaciens</i> -System	12
Abbildung 4: Biolistischer Gentransfer (Gen-Kanone)	14
Abbildung 5: Bewertung von Umweltwirkungen von GVO	30
Abbildung 6: Häufigkeit von GVO-Verunreinigungen in Lebensmitteln	37
Abbildung 7: Biosphärenreservate: Erhaltung, Vernetzung und Entwicklung.....	52
Abbildung 8: Erwartungen an das Qualitätssiegel Rhön	99

Abbildungen im Anhang

Anhang – Abbildung 1: Globale Anbaufläche von GVO	138
Anhang – Abbildung 2: Freisetzungsanträge von GVO in der EU.....	140
Anhang – Abbildung 3: Freisetzungen von GVO in Deutschland.....	140
Anhang – Abbildung 4: Gv-Mais-Anbau in Deutschland (2006).....	142
Anhang – Abbildung 5: Risikoforschung und Monitoring von GVO.....	144
Anhang – Abbildung 6: Indikationen und direkte Messungen	146
Anhang – Abbildung 7: Möglichkeiten von GVO-Eintrag.....	146
Anhang – Abbildung 8: Karte der deutschen Biosphärenreservate	147
Anhang – Abbildung 9: Übersichtskarte des Biosphärenreservats Rhön	148
Anhang – Abbildung 10: Zonierungskarte des Biosphärenreservats Rhön	149
Anhang – Abbildung 11: Baumartenverteilung	150
Anhang – Abbildung 12: Karte der FFH-Gebiete im Biosphärenreservat Rhön	151
Anhang – Abbildung 13: Karte der Vogelschutzgebiete	152
Anhang – Abbildung 14: Sicherheitsabstände für Fruchtfolgen.....	153
Anhang – Abbildung 15: Verbreitungskarten.....	157
Anhang – Abbildung 16: Erwartungen an die Urlaubsregion Rhön.....	158
Anhang – Abbildung 17: Gentechnikfreie Regionen in Deutschland.....	159

Tabellenverzeichnis

Tabellen im Text

Tabelle 1: Anzahl der Freisetzungen von gv-Bäumen.....	18
Tabelle 2: Isolationsabstände in der Saatgutproduktion für Basis-Saatgut.....	38
Tabelle 3: Haupt- und Nebenerwerbsbetriebe.....	59
Tabelle 4: Funktionen der Nachhaltigkeit.....	71
Tabelle 5: Ziele und Strategien der Regionalvermarktung	96

Tabellen im Anhang

Anhang – Tabelle 1: Spezielle Zuchtziele der Pflanzenzüchtung.....	132
Anhang – Tabelle 2: Anwendungsgebiete der Gentechnik (Farballegerien).....	133
Anhang – Tabelle 3: Kulturpflanzen und gentechnische Veränderungen	134
Anhang – Tabelle 4: Beantragung und Genehmigung von GVO in der EU.....	136
Anhang – Tabelle 5: Zeithorizonte: Erwartetes Inverkehrbringen von GVO.....	137
Anhang – Tabelle 6: Freisetzungen von GVO in der EU	139
Anhang – Tabelle 7: Freisetzungen von GVO in Deutschland.....	141
Anhang – Tabelle 8: Standortregister Juni 2006.....	143
Anhang – Tabelle 9: Freisetzungsrelevante Gehölzarten.....	144
Anhang – Tabelle 10: Umwelteffekte auf verschiedenen Ebenen	145
Anhang – Tabelle 11: Empfehlungen für Sicherheitsabstände	154
Anhang – Tabelle 12: Ökologischer Landbau in Deutschland	154
Anhang – Tabelle 13: Wahrscheinlichkeit für vertikalen Genfluss	155
Anhang – Tabelle 14: Bestimmungen für GFR, GFR-Initiativen und Gf-Höfe	158
Anhang – Tabelle 15: Gentechnikfreie Betriebe im Biosphärenreservat Rhön.....	160

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AbL	Arbeitsgemeinschaft bäuerlicher Landwirtschaft e.V.
Abs.	Absatz
AGÖL	Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau
Anh.	Anhang
ARG	Antibiotikaresistenzgen
ARGE	Regionale Arbeitsgemeinschaft Rhön
Art.	Artikel
B.t.	<i>Bacillus thuringiensis</i>
BBA	Biologische Bundesforschungsanstalt
Bd.	Band
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d.h.	dass heißt
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
DNA	Deoxyribonucleic Acid (deutsch: DNS, Desoxyribonukleinsäure)
ebd.	ebendort
EFSA	European Food Safety Authority (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit)
EG	Europäische Gemeinschaft(en)
et al.	et alii (und die anderen)
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
EWSA	Europäischer Wirtschafts- und Sozialausschuss
f.	und folgende Seite
FAO	Food and Agriculture Organization (Welternährungsorganisation)
ff.	und fortfolgende Seiten
FFH	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
FibL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
FSC	Forest Stewardship Council
GenTG	Gentechnikgesetz
ges.	gesamt
gf	gentechnikfrei
GFR	Gentechnikfreie Region
GID	Gen-ethischer Informationsdienst
gm	gentechnisch modifiziert
GMO	gentechnisch modifizierter Organismus
gv	gentechnisch verändert

GVO	gentechnisch veränderter Organismus
ha	Hektar
HMULV	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
HR	Herbizidresistenz, herbizidresistent
Hrsg.	Herausgeber
IAW	Institut für Arbeit und Wirtschaft
IBAs	Important Bird Areas
ISAAA	International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications
ISP	Independent Science Panel
i.w.S.	im weitesten Sinne
Kap.	Kapitel
km	Kilometer
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
m ²	Quadratmeter
MAB	Man and the Biosphere (Mensch und Biosphäre)
mdl.	mündlich
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
mm/m ²	Millimeter pro Quadratmeter
müNN	Meter über Normal-Null (über dem Meeresspiegel)
NGO	Non-Governmental Organisation (Nichtregierungsorganisation)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)
o.O.	ohne Ortsangabe
PCR	Polymerase-Kettenreaktion
PEFC	Pan European Forestry Certification
Red.	Redaktion
RL	Richtlinie
S.	Seite
s.	siehe
sog.	so genannte/r
SÖL	Stiftung für Ökologie & Landbau
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
t	Tonne(n)
TA	Technikfolgen-Abschätzung
Tab.	Tabelle
Ti	Tumor Inducing
TRIPS	Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
UBA	Umweltbundesamt
UNCED	United Nation Conference on Environment and Development (Konferenz der Vereinten Nationen zu Umwelt und Entwicklung)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft, Kultur und Kommunikation)
URP	Umweltrisikoprüfung
v. Chr.	vor Christus
v.a.	vor allem

vgl.	vergleiche
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WTO	Welthandelsorganisation
WWF	World Wide Fund For Nature
z.B.	zum Beispiel
zit.	zitiert
&	und
§	Paragraph

1 Einleitung

Weltweit werden bereits seit mehr als zehn Jahren gentechnisch veränderte landwirtschaftliche Kulturpflanzen kommerziell angebaut. Seit 2005 ist auch in Deutschland der Anbau erlaubt.

Obwohl die Chancen und Risiken gentechnisch veränderter Organismen in den vergangenen Jahren intensiv diskutiert und experimentell erforscht wurden, gibt es diesbezüglich noch immer sehr unterschiedliche Einschätzungen.

In der vorliegenden Arbeit sollen durch die Auswertung von Literatur sowohl die positiven als auch die negativen Effekte, die der Anbau von gentechnisch veränderten Organismen mit sich bringt, dargelegt werden. Im Mittelpunkt steht die Frage, ob der Einsatz von gentechnisch veränderten Organismen schädlichen oder nützlichen Einfluss auf Natur- und Kulturlandschaften nimmt. Da nach Meinung von Experten mit potentiellen Risiken für die Natur durch die Agrogentechnik zu rechnen ist, ergeben sich besonders für ökologisch sensible Gebiete große Herausforderungen. Exemplarisch wurde für diese Arbeit das Biosphärenreservat Rhön als ein Schutzgebiet internationalen Ranges ausgewählt. Auf Grundlage der zentralen Fragestellung soll aufgezeigt werden, welche Vor- und Nachteile durch die so genannte ‚Zukunftstechnologie‘ für das Gebiet zu erwarten sind.

In einem Schutzgebiet, wie dem Biosphärenreservat Rhön, das sich durch ökologische und kulturlandschaftliche Seltenheit, Eigenart und Repräsentativität auszeichnet, sollten naturschutzfachliche Konventionen geachtet werden. Das *Übereinkommen über die biologische Vielfalt* fordert dazu auf „Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass die gegenwärtigen Nutzungen mit der Erhaltung der biologischen Vielfalt und der nachhaltigen Nutzung ihrer Bestandteile vereinbar sind“ (Artikel 8i). Inwieweit gegen diese Verpflichtung verstoßen würde, wenn gentechnisch veränderte Organismen im Gebiet zum Einsatz kämen, soll im Rahmen dieser Arbeit erörtert werden. Wichtig ist diese Frage insofern, als dass für Biosphärenreservate bisher keine Reglementierungen existieren, die hier den Anbau von gentechnisch veränderten Organismen untersagen.

Einleitend wird das Thema Pflanzenzüchtung mit dem Schwerpunkt Agrogentechnik behandelt. Neben den theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen, die in diesem Kapitel im Mittelpunkt stehen, werden auch relevante Inhalte des

Gentechnikgesetzes aufgezeigt. Zudem werden die potentiellen Folgewirkungen und entsprechende Maßnahmen zur Reduktion von Folgewirkungen besprochen, wobei das Thema Koexistenz dabei eine zentrale Rolle spielt.

Im zweiten Teil der Arbeit erfolgt eine Vorstellung des Biosphärenreservats Rhön. Dabei werden sowohl die allgemeinen Aufgaben und Zielsetzungen von Biosphärenreservaten, als auch die speziellen Rahmenrichtlinien des Biosphärenreservats Rhön dargelegt. In diesem Kapitel werden ebenfalls die ökologischen und wirtschaftlichen Aspekte, die das Gebiet charakterisieren und für diese Arbeit von Relevanz sind, genannt.

Im daran anschließenden Kapitel werden schließlich die potentiellen Chancen und Risiken von gentechnisch veränderten Organismen im Biosphärenreservat Rhön diskutiert. Dieses Kapitel bildet den Schwerpunkt der Arbeit. Anhand der Gliederungspunkte Landwirtschaft, Gehölze, nachwachsende Rohstoffe, Tiere, Natur- und Kulturlandschaft, Wirtschaft und Gentechnikfreie Region soll eine detaillierte Nutzens- und Schadensabwägungen vorgenommen werden. Durch eine differenzierte Gegenüberstellung der Pro- und Contra-Argumente auf regionaler Betrachtungsebene soll eine Bewertung des Einsatzes von gentechnisch veränderten Organismen vorgenommen werden.

Abschließend soll die Fragestellung kritisch und zusammenfassend diskutiert werden, um letztlich eine Handlungsempfehlung für die Landnutzer im Geltungsbereich des Biosphärenreservats Rhön zu geben.

Prinzipiell sollen vor allem landschaftsökologische Fragestellungen erörtert werden, doch die Vielschichtigkeit des Themas erfordert auch interdisziplinäre Betrachtungen.

Da eine große Fülle von wissenschaftlichen Arbeiten, Untersuchungen und Stellungnahmen zum Thema vorliegt, erhebt diese Arbeit keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr sollen die wesentlichen Punkte, die bei einer Entscheidung für oder gegen den Anbau von gentechnisch veränderten Organismen essentiell sind, dargelegt werden.

Aus Gründen der Einfachheit wird in dieser Arbeit für die Benennung von Personen die männliche Form verwendet, die aber selbstverständlich auch die entsprechende weibliche Form impliziert.

2 Pflanzenzüchtung und Agrogentechnik

Aus der klassischen, seit Jahrtausenden praktizierten Pflanzenzüchtung hat sich im 20. Jahrhundert die Agrogentechnik entwickelt. Trotz der gemeinsamen Zielsetzung neue Pflanzensorten zu entwickeln, unterscheidet sich die konventionelle Pflanzenzüchtung von Züchtungsmethoden, bei denen gentechnische Verfahren zum Einsatz kommen.

2.1 Klassische Pflanzenzüchtung

Die gezielte Entwicklung von Pflanzensorten mit neuen, gewünschten Eigenschaften wird als Pflanzenzüchtung bezeichnet. Entsprechend der Gesetzmäßigkeiten der Mendelschen Vererbungsregeln beruht die Pflanzenzüchtung in ihrer klassischen Form auf der Vermischung vollständiger Genome¹ und der zufälligen Rekombination² des Erbmaterials. Dabei ist die Pflanzenzüchtung auf die Nutzung vorhandener pflanzen genetischer Ressourcen angewiesen, da neue Pflanzensorten durch Neukombination existierender Eigenschaften gewonnen werden, also aus bereits vorhandenem genetischem Material (vgl. KEMPEN & KEMPEN 2000, S. 21; vgl. MEYER et al. 1998, S. 34 f.).

2.1.1 Entwicklung und Methoden

„Vor etwa 11000 Jahren, in der ‚neolithischen Revolution‘, begann der Mensch, Pflanzen anzubauen und ihren Ertrag durch züchterische Maßnahmen zu erhöhen. Als Ergebnis einer langen Selektion entstanden die heutigen Kulturpflanzen [...]“ (SCHMID 2002, S. 162).

Die Vielfalt der Pflanzensorten wurde zunächst für die Auslese von Linien und Sorten, die so genannte Auslesezüchtung genutzt. Die zeitlich etwas später gebräuchliche Kombinations- bzw. Kreuzungszüchtung hat unmittelbar auch auf pflanzen genetische Ressourcen verschiedener und auch entfernter Florengebiete

¹ Ein Genom ist die Gesamtheit der vererbaren Nukleinsäure, bei der es sich zumeist um DNA handelt (vgl. CZIHAK et al. 1996, S. 177).

² Genetische Rekombination bezeichnet den Vorgang bei dem genetisches Material neu kombiniert wird bzw. den Austausch von Information (vgl. CZIHAK et al. 1996, S. 179).

zurückgegriffen und so die genetische Basis verbreitert (vgl. MEYER et al. 1998, S. 35). Erst seit Ende des 19. Jahrhunderts sind gezielte Eingriffe bei Kulturpflanzen möglich – etwa zeitgleich zur Entstehung der Vererbungswissenschaften, die Gregor Mendel 1866 postulierte, begann die wissenschaftliche Pflanzenzüchtung. Zu den klassischen Züchtungsmethoden zählt neben der Auslesezüchtung und der Kombinations- bzw. Kreuzungszüchtung noch die Hybridzüchtung³. Die Polyploidiezüchtung⁴ und die Mutationszüchtung⁵ erlangten bzw. erlangen in der Pflanzenzüchtung nur in Einzelfällen Bedeutung (ebd.).

2.1.2 Zuchtziele

Das Resultat der Pflanzenzüchtung ist eine Sorte – ein „angebauter Pflanzenbestand mit sortentypischen Merkmalen, die bei der Fortpflanzung beibehalten werden.“ (SCHMID 2002, S. 162). Die Zuchtziele, d.h. die neuen und gewünschten Eigenschaften, welche die entwickelte Pflanzensorte haben soll, ergeben sich aus den Ansprüchen der Landwirtschaft, der nachgelagerten Industrien und der Verbraucher. Die Zuchtziele lassen sich, wie Abbildung 1 zeigt, in drei Bereiche einteilen (vgl. MEYER et al. 1998, S. 34 f.).

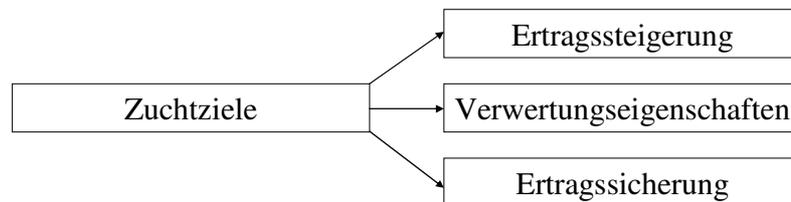


Abbildung 1: Allgemeine Zuchtziele der Pflanzenzüchtung

Quelle: Eigene Darstellung nach MEYER et al. 1998, S. 35

Jede Methode der Pflanzenzüchtung hat zum Ziel, besonders ertragreiche Pflanzen und solche mit vielfältigen Widerstandsfähigkeiten, z.B. gegen Frühfrost, trockenen Boden, kurze Sonnenperioden, krankmachende Viren und Insektenfraß

³ Bei der Hybridzüchtung werden lebende Pflanzenzellen verschiedenen Ursprungs miteinander verschmolzen, um neue Kombinationen von genetischem Material zu erhalten (vgl. MEYER et al. 1998, S. 35).

⁴ Polyploidiezüchtung ist die künstliche Chromosomenverdopplung (vgl. ebd.).

⁵ Mutationszüchtung bezeichnet eine Mutationsauslösung durch ionisierende Strahlung oder mutagene Chemikalien (vgl. ebd.).

herzustellen. Zu den Zuchtzielen gehören auch die Verleihung von Resistenzen gegen Pflanzenkrankheiten, ungünstige Standorte, den Einsatz von Herbiziden, also Unkrautvernichtungsmitteln und ebenfalls die Qualitätsverbesserung von Nutzpflanzen (vgl. REGENASS-KLOTZ 2005, S. 128 ff.). Anhang – Tabelle 1 gibt einen Überblick über die speziellen Zuchtziele der Pflanzenzüchtung, demnach sowohl der Ziele der konventionellen Pflanzenzüchtung als auch die der Agrogentechnik.

2.1.3 Probleme und Grenzen

Das Einbringen von neuem genetischem Material in eine bestimmte Pflanzensorte erfolgt wie in Kapitel 2.1.1 beschrieben traditionell durch gezielte Kreuzungen mit Pflanzen, die das gewünschte Merkmal besitzen. Das in Frage kommende Genmaterial ist somit auf kreuzbare Pflanzen der gleichen Art beschränkt und es entsteht daher ein Nachteil bei der Nutzung genetischer Ressourcen. Ein weiterer Nachteil der klassischen Pflanzenzüchtung besteht darin, dass neben den erwünschten auch eine Reihe unerwünschter genetischer Merkmale eingekreuzt werden, „[...] die sich im Leistungsspektrum der Pflanzen negativ niederschlagen können.“ (IRRGANG et al. 2000, S.15). Durch zeitaufwendige Rückkreuzungen müssen die unerwünschten, negativen Eigenschaften wieder entfernt werden, das bedeutet, dass durchschnittlich von der Primärkreuzung bis zur Vermarktung 10-15 Jahre vergehen (vgl. JANY & GREINER 1998).

Mit der Einführung der Gentechnik in die Pflanzenzüchtung ist auch die Übertragung von Genen aus nicht kreuzbaren Arten möglich geworden (s. Kap. 2.2.4) (vgl. MEYER et al. 1998, S. 35) und kann als Ergänzung zur klassischen Züchtung gesehen werden (vgl. JANY & GREINER 1998).

2.2 Biotechnologie – Schwerpunkt Agrogentechnik

2.2.1 Einführung und Begriffsdefinition

Zu der modernen Biotechnologie zählen die Zell- und Gewebekulturtechniken, die molekularbiologischen Techniken sowie die Gentechnik (s. Abb. 2).

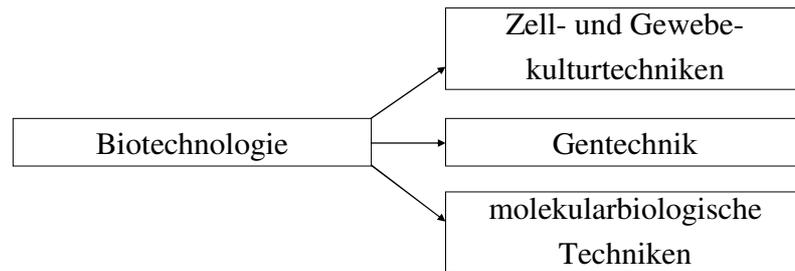


Abbildung 2: Bereiche der modernen Biotechnologie

Quelle: Eigene Darstellung nach MEYER et al. 1998, S. 36

Nach MEYER et al. sind auch die Pflanzenzüchtung und der landwirtschaftliche Anbau im weitesten Sinne zur Biotechnologie zu zählen, da sie eine gezielte Nutzung und Beeinflussung biologischer Prozesse für menschliche Zwecke darstellen (vgl. MEYER et al. 1998, S. 35 f.).

Speziell zur Gentechnik zählen alle Methoden der Vervielfältigung von Genen sowie deren gezielte Umgestaltung, Neuzusammenfügung und Übertragung in den Ursprungs- oder einen Fremdorganismus (vgl. FRIEDT et al. 1997, S. 41 ff.).

Die methodische Grundlage aller gentechnischen Experimente ist das Einbringen genetischen Materials in Form von Desoxyribonukleinsäure (DNA⁶) in einen Empfängerorganismus (s. Kap. 2.2.4). Die eingebrachte DNA unterscheidet sich dabei in ihren chemischen Grundbausteinen und -aufbau nicht von der DNA des Empfängerorganismus. Der durch gentechnische Methoden geschaffene Organismus wird als *transgener Organismus* bezeichnet. Es haben sich auch die Begriffe *genetisch modifizierter Organismus (GMO)* bzw. *genetisch modifiziert (gm)* eingebürgert. In der vorliegenden Arbeit wird der im deutschen Sprachraum geläufigste Ausdruck *gentechnisch veränderter Organismus (GVO)* verwendet und die Abkürzung *gv* steht im Folgenden für *gentechnisch verändert* (vgl. KEMPKEN & KEMPKEN 2000, S. 16; IRRGANG et al. 2000, S.12; MEYER et al. 1998, S. 37). Unabhängig von der Bezeichnung handelt es sich laut Paragraph 3, Absatz 3 des Gentechnikgesetzes (mehr dazu in Kap. 2.3) um einen Organismus,

„mit Ausnahme des Menschen, dessen genetisches Material in einer Weise verändert worden ist, wie sie unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination nicht vorkommt; gentechnisch veränderter

⁶ Im Folgenden wird Desoxyribonukleinsäure mit *DNA* gemäß der englischen Bezeichnung *Deoxyribonucleic Acid* abgekürzt (vgl. CZIHAK et al. 1996, S. 37).

Organismus ist auch ein Organismus, der durch Kreuzung oder natürliche Rekombination zwischen genetisch veränderten Organismen oder mit einem oder mehreren gentechnisch veränderten Organismus entstanden ist, sofern das genetische Material des Organismus Eigenschaften ausweist, die auf gentechnische Arbeiten zurückzuführen sind [...]“ (§3, Abs. 3, GenTG).

2.2.2 Anwendungsgebiete der Biotechnologie und Züchtungsziele der Agrogentechnik

Der Einsatz bzw. die Anwendung von GVO ist vielfältig, häufig dienen Farballelogorien zur Unterscheidung (s. Anh. – Tab. 2).

Demnach gehören zur so genannten *Roten Gentechnik* vor allem gentechnische Anwendungen im medizinischen Bereich, u.a. der Einsatz von Viren, Zellkulturen oder Bakterien zur Herstellung von Impfstoffen und Arzneimitteln. Auch in den Bereichen Diagnostik und Gentherapie kommt die Rote Gentechnik zum Einsatz. Zur *Weißten Gentechnik* zählt die industrielle Produktion von beispielsweise Waschmittelenzymen oder Vitaminen durch den Einsatz von transgenen Mikroorganismen, zur *Grauen Gentechnik* der Einsatz von GVO etwa zur Bodensanierung, Energiegewinnung, Abfall- oder Abwasserbehandlung.

Die *Grüne Gentechnik* – im Rahmen dieser Arbeit als *Agrogentechnik* bezeichnet – umfasst die Bereiche der Gentechnik, bei der es um die Nutzung gentechnischer Methoden zur Pflanzenzüchtung bzw. im Landwirtschafts- sowie im Lebensmittelsektor geht. Es kann sich dabei um Pflanzen, Lebensmittel, Futtermittel, Zutaten/Ingredienzien von Lebensmitteln, Tiere⁷ sowie Mikroorganismen in Herstellungs- und Behandlungsverfahren bei der Lebensmittelherstellung handeln, die jeweils gentechnisch verändert wurden. Demzufolge handelt es sich bei der Pflanzengentechnik um ein Teilgebiet der Agrogentechnik (vgl. CONRAD 2005, S. 81), auf die im Rahmen dieser Arbeit schwerpunktmäßig eingegangen werden soll.

Bei der Entwicklung von gv-Pflanzen werden drei Arten, so genannte *Drei Generationen* unterschieden. Jede Generation steht für spezielle Züchtungsziele.

Die erste Generation bezieht sich auf die *Input*-Eigenschaften. Damit ist die gezielte Veränderung von Pflanzen in einem oder zwei Genen gemeint, um deren Kultivierung und Ertrag, demnach die agronomischen Eigenschaften, jedoch nicht die Qualität des Endproduktes zu beeinflussen. Diese Generation verleiht Pflanzen

⁷ Biotechnologen zählen meist auch gv-Tiere zur roten Gentechnik (vgl. CONRAD 2005, S. 81).

u.a. Virus- oder Insektenresistenz (z.B. *B.t.*⁸-Maissorten) oder macht sie herbizidtolerant (z.B. *HR*⁹-Maissorten) (vgl. CONRAD 2005, S. 80 f.; vgl. STEINHOFF 2005, S. 1 f.). Die zweite Generation setzt komplexer an und zielt auf *Output*-Eigenschaften, d.h. die Veränderung bestehender oder die Einführung neuer Stoffwechselprozesse, um die Nahrungsmitelegenschaften (z.B. so genanntes *Functional Food*) zu verändern (vgl. HEASMAN & MELLENTIN 2001, S. 12). Beispiel hierfür ist der *Golden Rice*, der gemäß einer Pressemitteilung der Entwicklungsfirma *Syngenta*, „[...] ein gentechnisch verbesserter Reis [ist], welcher Beta-Carotin und andere Carotinoide, Vorstufen von Vitamin A, enthält. Dieser Reis trägt möglicherweise zur Lösung des [weltweiten] Vitamin A-Mangel-Problems bei.“ (PRESSEMITTEILUNG SYNGENTA 2001). Mit der dritten Generation wird *Molecular Farming*¹⁰ angestrebt, d.h. die Nutzung von Pflanzen als Produktionsstätte für ‚nicht-pflanzliche‘ Produkte, beispielsweise für Pharmaka oder Tierimpfstoffe (vgl. CONRAD 2005, S. 81). Von manchen Autoren werden Pflanzen, die Dürre, Salz- oder Schadstoffe tolerieren, mit zur dritten Generation gezählt (vgl. REICHENBECHER et al. 2005, S. 302).

Eine klare Trennung der Anwendungsbereiche ist allerdings nicht immer möglich, da sie sich überschneiden können, etwa wenn gv-Pflanzen nicht als Lebens- oder Futtermittel, sondern als nachwachsende Rohstoffe (*Gene Farming*) oder als Produktionsstätte für Arzneimittel oder Impfstoffe angebaut werden (vgl. CONRAD 2005, S. 82; vgl. REICHENBECHER 2005, S. 302).

Es zeigt sich, dass die meisten gentechnischen Veränderungen an Pflanzen die Zielsetzungen der konventionellen Pflanzenzüchtung (s. Kap 2.1.2 und Anh. – Tab. 1) verfolgen. Auch die Agrogentechnik zielt darauf ab, qualitativ hochwertiges Pflanzenmaterial zu züchten, das – auf den jeweiligen Anbauort abgestimmt – optimale Erträge liefert. Während zu Beginn der Forschung und Entwicklung agrartechnische und wirtschaftliche Veränderungen im Vordergrund standen, wird inzwischen auch die Veredelung von Pflanzen angestrebt, indem z.B. Blütenblattfarbe oder Inhaltsstoffe verändert werden.

⁸ *B.t.* steht für *Bacillus thuringiensis*, ein Bodenbakterium, das ein für Fraßinsekten giftiges Kristallprotein bildet. *B.t.*-Pflanzen sind insektenresistent, Fraßinsekten werden getötet (vgl. IRRGANG et al. 2000, S. 21).

⁹ *HR* steht für Herbizidresistenz. *HR*-Systeme bestehen aus einer *HR*-Pflanze und dem dazugehörigen (Komplementär-)Herbizid. Sie bilden eine Resistenz gegen ein Totalherbizid aus, so dass sie im Gegensatz zu allen anderen Pflanzen nicht absterben, wenn sie mit diesem Gift besprüht werden (vgl. REICHENBECHER et al. 2005, S. 304).

¹⁰ In der Literatur finden sich auch der auf ihren pharmazeutischen Zweck verweisende Begriff *Molecular Pharming* (vgl. CONRAD 2005, S. 81).

2.2.3 Geschichtlicher Überblick

Als Grundstein der Gentechnologie und somit auch der Agrogentechnik gilt die Entdeckung der DNA als Trägersubstanz von Genen im Jahr 1944 durch AVERY. Bereits 1953 klärten WATSON und CRICK die Doppelhelix-Struktur von DNA auf und 1961 wurde der genetische Code von BRENNER und CRICK entschlüsselt. 1973 gelang die erste Übertragung von DNA-Fragmenten in Plasmide und 1982 schließlich die erste gentechnische Veränderung an einer Pflanze, die 1986 in Belgien zur Freisetzung gebracht wurde (vgl. CONRAD 2005, S. 80; vgl. KEMPEN & KEMPEN 2000, S. 17 ff.).

Seit Beginn der Agrogentechnik wurde eine stetig wachsende Anzahl von Pflanzen nahezu aller systematischer Gruppen transformiert. Der folgende Überblick soll die bedeutendsten Entwicklungen im Bereich der Agrogentechnik aufzeigen:

1985 wurden erstmals transgene Pflanzen beschrieben, denen Resistenzen gegen ein Herbizid verliehen worden waren. Ein Jahr später gelang es, virusresistente Pflanzen zu erzeugen. Mit der Generierung insektenresistenter Tabak- und Tomatenpflanzen wurde 1987 ein weiterer Schritt in der pflanzlichen Gentechnik gemacht. 1988 gelang die Kontrolle über die Fruchtreife. Dabei wurden Tomaten modifiziert, die später zu der bekannten *FlavrSavr Tomato* führten, dem ersten kommerziell erhältlichen gv-Nahrungsmittel weltweit, das ab 1994 auf den Markt gelangte. Seit 1989 war es möglich auf die Bildung der gewünschten Genprodukte Einfluss zu nehmen. Durch diesen Fortschritt in der Agrogentechnik wurde die Möglichkeit für die Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten, aber auch für die Herstellung von Impfstoffen eröffnet. 1990 gelang es, transgene Pflanzen zu erzeugen, die männlich steril waren. Derartige Pflanzen sind für die Saatgutherstellung von Bedeutung.

Seit Anfang der 90er Jahre ist es möglich, die Kohlenhydrat- und Fettsäurezusammensetzung einer Pflanze zu modifizieren. Zudem wurde in Tollkirschen eine verbesserte Alkaloidzusammensetzung erzielt, wodurch ein Schritt hin zu Pflanzen mit maßgeschneiderter Alkaloidsynthese getan war. Solche Pflanzen können für die Gewinnung von Arzneimitteln Bedeutung erlangen. Ebenso gelang es transgene Pflanzen zu züchten, die bioabbaubaren Kunststoff synthetisieren. Schon 1999 gelang die Herstellung einer gv-Reispflanze, die sieben neue Erbanlagen trägt; diese

Generierung verdeutlicht anschaulich die rasante Entwicklung der Agrogentechnik (vgl. CONRAD 2005, S. 79 ff.; vgl. KEMPEN & KEMPEN 2000, S. 16-20).

Derzeit finden besonders viele Experimente zur Veränderung von pflanzlichen Inhaltsstoffen statt. Dabei geht es nicht nur um die Modifikation pflanzeigener Stoffe, sondern vor allem um die Synthese von Wertstoffen in transgenen Pflanzen. Beispiele sind die Veränderung von Aminosäure-, Stärke- oder Öl-Zusammensetzung, die Expression ‚pflanzenfremder‘ Stoffe wie Antikörper oder die Veränderung des Lignin-Gehalts von Gehölzen (vgl. SCHMID 2002, S. 172). Zudem finden zahlreiche Versuche statt, durch die eine Ertragssteigerung von nachwachsenden Rohstoffen erzielt werden soll. Außerdem befinden sich auch gv-Pflanzen mit erhöhter Stresstoleranz und veränderter Blütenfarbe im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium (vgl. SCHMID 2002, S. 170). Nach MENZEL et al. werden weltweit inzwischen an über 70 Kultur- und Nutzpflanzenarten gentechnische Veränderungen vorgenommen (vgl. MENZEL et al. 2005, S. 17). In Anhang – Tabelle 3 sind diese Pflanzen mit den entsprechenden gentechnischen Veränderungen aufgelistet. Bis dato sind einige gv-Pflanzen für ein Inverkehrbringen in der Europäischen Union (EU) beantragt oder genehmigt worden. Anhang – Tabelle 4 gibt einen Überblick über diese Arten und die jeweilige Wirkung der gentechnischen Veränderung.

VOGEL & POTTHOF diagnostizieren für die Zukunft eine weitere Zunahme der Forschungsaktivitäten und dementsprechend die Zunahme des Anbaus von GVO, dabei insbesondere von Pflanzen mit veränderten Output-Eigenschaften. In ca. fünf Jahren könnte nach Meinung der Autoren Molecular Farming verbreitet eingesetzt werden und auch GVO mit funktionellen Inhaltsstoffen (vgl. Kap. 2.2.2) in der EU auf den Markt kommen (vgl. VOGEL & POTTHOF 2003, S. 4). Die von MENZEL et al. angenommenen Zeithorizonte, in denen mit dem Inverkehrbringen von ‚neuen‘ gv-Pflanzen zu rechnen ist, werden in Anhang – Tabelle 5 dargestellt.

2.2.4 Transformationstechniken

Zu den Verfahrensschritten der gentechnisch unterstützten Pflanzenzucht gehören die Identifizierung und Isolierung geeigneter Gene, die gezielte Veränderung oder Neukombination von Genen, der Gentransfer und die (gegebenenfalls gezielte)

Genintegration¹¹ sowie die weitere züchterische Bearbeitung der transgenen Pflanze (vgl. FRIEDT et al. 1997, S. 41 ff.).

Bei gentechnischen Veränderungen von Pflanzen wird versucht, ausschließlich das gewünschte Genmaterial in Form eines im Reagenzglas gewonnenen DNA-Abschnittes in die pflanzlichen Zellen einzuschleusen und in das Pflanzengenom¹² einzubauen. Die Aufnahme nackter DNA durch lebende Zellen wird als *Transformation* bezeichnet, Zellen, die DNA aufgenommen haben, als *Transformanden*. Die beim gentechnischen Verfahren eingefügten Gene werden auch *Transgene* genannt (vgl. IRRGANG et al. 2000, S. 15).

Unabhängig davon, welche Methode der DNA-Übertragung zum Einsatz kommt, wird prinzipiell nur bei einem kleinen Anteil aller Pflanzenzellen die Fremd-DNA eingebaut, da diese von den meisten Zellen entweder nicht aufgenommen oder die eingeschleuste DNA mit zelleigenen Enzymen abgebaut wird. Aus diesem Grund schließt sich unmittelbar nach der Transformation eine Selektion auf transformierte Zellen an, bei der so genannte *Marker-Gene* genutzt werden, mittels derer erfolgreich transformierte Zellen mit einer leicht nachweisbaren Eigenschaft ausgestattet werden. Bei Marker-Genen handelt es sich häufig um *Antibiotikaresistenzgene*, die zur Kontrolle der Integration genutzt und an das ‚Wunschgen‘ gehängt werden. Nach der Integration werden die Zellen mit Antibiotika behandelt – nur die Zellen mit erfolgreicher Integration überleben (vgl. IRRGANG et al. 2000, S. 16 f.). Die Wahrscheinlichkeit, dass sich gleichzeitig mit dem Marker-Gen das gewünschte Gen integriert hat, ist hoch. Mit der *Polymerase-Kettenreaktion (PCR)* oder mit Hilfe von Reporter-Genen lässt sich die Integration nachweisen¹³ (vgl. IRRGANG et al. 2000, S. 18 f.). Die Verwendung von Marker-Genen ist zwar effizient, allerdings hat sie den Nachteil, dass die resultierenden transgenen Pflanzen nun zusätzlich zum ‚Wunschgen‘ ein weiteres Transgen in sich tragen. Dem Marker-Gen muss bei dem Vorsorgeprinzip (s. Kap. 2.3.6) Bedeutung beigemessen werden.

Der Einbau der Fremd-DNA geschieht an nicht vorhersagbaren Stellen des Pflanzengenoms. Daher ist es möglich, dass ein wichtiges pflanzliches Gen zerstört

¹¹ Genintegration wird auch *Introgression* genannt (vgl. TAUTZ & SCHLIEWEN 1999, S. 101).

¹² Der überwiegende Teil des pflanzlichen Erbmateriale befindet sich im Zellkern. Die DNA ist dabei in mehrere Einheiten aufgeteilt. Je nach Pflanzenart unterscheidet sich Anzahl und Größe der Chromosomen. Weitere genetische Information findet sich bei Pflanzen in speziellen Strukturen, den Mitochondrien und Plastiden. Die entsprechenden DNA-Moleküle sind deutlich kleiner als Chromosomen (vgl. IRRGANG et al. 2000, S.16; vgl. CZIHAK et al. 1996, S. 18 f. und 884).

¹³ Um Einbauort und Zahl eingebauter Genkopien zu bestimmen, werden andere molekularbiologische Verfahren angewandt, z.B. die *Southern-Blot-Hybridisierung* (vgl. SCHMID 2002, S. 168).

wird. Aus diesem Grunde werden stets mehrere transgene Pflanzen erzeugt und die gesunden Pflanzen selektiert. Der Einbauort kann nur nach der Transformation durch die PCR ermittelt werden (vgl. IRRGANG et al. 2000, S.18).

Fremd-DNA lässt sich mit verschiedenen Methoden in das pflanzliche Genom übertragen. Besonders bei zweikeimblättrigen Pflanzen wie Tomate, Tabak, Kartoffel oder Bohne ist das *Agrobacterium tumefaciens*-System die geläufigste Methodik. Zur DNA-Übertragung bei einkeimblättrigen Pflanzen, wie Mais, Reis Gerste oder Weizen wird häufig die *Biolistische Technik* genutzt (vgl. SCHMID 2002, S. 168; vgl. KEMPEN & KEMPEN 2000, S.16). Diese beiden wichtigsten Methoden, die zum Einbringen von DNA in pflanzliche Zellen zur Verfügung stehen, sollen im Folgenden kurz dargestellt werden.

2.2.4.1 *Agrobacterium tumefaciens*-System

Seit 1980 ist es möglich, in der Pflanzenzüchtung das Bodenbakterium *Agrobacterium tumefaciens* als Überträger der DNA zu verwenden. Das *Agrobacterium tumefaciens*-System (s. Abb. 3) ist nach wie vor die wohl wichtigste Technik. Es basiert auf einem in der Natur vorkommenden Prozess, bei dem sich das Bakterium an den Schadstellen verletzter Pflanzen anlegt und durch die Übertragung von DNA in das Genom der jeweiligen Pflanze einen komplizierten Prozess initiiert (vgl. IRRGANG et al. 2000, S.16; vgl. KEMPEN & KEMPEN 2000, S.16 f.).

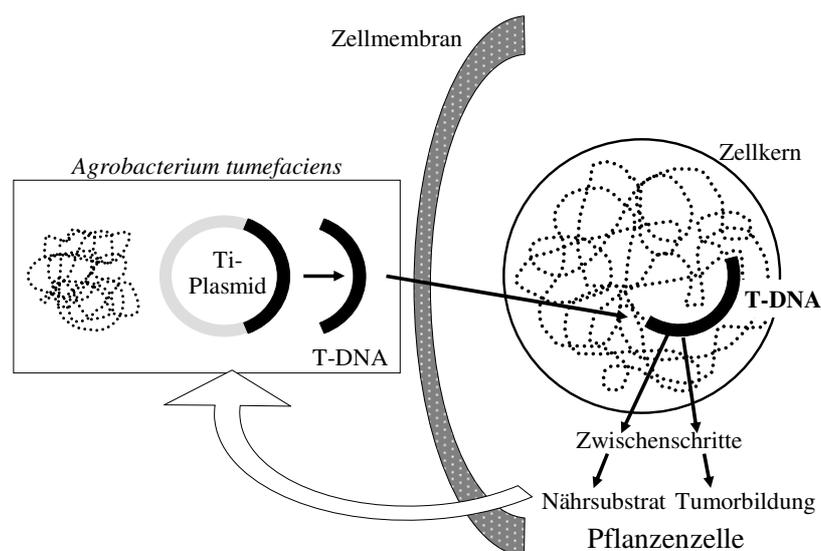


Abbildung 3: *Agrobacterium tumefaciens*-System

Quelle: Eigene Darstellung nach IRRGANG et al. 2000, S. 17

Die übertragene DNA wird T-DNA genannt und ist auf dem so genannten *Ti-Plasmid*¹⁴ lokalisiert. Verantwortlich für die Transformation sind spezifische Randsequenzen, welche die T-DNA auf dem Plasmid umgeben, während die genetischen Informationen der T-DNA beliebig austauschbar sind. Zur gentechnischen Veränderung von Pflanzen werden daher zunächst im Reagenzglas die gewünschten Gene zwischen die Randsequenzen eingebaut. Dann wird die neu zusammengesetzte DNA, auch *rekombinante DNA* genannt, in *Agrobacterium tumefaciens* eingeschleust. Abschließend werden diese transformierten Bakterien in Kontakt mit verletztem Pflanzenmaterial gebracht, so dass einige Zellen die neuen genetischen Informationen aufnehmen (vgl. IRRGANG et al. 2000, S.16 ff.; vgl. REGENASS-KLOTZ 2005, S. 52 ff.).

Die transformierten Pflanzenzellen können nun – abhängig von der jeweiligen Art mit sehr unterschiedlicher Effizienz – zur Generierung vollständiger transgener Pflanzen verwendet werden (vgl. IRRGANG et al. 2000, S.18).

Die Herstellung transgener Pflanzen mit Hilfe von *Agrobacterium tumefaciens* lässt sich bisher nicht bei allen Pflanzen erfolgreich einsetzen. Besonders bei vielen einkeimblättrigen Pflanzen, die häufig wichtige Kulturpflanzen sind, funktioniert die Methode nicht (vgl. SCHMID 2002, S. 168).

2.2.4.2 Biolistische Technik

Alternativ zum *Agrobacterium tumefaciens*-System wird seit 1987 die *biolistische Technik* verwendet, mit der die Transformation einkeimblättriger Pflanzen möglich wurde (vgl. KEMPEN & KEMPEN 2000, S. 89).

Bei dieser Methode wird das ‚Wunschgen‘ in Form isolierter DNA an mikroskopisch kleine Wolfram- oder Goldpartikel gekoppelt und unter hohem Druck in pflanzliche Zellen ‚geschossen‘.

Die Apparatur, die vereinfacht in Abbildung 4 dargestellt ist, bzw. die entsprechende biolistische Methodik wird daher auch als *Gen-Kanone* bezeichnet. Aus erfolgreich transformierten Zellen lassen sich schließlich vollständige transgene Pflanzen regenerieren.

¹⁴ Die Abkürzung *Ti* steht für *Tumor Inducing*; der Begriff *Plasmid* bezeichnet ringförmige DNA (vgl. CZIHAK et al. 1996, S. 399).

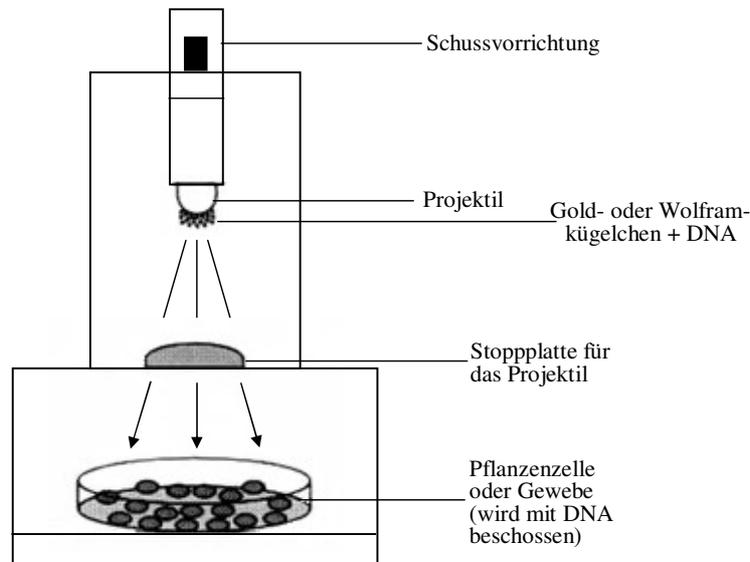


Abbildung 4: Biolistischer Gentransfer (Gen-Kanone)

Quelle: Eigene Darstellung nach REGENASS-KLOTZ 2005, S. 55

Von besonderem Interesse – unabhängig von der Pflanzenart – ist das biolistische Verfahren dann, wenn die Fremd-DNA nicht in die chromosomale DNA der Pflanze, sondern in die DNA von Chloroplasten¹⁵ eingebaut werden soll (vgl. KEMPEN & KEMPEN 2000, S. 89 f.).

2.2.5 Anbaupraxis von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen

Genauso rapide wie die Entwicklung der Agrogentechnik auf Forschungsebene voranschreitet (vgl. Kap. 2.2.3), entwickelt sich die entsprechende Anbaupraxis der gv-Pflanzen. Besonders in den USA sind viele gv-Pflanzen zugelassen und werden großflächig angebaut. Doch auch in Europa nehmen GVO einen immer größeren Anteil bei der Produktion von landwirtschaftlichen Erzeugnissen ein. In den beiden folgenden Abschnitten wird die Anbaupraxis sowohl global als auch auf EU-Ebene bzw. für Deutschland dargestellt. Dabei muss zwischen experimenteller Freisetzung (zu Versuchszwecken) und so genanntem *Inverkehrbringen* (dem kommerziellen Anbau) unterschieden werden (vgl. Kap. 2.3.1.2 und 2.3.1.3).

¹⁵ Chloroplasten sind spezielle Formen der Plastide, die für die Photosynthese zuständig sind (vgl. CZIHAK et al. 1996, S. 114).

2.2.5.1 Anbau von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen weltweit

Im Jahr 1986 wurden GVO erstmals experimentell freigesetzt, 1996 fand der erste kommerzielle Anbau auf 1,7 Mio. ha in insgesamt sechs Ländern statt. 1998 waren weltweit bereits 48 transgene Pflanzen bzw. deren Produkte zugelassen. Allein in den USA wurden 2002 auf ca. 20 Mio. ha schon mehr als 34 verschiedene transgene Nutzpflanzen angebaut – dazu gehören Baumwolle, Kartoffeln, Mais, Raps, Soja und Tomate (vgl. JAMES 2005, S. 3; vgl. KEMPKEN & KEMPKEN 2000, S. 20; vgl. REICHENBECHER et al. 2005, S. 302).

Im Jahr 2005 betrug die weltweite Anbaufläche von GVO nach Angaben des *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA)*¹⁶ etwa 90 Mio. ha – das sind 11% mehr als noch im Jahr 2004. Die größten Anbauflächen befinden sich in den USA, Argentinien und Brasilien (zusammen insgesamt 76,3%). Der Anbau von GVO fand 2005 laut ISAAA in 21 Ländern der Welt statt – insgesamt haben ca. 8,5 Mio. Landwirte gv-Saatgut eingesetzt. Bei den angebauten Kulturen überwog (HR-)Soja mit 60% der gesamten Anbaufläche vor Mais (23%), Baumwolle (11%) und Raps (6%) (vgl. JAMES 2005, S. 3).

Der Anbau von gv-Pflanzen bezieht sich vor allem auf GVO der ersten Generation¹⁷. Pflanzen mit veränderten Inhaltsstoffen (GVO der zweiten Generation) oder Pflanzen, die eine Toleranz gegenüber Dürre, Salz oder Schadstoffen aufweisen (GVO der dritten Generation), sind bis dato nicht marktreif. Eine Ausnahme ist der Anbau stärkeveränderter Kartoffeln (vgl. JAMES 2005, S. 4 f.; vgl. REICHENBECHER et al. 2005, S. 302 ff.).

Seit dem ersten kommerziellen Anbau im Jahr 1996 ist die globale Anbaufläche von GVO um mehr als das Fünzigfache angewachsen (vgl. JAMES 2005, S. 3). Die Zahlen verdeutlichen den weltweit anhaltenden Wachstumstrend von GVO im Agrarsektor (s. Anh. – Abb. 1).

¹⁶ Die ISAAA ist eine international tätige NGO und die einzige Instanz weltweit, die jährlich die globalen Zahlen zum Anbau von GVO veröffentlicht. Unter anderem bezweifelt das Öko-Institut Freiburg die Stichhaltigkeit und den Wahrheitsgehalt der Aussagen der ISAAA. Im Rahmen dieser Arbeit kann jedoch nicht ausführlich auf diese Problematik eingegangen werden.

¹⁷ Zur Definition von erster, zweiter und dritter Generation von GVO vgl. Kapitel 2.2.2

2.2.5.2 Anbau von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen in der EU und speziell in Deutschland

Zwischen 1990 und 2005 gab es in der EU etwa 18.800 experimentelle Freisetzungen von GVO (s. Anh. – Tab. 6), wobei es sich hauptsächlich um Kulturpflanzen handelte: 29% der Anträge bezogen sich auf Mais, 19% auf Raps, 15% auf Zuckerrüben, 12% auf Kartoffeln, 4% auf Tomaten. Prozentwerte zwischen 1 und 4 betrafen unter anderem Tabak, Chicorée, Weizen, Gerste, Baumwolle oder Sojabohnen (s. Anh. – Abb. 2) (vgl. BBA 2006).

Insgesamt sind sieben gv-Pflanzenarten EU-weit bereits für den kommerziellen Anbau (Inverkehrbringen) genehmigt worden. Gemäß der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG werden die Pflanzen in einem EU-weiten Genehmigungsverfahren für alle Mitgliedstaaten zugelassen (vgl. Kap. 2.3 und Anh. – Tab. 4).

Im Zeitraum zwischen 1998 und 2003 wurden in der EU keine GVO zum Inverkehrbringen zugelassen, da ein *De-facto-Moratorium*¹⁸ bestand. 2003, nach Inkraft-Treten der neuen Freisetzungsrichtlinie wurden die Genehmigungsverfahren für Altanträge wieder aufgenommen und neue Anträge gestellt. Derzeit sind verschiedene Anträge in der Bearbeitung. Die Anträge beziehen sich auf B.t.- und/oder HR-Maissorten, männlich sterilen HR-Raps, Kartoffeln mit veränderter Stärkezusammensetzung, HR-Reis und auf B.t.- und/oder HR-Baumwolle (vgl. REICHENBECHER et al. 2005, S. 303). „Einige dieser Anträge erstrecken sich nur auf Import und Verarbeitung der GVO, andere schließen auch den Anbau ein. Tendenziell nehmen Anträge für GVO mit Mehrfachveränderungen¹⁹ zu.“ (Ebd.).

In Deutschland fanden während der Jahre 1990 bis 2005 knapp 3.300 experimentelle Freisetzungen statt (s. Anh. – Abb. 3), der Anbau von gv-Raps liegt dabei vor gv-Zuckerrüben, gv-Mais und gv-Kartoffeln. Darüber hinaus fanden Freisetzungen von gv-Nachtschattengewächsen, gv-Tabak, gv-Erbse, gv-Soja, gv-Petunie und gv-Weizen statt (s. Anh. – Tab. 7) (vgl. BBA 2006; vgl. REWITZ & REWITZ 2005). Seit April 2006 findet eine erste Freisetzung von gv-Gerste im Rahmen eines Projekts der Universität Gießen statt. Auf knapp 10 m² wird

¹⁸ Das De-facto-Moratorium war eine Vereinbarung der EU-Mitgliedstaaten, gv-Pflanzen weder zu kommerziellen Zwecken zuzulassen noch auszusäen. Lediglich Mais der Linie *Mon 810* war seit 1998 in Spanien und Frankreich zugelassen, da nach Ansicht der EU-Kommission mit keiner Gefahr für Mensch und Umwelt zu rechnen war.

¹⁹ In die Pflanzen wurden mehrere Gene, die unterschiedliche Eigenschaften vermitteln, eingefügt.

untersucht, ob die Aussaat nützlichen Bodenorganismen schadet (vgl. PRESSEMITTEILUNG SPIEGEL 2006).

Für Deutschland gilt das Jahr 2005 als erstes ‚echtes‘ Anbaujahr für die kommerzielle Nutzung von gv-Mais. Auf rund 350 ha wurde B.t.-Mais namens *MON 810* angebaut (TRANSGEN 2006a). Im Jahr 2006 haben die Anbauflächen, wie aus Anhang – Abbildung 4 ersichtlich wird, zugenommen: Auf ca. 1.000 ha wird gv-Maissaatgut ausgebracht. Außer gv-Mais sind in Deutschland bisher keine weiteren GVO zum Inverkehrbringen zugelassen.

Im *Standortregister* des BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL) sind alle Flächen verzeichnet, auf denen GVO in Deutschland angebaut werden bzw. in absehbarer Zeit angebaut werden sollen. Dieses Verzeichnis ist über den Internetauftritt des BVL öffentlich zugänglich. Darin sind sowohl die Flächen des kommerziellen Anbaus, als auch die Flächen, die Forschungszwecken dienen, einsehbar. Beispielfhaft zeigt Anhang – Tabelle 8 eine Übersicht aus dem Standortregister für das Jahr 2006. Die Grundlage für die Angabe der Standorte ist das Gentechnikgesetz (vgl. Kap. 2.3). Neben dem genauen Standort sind auch die gentechnisch veränderten Eigenschaften und spezifischen Erkennungsmarker einsehbar.

2.2.6 Spezielle Bereiche der Agrogentechnik

Im Folgenden sollen die Bereiche gv-Gehölze, gentechnisch veränderte nachwachsende Rohstoffe und gv-Futter- und gv-Lebensmittel betrachtet werden. Klare Abgrenzungen sowohl innerhalb dieser Bereiche, als auch zu den gv-Kulturpflanzen können nicht immer vorgenommen werden, da sich per Definition u.U. Überschneidungen ergeben: Beispielsweise können Pappeln nicht nur dem Bereich der Gehölze, sondern ebenfalls den nachwachsenden Rohstoffen zugeordnet werden.

2.2.6.1 Gentechnische Veränderungen bei Gehölzen

Das Hauptziel der gentechnischen (Forst-)Gehölzzüchtung ist die Regulation von Wachstum und Entwicklung. Konkret werden eine verbesserte Bewurzelung von Stecklingen oder In-vitro-Sprossen, die Erzeugung von Sterilität und ein erhöhtes Wachstum, also die Steigerung der Holzmasse angestrebt. Ebenfalls soll durch eine

Erhöhung der Cellulosesynthese die Produktqualität verbessert werden. Weitere Ziele sind die Verringerung und/oder Veränderung der Ligninzusammensetzung²⁰ und die Erzeugung von Resistenzen gegen Pathogene²¹ und Schädlinge; hierbei geht es um Insekten-, Bakterien- und Pilzresistenzen (diese sind besonders bei Obstgehölzen von Relevanz) sowie um Herbizidresistenzen. Außerdem sollen die Forstgehölze eine Toleranz gegenüber abiotischen Stressfaktoren (Hitze, Trockenheit, Salz, Frost, Ozon) besitzen und/oder durch die Aufnahme von Schwermetallen zur Bodensanierung²² dienen (vgl. FÜTTERER 2005; vgl. KONNERT 2005; vgl. ZOGLAUER et al. 1999, S. 14 f.).

Seit Ende der 80er Jahre befinden sich zahlreiche Gehölzarten im Stadium von Feldversuchen und dies in fast allen Regionen der Erde. Tabelle 1 gibt einen kurzen Überblick über die Anzahl der bisher durchgeführten Feldversuche (Freisetzungen) von transgenen Bäumen in der EU und den USA.

Tabelle 1: Anzahl der Freisetzungen von gv-Bäumen

Stand: Dezember 2005

Quelle: Eigene Darstellung nach SINEMUS et al. 2006a

Baumart	EU	USA
Pappel	18	106
Kiefer	2	2
Fichte	2	2
Birke	4	0
Eukalyptus	4	34

Weltweit werden derzeit ‚nur‘ zwei gv-Baumarten kommerziell angebaut. Zum einen handelt es sich um Papayas, die gegen einen Pflanzenvirus resistent gemacht wurden. Entsprechende Anbaugelände befinden sich u.a. auf Hawaii. Die zweite kommerziell genutzte gv-Baumart sind Pappeln, die Insektenresistenz aufweisen. Von ihnen sind nach Schätzungen allein in China bisher etwa 1,4 Mio. Stück gepflanzt worden. Anbauversuche von gv-Eukalyptus und besonders von gv-Kiefern

²⁰ Gentechnische Arbeiten an der Ligninzusammensetzung sollen zu einer Erleichterung bei der Papierproduktion in Zellstoffwerken führen (vgl. FÜTTERER 2005).

²¹ Pathogen bezeichnet die Eigenschaft eines Lebewesens, als Krankheitserreger zu fungieren.

²² Bei der Sanierung von belasteten Böden durch Bäume, wird die Fähigkeit der Bäume genutzt, Schwermetalle aufzunehmen und in ihren Blättern einzulagern (vgl. ebd.).

sind ebenfalls weit gediehen; ab 2008 sollen B.t.-Kiefern in Chile kommerziell angebaut werden (vgl. FÜTTERER 2005).

Das UMWELTBUNDESAMT (UBA) hat im Zusammenwirken mit weiteren wissenschaftlichen Stellen beispielhaft 15 Gehölzarten ausgewählt (s. Anh. – Tab. 9), die für Deutschland bzw. Mitteleuropa als freisetzungrelevant gelten können, d.h. die konkret in gentechnische Forschungsarbeiten einbezogen sind und die zugleich in Mitteleuropa eine wirtschaftliche Bedeutung haben (vgl. ZOGLAUER et al. 1999, S. 14 f.). Aus der Tabelle im Anhang wird ersichtlich, dass sich die Gentechnik im Gehölzsektor neben der Forstgehölzzüchtung auch auf die Bereiche Obst- und Ziergehölzzüchtung bezieht. Ziergehölzen wird insbesondere eine Toleranz gegenüber abiotischen Stressfaktoren verliehen. Zudem wird die Veränderung von Wuchsformen und Blütenfarben angestrebt (vgl. STEINHÄUSER 1999, S. 5). In Deutschland finden seit 1999 Freisetzungen von gv-Gehölzen statt. Es handelt sich dabei um gv-Apfelsorten, gv-Pappeln und gv-Weinreben (vgl. POTTHOF 2005).

Nach Meinung vieler Experten wird es in absehbarer Zeit nicht zu einem kommerziellen Anbau von transgenen Bäumen in der klassischen Forstwirtschaft kommen. Allerdings ist mit dem Anbau von gv-Bäumen in Plantagenkulturen, insbesondere zur Produktion von Spezialhölzern und als nachwachsender Rohstoff zu rechnen (vgl. KONNERT 2005).

2.2.6.2 Gentechnische Veränderungen bei nachwachsenden Rohstoffen

Gemäß der Definition des BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMELV) sind „Nachwachsende Rohstoffe [...] land- und forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die einer Verwendung im Nichtnahrungsbereich zugeführt werden.“ (BMELV 2005). Verwendungszwecke dieser Rohstoffe aus der Natur können die industrielle Weiterverarbeitung (stoffliche Nutzung), aber auch die Erzeugung von Wärme, Strom und Treibstoffen (energetische Nutzung) sein. Zu den nachwachsenden Rohstoffen gehören einerseits schnellwachsende Baumarten oder spezielle einjährige Energiepflanzen und andererseits hochertragreiche zucker- und stärkehaltige Ackerfrüchte wie z.B. Ölfrüchte für den Einsatz im Treibstoffsektor (vgl. BMU 2002, S. 110). Insgesamt erlangen nachwachsende Rohstoffe eine immer größere Bedeutung, da die Pflanzen durch moderne Züchtungsmethoden so optimiert werden können, dass sie unter

wirtschaftlichen Aspekten rentabler sind bzw. werden. Pflanzen, die als nachwachsender Rohstofflieferant konkurrenzfähig sein sollen, enthalten große Mengen an begehrten Inhaltsstoffen und diese in möglichst reiner Form. In natürlicher Form existieren Pflanzen mit diesen Eigenschaften nicht. Daher werden durch gezielte Stoffwechselveränderungen auf Grundlage gentechnischer Verfahren Pflanzen so verändert, dass ihre Quantität und Qualität exakt den Ansprüchen der wirtschaftlich optimalen Nutzbarkeit genügen (vgl. MINOL & SINEMUS 2005, S. 40).

Derzeit werden insbesondere gezielte Veränderungen der Ölqualität diverser Ölfrüchte (vor allem Raps und Sojabohnen), die Erzeugung von besonderen Stärkequalitäten bei Kartoffeln und die Produktion von Bioplastik in Pflanzen durch gentechnische Veränderungen vorangetrieben (ebd.). Raps und Soja, die als nachwachsende Rohstoffe genutzt werden können, finden in Kapitel 2.2.5 Erwähnung, die im Holzsektor angewandten gentechnischen Verfahren zur Senkung des Ligningehaltes in Kapitel 2.2.6.1.

Zulassungen und Freisetzungen von gentechnisch veränderten nachwachsenden Rohstoffen finden bereits seit 1994 nahezu weltweit statt; beispielsweise wurde im Jahr 2000 in den USA auf 70.000 ha so genannter *Laurinsäure-Raps*²³ angebaut. Relativ viele Freisetzungsversuche von gv-Bäumen fanden von 1995 bis 1999 in Frankreich und Großbritannien statt (vgl. MINOL & SINEMUS 2005, S. 44). Auch in Deutschland werden seit mehreren Jahren – vermehrt seit 2004 – entsprechende Anbauversuche mit gentechnisch veränderten nachwachsenden Rohstoffen, u.a. mit Kartoffeln, deren Stärkezusammensetzung gentechnisch verändert ist, durchgeführt (vgl. REICHENBECHER 2005, S. 303).

2.2.6.3 Gentechnische Veränderungen von Futter- und Lebensmitteln

In den letzten Jahren werden bei der Herstellung von Futtermitteln vermehrt transgene Pflanzen eingesetzt. Diese gv-Futterpflanzen bilden z.B. das Enzym *Phytase*, welches „Phosphor-Zucker-Verbindungen in der Nahrung spaltet, so dass der frei werdende Phosphor verwertet werden kann. Samen solcher Futterpflanzen können gemahlen und dem Tierfutter beigemischt werden.“ (UBA 2000). Durch dieses Verfahren kann die Verfügbarkeit von Phytat-Phosphor aus Pflanzen für

²³ Laurinsäure wird in der Industrie zur Herstellung von Detergenzien verwendet, die in konventionellem Raps so gut wie nicht vorkommt (vgl. MINOL & SINEMUS 2005, S. 44).

Monogastrier erhöht und dadurch die Zugabe anorganischen Phosphats zum Futter reduziert werden (vgl. ebd.).

Doch nicht nur spezifisch veränderte gv-Futterpflanzen spielen auf dem Futtermittelmarkt eine Rolle. Nach Angaben der ARBEITSGEMEINSCHAFT BÄUERLICHE LANDWIRTSCHAFT e.V. (ABL) wird ca. 80% des nach Deutschland importierten Sojaschrots als Eiweißfutter in der Tierhaltung eingesetzt. Deutschland importiert Soja aus Brasilien, Argentinien und den USA. Sojaschrott, das aus den beiden letztgenannten Ländern stammt, ist größtenteils gentechnisch verändert (vgl. ABL 2005). Der Zukauf von Futtermitteln lag in Deutschland im Jahr 2004 insgesamt bei 20 Mio. t (vgl. THEN 2004a), dementsprechend groß war die Verfütterung von gv-Futtermitteln. Hinzu kommen die vor Ort produzierten Futtermittel, die u.U. ebenfalls gentechnisch verändert sind.

Lebensmittel wie unverarbeitetes gv-Obst und gv-Gemüse – z.B. gv-Kartoffeln, gv-Tomaten oder gv-Äpfel – sind als Lebensmittel in der EU noch nicht zugelassen. Allerdings dürfen zahlreiche Verarbeitungsprodukte, die sich aus gv-Pflanzen herstellen lassen, verwendet werden. Hierzu gehören im Lebensmittelbereich Sojaprodukte, Rapsöle, Maisprodukte oder Baumwollsamenseöle. Ebenfalls dürfen Zusatzstoffe (wie Glutamat, Vitamin B2 etc.), die aus gv-Pflanzen extrahiert werden, in Lebensmitteln enthalten sein (vgl. JANY & KIENER 2005, S. 7 f.).

Die gesetzlichen Regelungen und Bestimmungen zu gv-Futter- und Lebensmitteln werden in den Kapiteln 2.3 und 2.3.3 besprochen.

2.3 Rechtliche Grundlagen zur (Agro-)Gentechnik auf EU-Ebene, außerhalb der EU und auf nationaler Ebene

Die Entwicklung von GVO sowie der Umgang mit ihnen und mit Produkten, die aus GVO bestehen, diese enthalten oder aus ihnen hergestellt worden sind, sind auf verschiedenen Gesetzesebenen rechtlich geregelt.

Auf EU-Ebene gibt es rechtlich verbindliche Handlungsinstrumente in Form von Richtlinien, Verordnungen und Entscheidungen. Darüber hinaus können die Organe der EU zum Thema Gentechnik Empfehlungen aussprechen und Stellungnahmen abgeben.

EU-Richtlinien setzen einen EU-weit gültigen rechtlichen Rahmen. Sie müssen in den einzelnen EU-Mitgliedstaaten in nationales Recht umgesetzt werden. So wurden

z.B. die Richtlinien 2001/18/EG (Freisetzungsrichtlinie) und 98/81/EG (Anwendung von gv-Mikroorganismen) durch das GenTG in deutsches Recht umgesetzt.

EU-Verordnungen gelten unmittelbar in den EU-Mitgliedstaaten. Eine Umsetzung in nationales Recht ist nicht erforderlich. Es ist jedoch möglich, dass auf Grund einer EU-Verordnung weitere nationale Regelungen erlassen werden müssen. Demzufolge ergeben sich beispielsweise Aufgaben aus der EU-Verordnung 1829/2003/EG (zu gv-Futter- und Lebensmitteln), die in Deutschland per Gesetz dem BVL zugewiesen wurden. So ist das Inverkehrbringen von gv-Lebens- und gv-Futtermitteln (vgl. Kap. 2.2.6.3), die aus GVO hergestellt sind oder solche enthalten, EU-weit geregelt. Bei Genehmigungsverfahren nach dieser Verordnung erfolgt die Sicherheitsbewertung der Lebens- bzw. Futtermittel durch die EUROPÄISCHE BEHÖRDE FÜR LEBENSMITTELSICHERHEIT, EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA) und die Entscheidung durch die EU-Kommission. Das BVL ist die in Deutschland zuständige Behörde für die Einhaltung und Überwachung der EU-Verordnung für gv-Lebens- und gv-Futtermittel und zudem am Prozess der Sicherheitsbewertung bei der EFSA beteiligt (vgl. BVL 2006a).

EU-Empfehlungen und Stellungnahmen sind mangels Verbindlichkeit keine Rechtssetzungsakte. Sie bieten jedoch häufig EU-weit abgestimmte Hilfen für die Auslegung und Anwendung von europäischen rechtlichen Regelungen.

Auf internationaler Ebene außerhalb der EU werden die zwischenstaatlichen Beziehungen verbindlich durch internationale Verträge und Abkommen geregelt. Zum grenzüberschreitenden Verkehr von GVO wurde unter dem Dach der *Konvention über die biologische Vielfalt* das *Cartagena Protokoll zur biologischen Sicherheit* vereinbart. Es enthält Regelungen zu Verfahren des Im- und Exports von GVO zwischen den Vertragstaaten, d.h. für den Export von GVO aus der EU in Drittstaaten. Ein wichtiges Instrument zum internationalen Informationsaustausch ist das im Cartagena Protokoll vorgesehene *Biosafety Clearing House*, dessen nationale Kontaktstelle das BVL ist (ebd.).

2.3.1 Das deutsche Gentechnikgesetz

Nationale Gesetze und Verordnungen gelten in den Staaten, in denen sie erlassen wurden. Jeglicher Umgang mit GVO ist in Deutschland umfassend durch das

deutsche GenTG geregelt, das im Februar 2005 in Kraft trat²⁴. Darin wird die EU-Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG in nationales Recht umgesetzt. Gemäß Paragraph 1 des GenTG ist der Zweck des Gesetzes

„unter Berücksichtigung ethischer Werte, Leben und Gesundheit von Menschen, die Umwelt in ihrem Wirkungsgefüge, Tiere, Pflanzen und Sachgüter vor schädlichen Auswirkungen gentechnischer Verfahren und Produkte zu schützen und Vorsorge gegen das Entstehen solcher Gefahren zu treffen.“ (§1, GenTG).

In Paragraph 2 des GenTG werden drei Anwendungsbereiche von GVO unterschieden, die im Folgenden beschrieben werden. Es handelt sich dabei um gentechnische Anlagen bzw. gentechnische Arbeiten, die Freisetzung von GVO und das Inverkehrbringen von Produkten, die GVO enthalten oder aus solchen bestehen.

2.3.1.1 Gentechnische Arbeiten und gentechnische Anlagen

Gentechnische Arbeiten umfassen den Umgang mit GVO in geschlossenen Anlagen, die als gentechnische Anlagen angemeldet bzw. genehmigt sein müssen. Gentechnische Anlagen können Laboratorien, Produktionsanlagen, Tierställe und Gewächshäuser sein. Gentechnische Anlagen und gentechnische Arbeiten bedürfen der Genehmigung bzw. Zustimmung durch die zuständigen Landesbehörden. Die beim BVL eingerichtete *Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit* (s. Kap. 2.3.5) ist an der Sicherheitsbewertung der gentechnischen Arbeiten beteiligt.

2.3.1.2 Freisetzungen

Freisetzungen sind zeitlich und räumlich begrenzte Freilandversuche mit GVO. Sie werden typischerweise mit gv-Pflanzen durchgeführt, die zunächst in gentechnischen Anlagen hergestellt wurden und im Freilandversuch hinsichtlich ihrer Eigenschaften überprüft werden. Durch verschiedene Maßnahmen wird dabei die zeitliche und räumliche Begrenzung des Freilandversuches sichergestellt.

Teil 3 des GenTG regelt gemäß der EU-Richtlinie 2001/18/EG die Freisetzung von GVO. Wer GVO freisetzen möchte, muss einen entsprechenden Zulassungs-

²⁴ Grundlage dieses Kapitels ist – sofern nicht anderweitig gekennzeichnet – das Gesetz zur Regelung der Gentechnik („Gentechnikgesetz“, kurz GenTG) vom 16.12.1993, zuletzt geändert am 21.12.2004.

antrag stellen, der sich an die zuständige Bundesoberbehörde richtet. Neben personenbezogenen Angaben muss dieser Antrag „die Beschreibung des Freisetzungsvorhabens hinsichtlich seines Zweckes und Standortes, des Zeitpunktes und des Zeitraumes“ (§15, Abs. 1.2, GenTG) enthalten. Wegen der länderübergreifenden Bedeutung solcher Freisetzungen ist eine obere Bundesbehörde (das BVL) für Genehmigungen zuständig. Für Freisetzungsvorhaben relevante Ausführungen befinden sich in diversen Regelwerken, u.a. im GenTG selbst, in der Verordnung über Aufzeichnungen bei gentechnischen Arbeiten zu Forschungszwecken oder zu gewerblichen Zwecken etc. (vgl. BVL 2006a). Die Mitgliedsstaaten müssen öffentliche Register anlegen, in denen die Orte der genehmigten Freisetzungsversuche verzeichnet sind (vgl. Kap. 2.2.5.2).

2.3.1.3 Inverkehrbringen

Das Inverkehrbringen von GVO oder Produkten, die GVO enthalten,

„bezieht sich auf die Abgabe von GVO an Dritte und das Verbringen von GVO in den Geltungsbereich des GenTG, soweit diese nicht für gentechnische Arbeiten in gentechnische Anlagen oder genehmigte Freisetzungen bestimmt sind.“ (BVL 2006a).

Mit Inverkehrbringen ist demnach die kommerzielle Verwendung von GVO gemeint. Auch für das Inverkehrbringen von GVO gemäß GenTG bedarf es einer Genehmigung. Es bedarf allerdings keiner Genehmigung, wenn sich der GVO-Anteil des in Verkehr zu bringenden Erzeugnisses auf weniger als 0,5% des Erzeugnisses beläuft bzw. „[...] das Vorhandensein des gentechnisch veränderten Organismus zufällig oder technisch nicht zu vermeiden ist [...]“ (§2a, Abs. 1, GenTG).

Die Genehmigungen zum Inverkehrbringen haben – anders als bei Freisetzungen – EU-weite Geltung. D.h. auch, dass bei den Genehmigungsverfahren die zuständigen Behörden aller EU-Mitgliedsländer beteiligt werden. Die Genehmigungen sind auf zehn Jahre beschränkt. Neben der Umweltverträglichkeit wird gemäß der Verordnung 1829/2003/EG über gv-Lebens- und gv-Futtermittel die Sicherheit der aus den GVO erzeugten Produkte bewertet. Für Deutschland obliegen diese Aufgaben dem BVL bzw. der EFSA. Der Antragsteller muss nachweisen, dass die Nutzung des GVO keine schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt und die Gesundheit von Mensch und Tier hat. Er ist zudem verpflichtet, während des Anbaus

auf mögliche Beeinträchtigungen zu achten. In Deutschland wurde die Richtlinie mit dem GenTG in nationales Recht umgesetzt.

2.3.2 Umweltrisikoprüfung und Monitoring

Um Natur und Landschaft vor den Risiken des Einsatzes von GVO zu schützen, ist gemäß der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG eine Umweltverträglichkeitsprüfung, hier als *Umweltrisikoprüfung (URP)*²⁵ bezeichnet, durchzuführen. Dazu werden die Merkmale des GVO, die eventuell auftretende schädliche Auswirkungen und das resultierende Risiko für Mensch und Umwelt ermittelt und bewertet.

In Anhang II der Freisetzungsrichtlinie wird zwischen direkten oder unmittelbaren, indirekten (durch eine Ereigniskette vermittelt) und späteren (nach der Freisetzung auftretende) Auswirkungen unterschieden, die eine URP berücksichtigen soll. Demnach sieht die Richtlinie auch vor, „zu untersuchen, welche kumulativen und langfristigen Auswirkungen die großflächige Anwendung von GVO [...] haben kann.“ (REICHENBECHER et al. 2005, S. 304). Dabei geht es um die Betrachtung der Folgen

- auf Flora und Fauna,
- auf die Bodenfruchtbarkeit,
- des Abbaus organischer Stoffe im Boden,
- auf die Nahrungsmittel,
- auf die biologische Vielfalt,
- auf die Gesundheit von Tieren oder
- auf die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen

(vgl. REICHENBECHER et al. 2005, S. 304).

Die URP wird, so wie es per Gesetz für die EU festgeschrieben ist, (einzelfallbezogen) vom Antragsteller selbst durchgeführt. Der Antragsteller, auch *Genehmigungsinhaber* genannt, ist in der Regel eine Firma. Anschließend wird die URP von der zuständigen Behörde, dem BVL, geprüft. Zu den Grundsätzen der URP gehört insgesamt die Beachtung des Vorsorgeprinzips (s. Kap. 2.3.6). Wie in Anhang – Abbildung 5 dargestellt, ist sowohl während des Zulassungsverfahrens, als auch

²⁵ Die deutsche Textfassung der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG verwendet den Begriff „Umweltverträglichkeitsprüfung“. Da dieser Begriff bereits durch das Gesetz der Umweltverträglichkeitsprüfung belegt ist, wird er hier durch „Umweltrisikoprüfung“ ersetzt.

nach der Zulassung, die Prüfung von Risiken für Natur und Umwelt durch GVO durchzuführen.

Das BVL ist im Rahmen der URP berechtigt, bei eventuell beobachteten schädlichen Auswirkungen besondere Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen. Das BVL kann auch Verfahren einleiten, die den Einsatz und/oder Verkauf eines GVO als Produkt oder in einem Produkt in Deutschland vorübergehend einschränken oder verbieten, wenn eine Gefahr für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt wahrscheinlich ist (vgl. §6, GenTG; vgl. REICHENBECHER et al. 2005, S. 303). In diesem Zusammenhang ist auch das Standortregister erwähnenswert, da es sowohl als ein wichtiges Instrument der URP und des Monitorings, als auch zur Nutzung für die Sicherung der Koexistenz (s. Kap. 2.4.5) von Relevanz ist.

2.3.3 Kennzeichnungspflicht

Zur Kennzeichnung von Lebens- und Futtermitteln trat im April 2004 die EU-Verordnung 1829/2003/EG in Kraft, die die Zulassung, Kennzeichnung und Rückverfolgung von GVO in Lebens- und Futtermitteln regelt. Danach sind alle direkten Anwendungen von GVO im Verlauf der Herstellung oder Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln kennzeichnungspflichtig. Dies gilt auch, wenn der GVO-Einsatz durch weitere Verarbeitung nicht mehr im Endprodukt nachweisbar ist. Die Kennzeichnungspflicht gilt sowohl für Lebensmittel als auch für Futtermittel und Futtermittelzusätze.

Nach Paragraph 17b, Absatz 1 des deutschen GenTG sind „Produkte, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten oder aus solchen bestehen und in Verkehr gebracht werden, [...] mit dem Hinweis *Dieses Produkt enthält genetisch veränderte Organismen* zu kennzeichnen“. So müssen beispielsweise Maiskolben, Soja, Kartoffeln oder Tomaten, die selbst ein GVO sind, genauso wie Zutaten oder Zusatzstoffe, die aus GVO hergestellt sind, wie Öle aus gv-Sojabohnen oder gv-Raps, Stärke aus gv-Mais, Traubenzucker und Glukosesirup aus gv-Mais gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnungspflicht gilt nach Absatz 2 auch für GVO, die zu gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen bestimmt sind.

Produkte, die zufällige oder technisch unvermeidbare Spuren von GVO enthalten, müssen nicht gekennzeichnet werden, sofern der GVO-Anteil nicht mehr als 0,9% (Schwellenwert) des Produktes ausmacht. Völlig ausgenommen von der Kennzeich-

nungspflicht sind Fleisch, Milch und Eier von Tieren, die mit gv-Futtermitteln (s. auch Kap. 2.2.6.3) gefüttert wurden (vgl. BMELV 2004, S. 5). Demnach kann der Verbraucher beim Einkauf bzw. Verzehr von diesen Lebensmitteln nicht wissen, ob das jeweilige Produkt GVO enthält oder nicht.

2.3.4 Gute fachliche Praxis und Haftungsregelung

Laut GenTG gehören zur guten fachlichen Praxis, soweit dies gemäß der Vorsorgepflicht erforderlich ist, beim Anbau von gv-Pflanzen „[...] Maßnahmen, um Einträge in andere Grundstücke bei Aussaat und Ernte zu verhindern sowie Auskreuzungen in andere Kulturen und in Wildpflanzen benachbarter Flächen zu vermeiden [...]“ (§16b, Abs. 3.1, GenTG). Durch Mindestabstände, Sortenwahl, Durchwuchsbekämpfung oder Nutzung von natürlichen Pollenbarrieren soll dies erreicht werden. Da die Auskreuzung von GVO dennoch nicht auszuschließen ist, heißt es in Paragraph 32 GenTG zur Haftung, dass wenn „[...] infolge von Eigenschaften eines Organismus, die auf gentechnischen Arbeiten beruhen, jemand getötet, sein Körper oder seine Gesundheit verletzt oder eine Sache beschädigt [wird], [...] der Betreiber verpflichtet [ist], den daraus entstehenden Schaden zu ersetzen.“ (§32, Abs. 1, GenTG).

2.3.5 Kommission für die Biologische Sicherheit

Die *Zentrale Kommission für die Biologische Sicherheit* ist eine Sachverständigenkommission der zuständigen Bundesoberbehörde und setzt sich aus einem Ausschuss für gentechnische Arbeiten in gentechnischen Anlagen und einem zweiten Ausschuss für Freisetzung und Inverkehrbringen zusammen.

Der Ausschuss für gentechnische Arbeiten in gentechnischen Anlagen prüft und bewertet sicherheitsrelevante Fragen, gibt Empfehlungen und berät die Bundesregierung und die Länder in entsprechenden sicherheitsrelevanten Fragen.

Die Aufgaben des Ausschusses für Freisetzungen und Inverkehrbringen entsprechen denen des zuerst genannten Ausschusses, beziehen sich jedoch auf die Freisetzung und das Inverkehrbringen von GVO.

Die Kommission ist verpflichtet jährlich der Öffentlichkeit in allgemeiner Weise über ihre Arbeit zu berichten (vgl. §4, Abs. 1 und 5, GenTG).

2.3.6 Vorsorgeprinzip

Beim Vorsorgeprinzip stehen Sicherheitsaspekte im Zentrum. Es geht darum, Umwelt und Gesundheit zu schützen und auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse klare und nachvollziehbare Entscheidungen zu treffen. Problematisch ist dies insofern, als das bisher nicht alle Risiken von GVO abschätzbar sind. Das Vorsorgeprinzip „gebietet, der fehlenden Gewissheit über Ausmaß und Art von möglichen Risiken explizit Rechnung zu tragen.“ (OBER 2004). Daher ist es als eine Leitlinie anzusehen, die Schutzmaßnahmen ermöglicht, wenn eine Gefahr zwar vermutet wird, aber nicht mit vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit bewiesen werden kann (vgl. LEBENSMINISTERIUM ÖSTERREICH 2006; vgl. OBER 2004).

Als Beispiel für die Anwendung des so genannten Vorsorgeprinzips gilt das Thema *Antibiotikaresistenzgene (ARG)* (vgl. Kap. 2.2.4), dem sich die Freisetzungsrichtlinie in gesonderter Weise widmet. In Form von Marker-Genen werden ARG bei der Herstellung von GVO verwendet und können anschließend noch in ihnen vorhanden sein. Obwohl diese Gene auch unter natürlichen Bedingungen vorkommen und die Übertragung der Gene von gv-Pflanzen zu Bakterien als sehr seltenes Ereignis eingestuft werden kann, legt die Richtlinie in Artikel 4 fest, dass die Verwendung von ARG, „[...] die schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder Umwelt haben können [...]“ (Art. 4, RL 2001/18/EG) schrittweise eingestellt werden soll²⁶.

Das Vorsorgeprinzip wird nicht nur im Bereich Gentechnik, sondern auch im Verbraucherschutz, der Gesundheitspolitik, Lebensmittelsicherheit und Umwelt angewandt (REICHENBECHER et al. 2005, S. 304).

2.4 Folgewirkungen, Messansatzpunkte und Minimierung der Folgewirkungen

Obwohl die Agrogentechnik schon seit mehr als zehn Jahren kommerziell genutzt wird, sind die Folgewirkungen noch immer nicht vollständig geklärt, auch wenn schon seit einigen Jahren vielfältige Untersuchungen zur GVO-Risikoforschung stattfinden. Bei der Betrachtung von Gefährdungspotentialen transgener Pflanzen kann zwischen unmittelbaren gesundheitlichen Risiken für Mensch und Tier sowie

²⁶ Bei experimentellen Freisetzungen ist die Verwendung von ARG bis Ende 2008 einzustellen (Richtlinie 2001/18/EG).

Eingriffe in ökologische Systeme unterschieden werden. Im Folgenden sollen vor allem die ökologischen Konsequenzen der Freisetzung von gv-Kulturpflanzen herausgestellt werden. Auf die potentiellen Folgewirkungen von gv-Gehölzen und gentechnisch veränderten nachwachsenden Rohstoffen wird in Kapitel 2.4.6 eingegangen, auf die Wirkungszusammenhänge von gv-Lebens- und gv-Futtermitteln sowie gv-Tieren in den Kapiteln 4.2.3, 4.3.4 und 4.5.2.3.

Prinzipiell unterscheidet sich die Herstellung transgener Pflanzen von der Züchtung konventioneller Pflanzen: Während es die klassische Pflanzenzüchtung der zellulären Kontrolle und Regulation überlässt, Gene neu zu rekombinieren und einen Organismus mit veränderten Eigenschaften hervorzubringen, wird ein transgener Organismus hingegen hergestellt, indem artfremde DNA unter Umgehung des zellulären Regulationsapparats eingeführt wird. Wie in Kapitel 2.2.4 dargestellt, geschieht dies „[...] nicht in gezielter Weise, sondern es werden je nach Transformationsmethode weitere molekulare Änderungen induziert [...]“ (REICHENBECHER et al. 2005, S. 303). Ein Teil der durch die Transformation hervorgerufenen molekularen Änderungen wird vor der Genehmigung zum Inverkehrbringen auf ihre potentiellen Auswirkungen hin untersucht. Ein umfassender Test und eine Erfassung aller Umweltwirkungen bzw. der möglichen Folgen, die während oder nach der Freisetzung auftreten können, findet allerdings nicht statt (vgl. WILSON et al. 2004).

So können Risiken auftreten, die durch die Reproduzierbarkeit bzw. Selbstvermehrungsfähigkeit von GVO als lebender Organismus induziert sind. Gene von GVO können sich in der Umwelt ausbreiten, da sie ein „aktiver, eigenständiger, vermehrungsfähiger Teil von interagierenden Lebensgemeinschaften“ (TAPPESE 1998, S. 30) sind. Transgene Pflanzen sind nicht rückholbar und unterscheiden sich in dieser Hinsicht von Stoffeinträgen in die Umwelt wie beispielsweise Chemikalien, Pestiziden oder Arzneimitteln (vgl. STEINHÄUSER 2001, S. 123). Dementsprechend können die entstehenden Umweltwirkungen von GVO irreversibel und expansiv sein, im Gegensatz beispielsweise zu chemischen Kontaminationen, „die sich langfristig betrachtet mit der Zeit verdünnen und in sofern ursächlich reversibel sind.“ (BRECKLING & ZÜGHART 2001, S. 321).

Ein umfassender Bericht des UBA stellt die potentiellen Folgewirkungen des großflächigen GVO-Anbaus dar. Als Bezugspunkt für die Bewertung der Folgewirkungen wird darin der in Paragraph 16 GenTG verwendete Begriff der *Schädlichen Ein- bzw. Auswirkungen* auf die geschützten Rechtsgüter herangezogen.

Aus naturwissenschaftlicher Sicht gibt es sehr unterschiedliche Ansätze zur Bewertung der Wirkungen:

„Kriterien sind beispielsweise die Verdrängung von Arten, die Änderung der genetischen Diversität und der Selektionsvorteil. Die Auffassung, die an der Auskreuzung an sich ansetzt und bereits diese für schädlich hält, stützt sich in stärkerem Maße auf das Vorsorgeprinzip“ (LEMKE & WINTER 2001, S. 1),

Auch wenn sich die Bewertung von Folgewirkungen aufgrund der aus der Komplexität ökosystemarer Zusammenhänge und Wechselwirkungen resultierenden Ungewissheit hinsichtlich Eintrittswahrscheinlichkeit und Ausmaß der Veränderungen allgemein schwierig gestaltet, lassen sich die Folgewirkungen transgener Organismen prinzipiell in *Primäre* und *Sekundäre Folgewirkungen* unterteilen (s. Abb. 5) (vgl. LEMKE & WINTER 2001, S. 14).

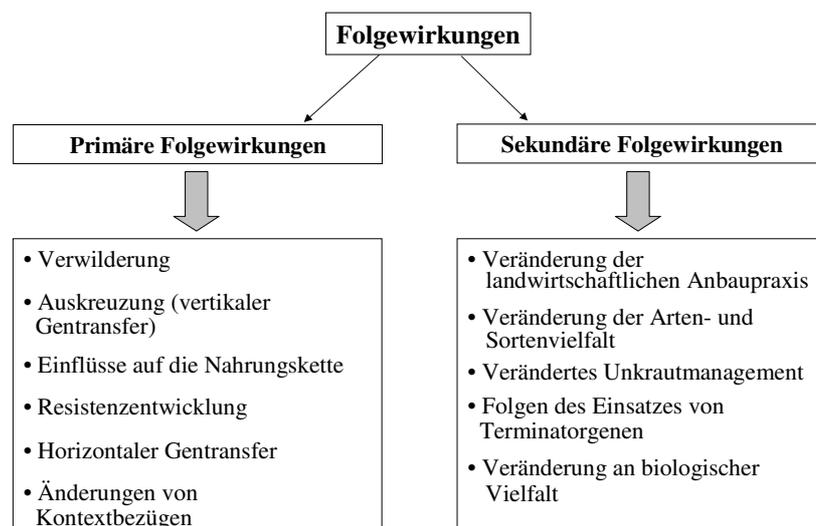


Abbildung 5: Bewertung von Umweltwirkungen von GVO

Quelle: Eigene Darstellung nach LEMKE & WINTER 2001, S. 16

2.4.1 Primäre Folgewirkungen

Zu den Primäreffekten gehören die Folgewirkungen, die durch den transgenen Organismus selbst hervorgerufen werden und „eher naturvermittelter Art sind“ (LEMKE & WINTER 2001, S. 17).

Wenn sich Kulturpflanzen bzw. ihre Gene außerhalb ihres gewünschten und vorgesehenen Anbaugebietes ausbreiten, wird dies als *Verwilderung* bezeichnet (vgl. MEYER et al. 1998, S. 152). Auf Pflanzenpopulationen kann dies insofern Aus-

wirkung haben, als dass die verwildernden Kulturpflanzen in Konkurrenz zu den Wildpflanzen treten und diese verdrängen. „Das besondere Problem der Verwilderung besteht aber in ihrer Irreversibilität, d.h. freigesetzte oder in Verkehr gebrachte transgene Organismen können u.U. langfristig in der Umwelt überdauern und sich schließlich etablieren.“ (LEMKE & WINTER 2001, S. 17). Kommt es zu einem solchen Ereignis liegt eine *Einbürgerung* vor, die als eine ökologische Folge der Freisetzung zu betrachten ist (vgl. PÜHLER 1998, S. 28).

Unter *Auskreuzung*, auch *vertikaler Gentransfer* genannt, wird die Genübertragung von transgenen und nicht transgenen Kulturpflanzen auf verwandte Arten durch sexuelle Fortpflanzung verstanden. Ein vertikaler Gentransfer kann unter Sorten der gleichen Art oder zwischen nahe verwandten, kreuzbaren Pflanzensippen verschiedener Arten stattfinden. Dieser Vorgang wird gelegentlich auch *Hybridisierung* genannt (vgl. MEYER et al. 1998, S. 155; vgl. SUKOPP & SUKOPP 1993, S. 267 ff.). Das Hauptproblem der Hybridisierung ist die Möglichkeit, dass fremdes Genmaterial permanent in den eigenen Genpool eingegliedert werden kann – in diesem Fall wird auch von *Introgression* gesprochen (vgl. TAUTZ & SCHLIEWEN 1999, S. 101). Durch die Introgression, also den ‚Eintritt‘ von Genen bzw. Gengruppen einer Art in eine andere, können Merkmale oder Merkmalskombinationen auftreten, die aus den Genpools von Nachbarpopulationen stammen. Letztendlich können genetische Übereinstimmungen zwischen früher ‚genetisch entfernteren‘ Arten entstehen (vgl. CZIHAK et al. 1996, S. 914).

Eine weitere primäre Folgewirkung, die durch den Anbau von transgenen Kulturpflanzen induziert werden kann, ist der u. U. unerwünschte Einfluss auf die Nahrungskette. Als Beispiel soll in diesem Zusammenhang die gentechnisch vermittelte Insektenresistenz dienen: Es ist möglich, dass das Schadinsekt (der Zielorganismus), welches durch die pflanzeigene Resistenz Ausbildung abgetötet werden soll, für andere Insekten oder Tiere die Nahrungsgrundlage darstellt (vgl. LEMKE & WINTER 2001, S. 21). „Soweit sich diese Fressfeinde des Schadorganismus nicht auf eine andere Nahrungsquelle umstellen können, würde auch deren Population im betreffenden Gebiet negativ beeinflusst werden.“ (Ebd.).

Weiterhin ist eine Resistenzentwicklung der Zielorganismen (Schädlinge) beim Einsatz von B.t.-Mais vorstellbar (vgl. TAPPESER 1998, S. 40 f.). Würden sich diese Individuen fortpflanzen, könnten Populationen entstehen, die an den entsprechenden Selektionsdruck angepasst und durch die bisher praktizierte Bekämpfungsstrategie

nicht mehr zu kontrollieren wären (vgl. MARQUARD & DURKA 2005, S. 81). Bisher ist aus dem Freiland allerdings nur ein ‚B.t.-resistenter‘ Schädling bekannt: „*Plutella xylostella*, ein global verbreiteter Schädling auf Kreuzblütlern (z.B. Raps), entwickelte eine Resistenz gegen den B.t.-Wirkstoff als Reaktion auf das Besprühen von Agrarflächen mit dem entsprechenden Gift.“ (Ebd.).

Als *horizontaler Gentransfer* wird die nicht-sexuelle Übertragung von genetischem Material bezeichnet. Mikroorganismen, v.a. Bakterien, verfügen über diverse Mechanismen zur Aufnahme und Weitergabe von DNA untereinander, wodurch die Möglichkeit besteht, Gene, z.B. aus abgestorbenen Pflanzenteilen in andere Organismen einzubringen. Es handelt sich hierbei zwar um ein ausgesprochen seltenes Ereignis, doch verschiedene Befunde zeigen, dass ein solcher Gentransfer im Lauf der Evolution immer wieder stattgefunden hat (vgl. MEYER et al. 1998, S. 161).

Ebenfalls kann es durch den Einsatz von GVO zu Veränderungen der Reihenfolge von Genen auf dem Chromosom kommen. Es ist möglich, dass dieser Effekt zu unerwarteten Eigenschaften der Pflanze führt (vgl. DAELE et al. 1996, S. 120; vgl. PÜHLER 1998, S. 31). Z.B. haben Untersuchungen gezeigt, dass gv-Sonnenblumen u.U. 50% mehr Samen als gewöhnlich produzieren. Forscher befürchten, „dass so Unkräuter entstehen können, die sich wesentlich rascher ausbreiten und auch noch zusätzliche Überlebensvorteile haben, nämlich Gift gegen schädliche Insekten.“ (STRODTHOFF 2003, S. 4).

2.4.2 Sekundäre Folgewirkungen

Sekundäre Folgewirkungen sind Effekte, die zwar auf den Einsatz von GVO zurückzuführen sind, allerdings nicht durch den Organismus selbst hervorgerufen wurden, „sondern gesellschaftlich vermittelt sind“ (LEMKE & WINTER 2001, S. 17).

Es handelt sich also u.a. um Veränderungen in der Anbautechnik, insbesondere hinsichtlich der Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung, Unkrautbekämpfung, Pflanzenschutzmaßnahmen und Erntetechniken. Die Folgen der veränderten Anbaupraxis und -technik, die durch den Einsatz von transgenen (ebenso wie von nicht transgenen) Sorten mit neuen Eigenschaften ermöglicht werden, können vor allem die Ackerbegleitflora, Schädlinge und Nützlinge,

Pflanzenkrankheiten und Bodenlebewesen beeinflussen (vgl. MEYER et al. 1998, S. 139-151).

Unabhängig von der Art der vermittelten transgenen Eigenschaften existiert eine Gefahr von umweltrelevanten Sekundäreffekten: Durch die verstärkte Vermarktung und Nutzung von GVO ist das Risiko gegeben, dass die bereits mit der einseitigen Anwendung moderner Hochleistungssorten begonnene Konzentration des Pflanzenanbaus auf wenige Sorten beschleunigt wird, wodurch eine weitere rasche Einengung der genetischen Vielfalt der Nutzpflanzen entstünde. Laut WISSENSCHAFTLICHEM BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN (WBGU) wird auch zukünftig in der Agrogentechnik aufgrund von Mutationen und Resistenzbildungen bei den Schadorganismen eine permanente Neuzüchtungen von Kulturpflanzen notwendig sein, die auf die Genressourcen der traditionellen Sorten und ihrer wildlebenden Verwandten angewiesen bleiben. Doch gerade diese traditionellen Sorten und Pflanzen könnten durch den Anbau transgener Hochleistungssorten weiter verdrängt werden (vgl. WBGU 1999, S. 113 f.).

Eine weitere sekundäre Folgewirkung durch den Anbau von GVO könnte in einem veränderten Unkrautmanagement bestehen. Durch die Einführung des aus einer herbizidresistenten Nutzpflanze und dem entsprechenden Komplementärherbizid bestehenden Anbausystems könnte sich eine deutliche Vereinfachung des Unkrautmanagements ergeben. Soweit sich dieses System in geplanter Art und Weise einsetzen ließe, würde sich der Aufwand zur Minderung der Konkurrenz zwischen Nutzpflanze und Beikrautart vermutlich deutlich reduzieren (vgl. NEEMANN & SCHERWAB 1999, S. 19).

Durch die so genannte *Terminator-Technologie* ist es möglich, die Expression eines bestimmten Gens extern, d.h. durch den Menschen, zu kontrollieren, so dass spezielle Eigenschaften einer Pflanze ein- oder ausgeschaltet werden können. Häufig handelt es sich um die Beeinflussung des Wachstums der Embryozellen im Samen, die bei eingeschaltetem Terminator-System keimunfähig sind. Durch die Terminator-Technologie wird das unerlaubte Weiterzüchten des Genmaterials unmöglich gemacht und zudem kann die Technologie vor einem potentiellen Gentransfer auf andere Organismen und vor einer unerwünschten Verbreitung transgener DNA schützen. Auch wenn die Terminator-Technologie scheinbar positive Effekte birgt, sind umweltrelevante Probleme nicht auszuschließen: Es besteht die Möglichkeit, dass sich ‚Terminatorgene‘ auskreuzen (vgl. LEMKE & WINTER 2001, S. 27),

wodurch u.U. jede von einer solchen Kulturpflanze bestäubte Wildpflanze nur noch sterile Nachkommen produzieren würde und dadurch eine Ausrottung der Wildpflanzen denkbar wäre. Weiterhin ist sogar die Genübertragung auf verwandte nicht transgene Kulturpflanzen vorstellbar. Folglich könnten die gewonnenen Samen nicht keimen und die Eigensaatzgutproduktion des Landwirtes wäre gefährdet (vgl. KING 1998, S. 19 f.).

In Abbildung 5 (s. Kap. 2.4) ist die Veränderung der biologischen Vielfalt als sekundäre Folgewirkung genannt. Nach NEEMANN & SCHERWAß werden sich die Veränderungen bzw. der Verlust der biologischen Vielfalt insbesondere durch die Veränderung der Artenzusammensetzung der Ackerbegleitflora, die Einengung der Sortenvielfalt und vor allem in Agrarökosystemen durch die Reduzierung der Nutzpflanzen, also der Entwicklung zu einer Monokultur, bemerkbar machen. Zudem wird prognostiziert, dass es durch die ständigen menschlichen Eingriffe nicht nur zu einer Beeinträchtigung der Vielfalt in der Ackerbegleitflora kommen wird, sondern dass zusätzlich auch die Vielfalt der von diesen Arten geschaffenen ‚ökologischen Nischen‘ gefährdet wird (vgl. Kap. 4.4.1) (vgl. NEEMANN & SCHERWAß 1999, S. 16). Dabei ist anzumerken, dass „auf der Ebene der Vielfalt der Ökosysteme [...] durch die Schaffung von agrarwirtschaftlichen Monokulturen bereits jetzt ein Rückgang der Biodiversität zu verzeichnen.“ (LEMKE & WINTER 2001, S. 28) ist.

2.4.3 Verknüpfung von Folgewirkungen

Nach MENZEL et al. können Umwelteffekte, die durch das Inverkehrbringen von GVO verursacht werden, auf allen Ebenen des Ökosystems wirksam werden und untereinander verknüpft sein (vgl. MENZEL et al. 2005, S. 18 f.). Die in Anhang – Tabelle 10 genannten potenziell betroffenen Ebenen machen deutlich, dass sich die durch GVO verursachten möglichen Umwelteffekte nicht nur auf die eigentliche Anbaufläche beschränken, sondern sich auch auf die Agrarlandschaft oder angrenzende Schutzgebiete auswirken. Beispiele hierfür sind die Auswirkungen auf das zentrale Ziel des Naturschutzes, die Biodiversität, welche die Aspekte der genetischen Vielfalt, der Arten- und der Ökosystemvielfalt umfasst. Prinzipiell ist der Stand der Wissenschaft inzwischen

„fortgeschritten genug [...], um mit Gewissheit zu sagen, dass die Einbringung von transgenen Pflanzen in die Umwelt nicht als geschlossenes System gedacht

werden kann, sondern dass Folgewirkungen auf andere Organismen und auf das Ökosystem eintreten werden, und dass dies von bestimmten Bedingungen abhängig ist.“ (LEMKE & WINTER 2001, S. 34).

2.4.4 Mögliche Ansatzpunkte zur Messung der Auswirkungen

Im vorherigen Kapitel wurden die Folgewirkungen des GVO-Anbaus dargestellt. Um konkrete Aussagen dazu machen zu können, wurden bzw. werden diverse Ansatzpunkte zur Messung dieser Auswirkungen entwickelt. Anhang – Abbildung 6 zeigt, dass die Indikation oder direkte Messung von ökologischen Schäden an unterschiedlichen Stellen innerhalb der Wirkungskette ansetzen können, da der (Freiland-) Einsatz von GVO im Agrarbereich über eine Kette von Zwischenschritten zu Auswirkungen auf Natur und Landschaft führt (vgl. BARTZ et al. 2005, S. 321).

Dass es während eines landwirtschaftlichen Produktionszyklus' wiederum zu mehreren Zeitpunkten auch in den einzelnen Produktionsphasen zu dem Eintrag von GVO in Nicht-GVO-Produkte kommen kann, verdeutlicht Anhang – Abbildung 7. Um die Auswirkungen zu erfassen, müssten dementsprechend also auch innerhalb der landwirtschaftlichen Produktion an verschiedenen Punkten Messungen erfolgen (vgl. SANVIDO et al. 2005, S. 141 f.). Besonders wichtig ist dies im Hinblick auf die Erhaltung bzw. Ermöglichung einer landwirtschaftlichen Koexistenz (s. Kap. 2.4.5).

Wie die beiden Abbildungen im Anhang verdeutlichen, sind bei der Betrachtung bzw. Messung der Folgewirkungen des Einsatzes von GVO nicht nur die einzelnen primären und sekundären Folgewirkungen (s. Kap. 2.4.1 und 2.4.2), sondern auch weitere detailliertere Effekte, die ein (Kultur-)Ökosystem ausmachen, essentiell.

2.4.5 Koexistenz und Maßnahmen zur Minimierung von Auskreuzungen

Das Nebeneinander, d.h. die Koexistenz von GVO-freier konventioneller, integrierter oder ökologischer und GVO-anwendender Landwirtschaft zu ermöglichen, ist erklärtes Ziel der EU. Allerdings zeigen zahlreiche Untersuchungen zur Koexistenz, dass diese klare Trennung zwischen den verschiedenen Anbausystemen bzw. Bewirtschaftungsformen in der Praxis derzeit nicht verwirklicht werden kann: Die FACHGRUPPE FÜR LANDWIRTSCHAFT, LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELTSCHUTZ DES EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSSES (EWSA) stellt in einer entsprechenden Stellungnahme von 2004 heraus, dass eine „ausreichende wissen-

schaftliche Grundlage“ und somit „verlässliche, praxisnahe Erfahrungen und Abschätzungen der möglichen Verbreitungswege bei Produktion, Lagerung, Transport und Verbreitung“ (EWSA 2004, S. 4) von GVO bei Regelungen zur Koexistenz wichtige Voraussetzung sind. Die EWSA-Gruppe kommt zu dem Schluss, dass

„der gegenwärtige Kenntnisstand über das Auskreuzungsverhalten, die Ausbreitung und Persistenz von gentechnisch veränderten Pflanzen bisher keine verlässlichen Prognosen über die Möglichkeit der Koexistenz zulässt. [...] Dies [gilt] insbesondere in Bezug auf langfristige Prognosen sowie unterschiedliche ökosystemare Umgebungen und Anbaubedingungen [...]“ (EWSA 2004, S. 5).

Daher fordert die Fachgruppe den Einsatz des Vorsorgeprinzips (vgl. Kap. 2.3.6) insofern, als dass „irreversible oder nur schwer reversible Veränderungen, deren Konsequenzen für die Koexistenz nicht ausreichend bewertet werden können, zu vermeiden“ (EWSA 2004, S. 13) sind.

Die konsequente Meinung des INDEPENDENT SCIENCE PANEL (ISP) ist, dass „Transgene Verunreinigung [...] als unvermeidbar anerkannt [sind], und [es] somit [...] keine Koexistenz von GM²⁷ und konventioneller Landwirtschaft geben“ (ISP 2003, S. 11) kann. Grund dafür sei die Natur selbst: Durch das natürliche offene System ist GVO-Freiheit auf Basis einer Null-Toleranz schwerlich zu erfüllen, so dass Kontaminationen in Produkten auftreten, die aus Betrieben stammen, die bewusst keine GVO einsetzen (vgl. ebd.).

So wurde beispielsweise in einer Schweizer Studie festgestellt, dass selbst Mais und Soja aus kontrolliert biologischem Anbau durch GVO verunreinigt ist. Die Daten der Studie stammen aus Untersuchungen aus der Zeit von 2000 bis 2002, wobei die Bezeichnung ‚GVO nicht nachweisbar‘ heißt, dass der Anteil von GVO-DNA kleiner als 0,01% ist. In Abbildung 6 werden die Analyseergebnisse zur Messung der Häufigkeit von GVO-Verunreinigungen in biologischen und konventionellen Lebensmitteln graphisch dargestellt.

²⁷ GM bedeutet ‚gentechnisch modifiziert‘ und wird in der vorliegenden Arbeit ansonsten als ‚gv‘ bzw. ‚GVO‘ bezeichnet.

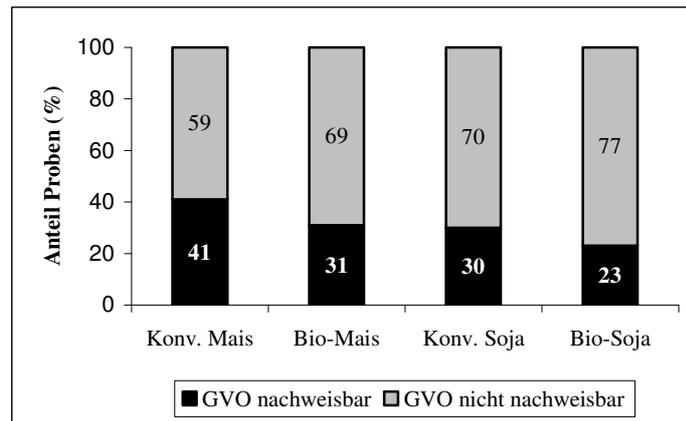


Abbildung 6: Häufigkeit von GVO-Verunreinigungen in Lebensmitteln

Vergleich zwischen biologischen und konventionellen Lebensmitteln

Quelle: Eigene Darstellung nach NOWACK HEIMGARTNER & OEHEN 2003, S. 21

Auf politisch-rechtlicher Ebene wurden aufgrund der Kontaminationsproblematik Schwellenwerte festgelegt, um zwischen bewusster, gezielter und zufälliger, technisch unvermeidbarer GVO-Beimischung zu unterscheiden. Innerhalb der EU beträgt der Schwellenwert für Futter- und Lebensmittel 0,9%, d.h. dass Produkte bis zu einem GVO-Anteil von der genannten Prozentmarke als ‚gentechnikfrei‘ deklariert werden (können) (vgl. Kap. 2.3.3). Für Saatgut gilt ein Schwellenwert von 0,5%, der genauso wie der Schwellenwert für Futter- und Lebensmittel von verschiedenen Experten als zu hoch angesehen wird: „Die neuen Regelungen zur Kennzeichnung und Rückverfolgbarkeit stellen einen wichtigen Etappensieg für Verbraucher und Umwelt dar. Die zulässigen Schwellenwerte sind allerdings zu hoch.“ (STRODTHOFF 2005, S. 5).

Der Forderung nach wissenschaftlichen Gutachten zur Regelung der Koexistenz kommt neben anderen das ÖKO-INSTITUT FREIBURG in einer Studie nach. U.a. wurde durch BRAUNER et al. das große Vermehrungspotential von Raps und Mais diskutiert, wobei sich durch diese beiden Arten die Spannungsbreite möglicher artspezifischer Unterschiede verdeutlichen lässt: Während Raps prinzipiell selbstfertil ist, können auch Fremdbestäubungen (durchschnittlich 30%) vorkommen. Der Pollen verbreitet sich über Wind und Insekten. Von allen im Rahmen der Studie untersuchten Pflanzen besitzt Raps das höchste Auskreuzungspotential sowohl innerhalb der Art als auch auf verwandte Wildarten. Weiteres Charakteristikum der Rapssamen ist ihre Überdauerung im Boden von bis zu 15 Jahren. Dadurch können ‚Durchwuchspflanzen‘ über viele Jahre hinweg eine Auskreuzungsquelle darstellen. Hingegen ist

Mais eine einjährige Kulturpflanze ohne nah-verwandte Wildarten in Mitteleuropa. Mais ist ein typischer Vertreter der Fremdbefruchter (durchschnittlich 7%), dessen Bestäubung vor allem über den Wind geschieht. Aus diesem Grund ist das mittlere bis hohe Auskreuzungspotential von Mais nur zwischen Kulturbeständen bedeutsam. Dennoch kann der Pollen, auch wenn er relativ groß und schwer ist, bis mindestens 800 m in Bodennähe und bis zu 1.800 m Höhe vorkommen und zudem durch Honigbienen verfrachtet werden, so dass potentiell auch in einiger Entfernung zum Anbauort von gv-Mais entsprechender Pollen nachweisbar ist.

Um die Koexistenz besser gewährleisten zu können und die Folgewirkungen auf den verschiedenen ökosystemaren Ebenen zu minimieren, diskutieren BRAUNER et al. so genannte *Isolationsabstände*, also räumliche Maßnahmen. Außerdem werden in der Studie mechanische Barrieren (Anbau von Hecken oder Mantelsaaten), zeitliche Barrieren (Wartefristen nach Anbau von gv-Nutzpflanzen wegen Überdauerung von Samen im Boden) und physikalische Barrieren (Entfernen von Durchwuchspflanzen) als mögliche, die Auskreuzungsrate minimierende, Maßnahmen genannt. Allerdings können

„Isolationsabständen Auskreuzungen und damit Verunreinigung reduzieren aber nicht vollständig unterbinden. Daher sollte das Vorschreiben von Sicherheitsabständen auf jeden Fall ein zentraler Bestandteil eines größeren Maßnahmenkatalogs sein, der in seiner Gesamtheit dazu in der Lage ist, eine Koexistenz zu gewährleisten.“ (BRAUNER et al. 2004, S. 3).

Auch BARTH et al. schlagen zur Verringerung der Ausbreitung transgener Pollen Mantelsaaten und Hecken vor, allerdings könne auch mit diesen Maßnahmen die Pollenverbreitung nicht vollends verhindert werden (vgl. BARTH et al. 2003, S. 111).

EU-weit gelten bisher lediglich für die Produktion von Basis-Saatgut gesetzlich vorgeschriebene Isolationsabstände (s. Tab. 2).

Tabelle 2: Isolationsabstände in der Saatgutproduktion für Basis-Saatgut

Quelle: Eigene Darstellung nach BRAUNER et al. 2004, S. 4

Nutzpflanze	Isolationsabstände in der EU (m)	maximaler Anteil fremder Sorten (%)
Raps	200	„ausreichend sortenecht und sortenrein“ = 0,1 bis 0,3 (nach RL 2002/57/EG)
Mais	200	0,1 bis 0,5 (nach RL 66/402/EWG)
Rübe	1.000	„ausreichend sortenecht und sortenrein“ (nach RL 2002/54/EG)

Für die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Koexistenz wurden bisher nur durch diverse Studien Sicherheitsabstände vorgeschlagen – rechtliche Reglementierungen vergleichbar mit den festgelegten Sicherheitsabständen für Saatgut fehlen.

Neben der Problematik der Einwirkungen von GVO auf Schutzgebiete, auf die u.a. in Kapitel 4.1 ausführlich eingegangen wird, verpflichten sich immer mehr Landnutzer zum Verzicht von GVO. In Kapitel 4.6 wird umfassend das Thema *Gentechnikfreie Regionen* behandelt.

2.4.6 Spezielle Folgewirkungen (Gehölze und nachwachsende Rohstoffe)

Im Unterschied zu landwirtschaftlichen Kulturpflanzen zeichnen sich Gehölze durch ihre Langlebigkeit mit teilweise ausgedehnten vegetativen Phasen von wenigen Jahren bis mehreren Jahrzehnten sowie durch ihre vergleichsweise langen Nutzungszeiträume und Reproduktionsintervalle aus und stellen unter anderem deshalb besondere Anforderungen an die Risikobewertung (vgl. ENGELKE 2004, S. 4; vgl. STEINHÄUSER 1999, S. 6). Mit großer Wahrscheinlichkeit existieren ökologische Folgewirkungen von gv-Gehölzen, insbesondere von Bäumen, da sich diese in der Regel wie Wildpflanzen ihres Ökosystems verhalten, d.h. kaum durch Kreuzungsbarrieren von ihrer Wildart oder verwandten Arten getrennt sind. Daher kann es auch bei Transgenen zu einer allmählichen Ausbreitung kommen: Dies geschieht vor allem über Pollen oder Samen. Um einen Gentransfer zu verhindern, wird deshalb versucht, durch gentechnische Veränderungen weibliche und/oder männliche Sterilität zu erzeugen (vgl. SPELSBERG 2006). Dieses Vorgehen wird als *biologisches Sicherheitssystem* (UBA 2005) bezeichnet.

Die dauerhafte stabile Ausprägung (*Stabilität*) dieser Sterilität wird bei gentechnischen Versuchen angestrebt. Allerdings spielt nicht nur die Stabilität von Transgenen bei Sterilitätsgenen während der gesamten Individualentwicklung eine große Rolle. Ebenso sind Untersuchungen zur Stabilität, zur Anzahl übertragener Gene oder zu deren Position im Erbgut sowie zur Vererbbarkeit für eine umfassende Risikoeinschätzung bei der Einführung neuer Transgene notwendig und in möglichen Monitoringprogrammen zu beachten (vgl. ENGELKE 2004).

Wenn gv-Gehölze freigesetzt oder Inverkehr gebracht werden, kann es zu Rückwirkungen auf der Ebene von Populationen, Biozönosen und Ökosystemen kommen, wobei „diese Wirkungen [...] durch die unmittelbare Ausbreitung transgener Gehölze

oder / und durch die Übertragung fremder Gene auf verwandte kompatible Wild- oder Kultursippen induziert werden“ (KOWARIK 1999, S. 71) können. Um diese Rückwirkungen einschätzen zu können, entsprechende Erfahrungen aus dem Freiland bisher aber relativ begrenzt sind, wird das *Exotic Species Model* als Analogon genutzt. Das Modell erschließt die Erfahrung aus der Einführung und Freisetzung nichteinheimischer Pflanzen (Neophyten) und Tierarten (Neozoen) und deren ökosystemare Folgen im Zuge ‚biologischer Invasionen‘ ein. Als Vorteile des Modells sind die Größe der Stichprobe (>12.000 Pflanzenarten in Mitteleuropa) und die Jahrzehnte bis Jahrhunderte zurückreichenden Beobachtungszeiträume zu sehen (vgl. ebd.).

Die Folgewirkungen nachwachsender Rohstoffe sind prinzipiell mit den Effekten, die der Anbau von gv-Kulturpflanzen bewirkt (vgl. Kap. 2.4.1 bis 2.4.3), vergleichbar. Eine besondere Folgewirkung, die dem Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zuzuschreiben ist, könnte sich durch einen zunehmenden Bedarf ergeben. In diesem Fall ist nämlich mit einem wesentlich großflächigeren Anbau als bisher zu rechnen, so dass durch den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen, z.B. in Form von Pappelplantagen, landwirtschaftliche Ertragsflächen besetzt werden könnten.

Die Folgewirkungen, die der Einsatz von gv-Futter- und Lebensmitteln und gv-Tieren mit sich bringt, finden in den Kapiteln 4.2.3, 4.3.4 und 4.5.2.3 Erwähnung.

2.5 Unterschiedliche Bewertungen der Agrogentechnik

Die Befürworter der Agrogentechnik sehen in der Technologie die Möglichkeit eines umweltverträglichen Ackerbaus und die Herstellung besserer Lebensmittel (vgl. AID 2003, S. 5). Weiterhin führen sie das Argument ins Feld, dass Agrogentechnik die Landwirtschaft billiger mache. Laut AID ist dies auch nicht ausgeschlossen: „So könnten Mais- oder Baumwollpflanzen, die gentechnisch gegen Fraßinsekten geschützt sind, Schädlingsgifte überflüssig machen, Ernteverluste vermeiden und damit auch die Gewinne der Bauern steigern helfen.“ (AID 2003, S. 29). Diese Vorteile sollen auch veränderte Soja- oder Rapsorten besitzen, die den Einsatz von breit wirkenden Unkrautmitteln erlauben. Die Verfechter argumentieren, dass die Breitbandmittel nicht allein die Unkrautvernichtung erleichtern, sondern auch gegenüber konventionellen Ackergiften vergleichsweise umweltverträglich sind und zudem sparsamer eingesetzt werden können, wodurch landwirtschaftliche

Produktionskosten gesenkt werden (vgl. ebd.). Auch die qualitative Verbesserung von pflanzlichen Inhaltsstoffen, z.B. Stärke und Öle, wird als nützlich eingestuft. Zudem sollen natürliche Ressourcen schonend genutzt werden können. Auch das Argument, durch Veränderungen des Protein- oder Vitamingehaltes von Nutzpflanzen und außerdem durch die Erweiterung des Spektrums an Nutzpflanzen als Beitrag zur Bekämpfung von Mangelernährung wird als positiver Aspekt der Agrogentechnik gesehen (vgl. IRRGANG et al. 2000, S. 34). Nach Aussagen der führenden Saatgutkonzerne²⁸ lässt sich der Hunger in den Entwicklungsländern lindern, da Pflanzen mit bestimmten gentechnischen Resistenzeigenschaften Missernten minimieren und wie im Fall des Golden Rice (vgl. Kap. 2.2.2) Mangelerscheinungen bekämpft werden.

Kritiker widerlegen das Argument der Hunger- bzw. Krankheitsbekämpfung, da sie die ökonomischen Interessen in diesem Zusammenhang moralisch bemängelt sehen (vgl. AID 2003, S. 30). Zudem kamen internationale Experten auf einer Konferenz der Welternährungsorganisationen FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO) im März 2002 zu dem Schluss, dass die Agrogentechnik in asiatischen und pazifischen Staaten bisher praktisch nichts zur Verringerung des Hungers beigetragen habe. Die Technologie müsse erst noch beweisen, dass sie für die armen Länder tatsächlich von Nutzen sei (vgl. FAO 2001). Verluste machten beispielsweise US-Farmer, die gv-Mais anbauten, da das Saatgut teurer als konventionelles ist (vgl. AID 2003, S. 29; vgl. HEINE et al. 2002, S. 124 ff.).

Problematisch sind sicherlich auch die Patentansprüche der Biotechnologie-Konzerne, die einen Großteil aller Patente auf gentechnische Erfindungen besitzen, wodurch sie sich exklusive Verwertungsrechte auf viele veränderte Pflanzensorten sichern. Durch ein Abkommen der WELTHANDELSORGANISATION WTO – das *Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights*, kurz *TRIPS* – lassen sich diese Patentansprüche auch international geltend machen. Das bedeutet, dass „Entwicklungsländer die in der Ersten Welt entwickelten Gentech-Sorten nur nutzen [dürfen], wenn sie entsprechende Lizenzen erwerben.“ (AID 2003, S. 31). Dadurch könnten ärmere Länder von der Technologie ausgeschlossen werden und das Wohlstandsgefälle zwischen Nord und Süd könnte weiter verfestigt werden.

²⁸ Zu den führenden Saatgutkonzernen gehört u.a. die Firma *Monsanto*, von der ein Großteil des weltweit genutzten GVO-Saatguts stammt.

Laut AID räumen selbst Fürsprecher der Agrogentechnik ein, dass diese bisher keinen erkennbaren Vorteil für einzelne Verbraucher besitzen (vgl. AID 2003, S. 28).

Auch aus landschaftsökologischer Sicht kann der Einsatz der Agrogentechnik negative Folgen mit sich bringen. Insbesondere die Auswirkungen, die die Arten, das Ökosystem und die Landschaft bzw. das Landschaftsbild betreffen – wie in Anh. – Tab. 10 bzw. Kapitel 2.4.3 aufgezeigt – verdeutlichen die ganzheitlichen und komplexen Effekte dieser ‚Zukunftstechnologie‘. Schließlich sind an die ökologischen Folgen auch negative Wirkungen auf die dem Agrarsektor nachgelagerten Wirtschaftszweige zu erwarten, wenn es z.B. um die Vermarktung von gv-Lebensmitteln geht (vgl. BARTH et al. 2003, S. 67 ff.).

3 Biosphärenreservat Rhön

In der vorliegenden Arbeit sollen die positiven und negativen Effekte, mit denen durch Einsatz von GVO für das Biosphärenreservat Rhön zu rechnen ist, dargestellt werden. Daher ist es notwendig, den Naturraum Rhön und das Programm der UNESCO-Biosphärenreservate vorzustellen.

3.1 Naturraum Rhön

Die Rhön gehört zu den höheren Mittelgebirgen Deutschlands – am höchsten Punkt, der Wasserkuppe, werden 950 müNN erreicht. Das Mittelgebirge befindet sich im Länderdreieck Bayern, Hessen und Thüringen. Flachwellige Hochplateaus, markante Kegel, Kuppen und Rücken sowie weite Talauen sind für die Landschaftsgestalt des Rhöngebirges kennzeichnend (vgl. GREBE 1995, S. 43). Die heute anzutreffende charakteristische Kulturlandschaft und wertvolle Natur der Rhön ist das Erbe einer traditionsreichen und landschaftsangepassten Nutzung über viele Jahrhunderte (vgl. GREBE 1995, S. 75).

3.1.1 Historische Entwicklung der Kulturlandschaft

Frühe Siedlungsspuren in der Rhön finden sich bereits in der jüngeren Steinzeit (4000 bis 2000 v. Chr.), erste größere Siedlungen entstanden ab 500 v. Chr. Neben der Tierhaltung breitete sich nach und nach der Ackerbau aus. Während des frühen Mittelalters fanden umfangreiche Rodungen der von Natur aus fast ausschließlich vorkommenden großflächigen Buchen- und Buchenmischwälder statt (vgl. GREBE 1995, S. 76). Neben der Abholzung beeinflusste auch der zunehmende Weidebetrieb den Rückgang der Buchenwälder (vgl. BORNHOLDT et al. 2000, S. 16), so dass vermutlich zur Zeit des späten Mittelalters in groben Zügen die heutige Feld-Wald-Verteilung entstanden ist. Durch Waldweide und Niederwaldnutzung waren die Feld-Wald-Grenzen damals vermutlich fließend (vgl. GREBE 1995, S. 47).

Die noch heute die Rhön charakterisierenden Borstgrasgesellschaften und Goldhaferwiesen entstanden durch extensive Beweidung der Huteweiden. Die Milchviehhaltung spielte zu dieser Zeit nur eine geringe Rolle, allerdings waren neben Pferden und Ochsen große Schafbestände vorhanden. Mit der Industrialisierung im 19. Jahr-

hundert nahm die Bedeutung der Milchviehwirtschaft in der Rhön stark zu; damit verbunden war die Ausdehnung von Grünland (vgl. GREBE 1995, S. 77).

Um die Lebensbedingungen und die Wirtschaftsstruktur in der Rhön zu verbessern, wurden im 19. und 20. Jahrhundert zahlreiche Planungen entwickelt, zu deren wichtigsten Bestandteilen Meliorationsmaßnahmen zur Optimierung der landwirtschaftlichen Struktur, Aufforstungen der Hochrhön und dabei die Anlage von Windschutzstreifen mit Fichten gehörten. Anfang des 19. Jahrhunderts wurden weitere Maßnahmen, insbesondere durch Entwässerung, Waldschutzstreifen und Nutzung als Jungviehweiden zur Intensivierung der Grünlandnutzung durchgeführt. Insgesamt zeigten die eingeleiteten Maßnahmen, die Rhön in ertragreiches Kulturland umzuwandeln, keine eklatante Wirkung (vgl. GREBE 1995, S. 77 f.).

3.1.2 Abiotische Umweltfaktoren

3.1.2.1 Geologie und Geomorphologie

Die Rhön ist eine typische Mittelgebirgslandschaft mit einem großen Formenreichtum. Die Landschaftsform der Rhön ist ganz wesentlich durch vulkanische Tätigkeiten im Tertiär und nachfolgende Abtragungsprozesse bestimmt. Vor allem prägen Basalt, Muschelkalk und Buntsandstein das Gebiet. Entsprechend der Geologie lassen sich drei Landschaftstypen, das *Rhönvorland*, die *Kuppige Rhön* und die *Hohe Rhön* unterscheiden. Durch geologische Prozesse in jüngerer Zeit entstanden Eintiefungen bzw. Aufschotterung von Tälern, Ablagerungen von Löß, Bildung von Block- und Hangschutt sowie Hochmooren auf abflusslosen Sattellagen. Geologische Besonderheiten sind Seen und Moore in Erdfalltrichtern, die durch Auslaugung von Zechsteinsalzen entstanden sind (vgl. GREBE 1995, S. 44 f.).

3.1.2.2 Klima

Die Rhön wird durch die gemäßigte Klimazone der Nordhalbkugel geprägt. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt zwischen 1.150 mm/m^2 und 575 mm/m^2 (LAEMMLEN 1987, S. 27), wobei die relativ großen Unterschiede der Niederschlagsmengen durch die Geländegestalt, die Windrichtung und die zunehmende Meeresferne beeinflusst werden (vgl. GREBE 1995, S. 47). Neben den groß-

klimatischen sind aber für die Rhön vor allem kleinklimatische Faktoren wichtig: Beispielsweise sind Südhänge besonders wärmebegünstigt, die in niederschlagsarmen Lagen und geringer Meereshöhe bereits submediterrane und pontische Florenelemente aufweisen, nordexponierte Hänge und Schluchten sind hingegen durch feucht-kühles Klima gekennzeichnet (ebd.). Insgesamt ist das Klima allerdings als rau und unwirtlich zu bezeichnen. „Dies trifft vor allem auf die waldfreien Plateaulagen der Hohen Rhön zu, die durch relativ hohe Niederschläge und geringe Temperaturen gekennzeichnet sind.“ (ebd.).

3.1.2.3 Boden

Für die Bildung der verschiedenen Bodentypen ist das geologische Ausgangsgestein neben den Parametern Relief und Klima die wichtigste Ausgangsgröße. Bei den Hauptbodenarten der Rhön handelt es sich um

- sandige Lehm Böden oder reine Sandböden,
- Braunerden,
- Tonböden (einige dieser Standorte neigen zu Staunässe und Pseudovergleyung),
- Ranker (kleinflächig an steilen, felsigen Buntsandsteinflanken),
- (Kalk-)Rendzinen,
- nährstoffreiche Lehme (teilweise mit mächtigen Basaltblockdecken) oder
- Braunerden-Gleye bzw. Gleyböden.

Eine Besonderheit sind die Hochmoortorfe, so das *Schwarze* und *Rote Moor*, die sich auf abflusslosen Hochlagen, Niedermoortorfe in Mulden gebildet haben.

Die lehmigen Standorte, die sich durch geringe Hangneigung und zudem hohe Lehmauflage auszeichnen, gehören zu den agrarisch günstigen Lagen der Rhön (vgl. GREBE 1995, S. 46). Durch die häufig geringe Bodengründigkeit (besonders auf Basalt- und Buntsandstein), die geologisch bedingten starken Hangneigungen und die geringen Bodenzahlen (vgl. Kap. 3.3.2.1) sowie die klimatischen Bedingungen (vgl. Kap. 3.1.2.2) existieren für den Ackerbau insgesamt eher ungünstige Voraussetzungen (vgl. SAUER 2006, mdl.).

3.1.2.4 Hydrologie

Durch den Wechsel von grundwasserleitenden und -stauenden Schichten sind mehrere Grundwasserstockwerke ausgebildet (vgl. BORNHOLDT et al. 2000, S. 21). An den Übergängen der Grundwasserleitern zu den Grundwasserstauern treten Schichtquellen auf, die häufig Quellhorizonte bilden (vgl. GREBE 1995, S. 49).

Die Rhön wird durch zahlreiche Fließgewässer nach allen Himmelsrichtungen entwässert. Eine wichtige Wasserscheide stellt die Hohe Rhön dar, wo auch die meisten Gewässer in den Quellmulden ihren Ursprung haben (ebd.). Die Quellbereiche, die sich größtenteils durch eine hohe Schutzwürdigkeit auszeichnen, befinden sich meist in Waldgebieten oder auf extensivem Grünland. Viele der Quelle werden zum Schutz ausgezäunt, um Negativeinflüsse durch die Bewirtschaftung der Fläche zu verhindern (vgl. SAUER 2006, mdl.). Die Quellbäche und Bachoberläufe verlaufen zumeist durch Waldgebiete und zeichnen sich durch überwiegend naturnahen Charakter und hohe Gewässergüte aus. Auch im Mittellauf sind die meisten Bäche der Rhön naturnah ausgebildet (Mäanderbildung, Gehölzsaum, Aue in Grünlandnutzung). Nur in kurzen Abschnitten sind sie verbaut.

Bei den natürlichen Stillgewässern der Rhön handelt es sich entweder um Kolke innerhalb von Hochmooren oder um Erdfallseen, die allerdings beide äußerst selten vorkommen (vgl. GREBE 1995, S. 50).

3.1.3 Biotische Umweltfaktoren

3.1.3.1 Vegetation

Die Vegetation der Rhön ist sehr vielseitig. In Deutschland gibt es nur wenige Gegenden, die auf vergleichbarem Raum ähnlich viele Pflanzenarten bzw. -gesellschaften aufweisen. Diese Diversität begründet sich im Zusammenspiel von kleinräumig wechselnden natürlichen Klima- und Bodenparametern und dem unterschiedlichen Ausgangsgestein sowie den verschiedenen Höhenstufen (vgl. KRAMM 2005). Das vielfältige Spektrum reicht von subatlantische bis subkontinentale und submediterrane bis dealpine verbreitete Arten. In den Hochlagen sind Pflanzenarten wie der Alpenlattich anzutreffen, die außerhalb der Alpen ihren Verbreitungsschwerpunkt in der Rhön besitzen (vgl. GREBE 1995, S. 59; vgl. KRAMM 2005).

Neben natürlichen Ausgangsbedingungen wurde die Landschaft vor allem durch die Kulturtätigkeit des Menschen geprägt (vgl. Kap. 3.1.1). Durch die extensive Weidewirtschaft konnten Arten wie Trollblume, Orchidee, Arnika oder Silberdistel gedeihen, die noch heute das Landschaftsbild charakterisieren (vgl. KRAMM 2005). Durch die Kulturtätigkeit unterscheidet sich die reale Vegetation der Rhön meist deutlich von der potentiellen bzw. ehemals natürlichen Vegetation. Es existieren nur noch wenige Flächen, die von anthropogenen Einflüssen weitgehend ausgespart sind, im Wesentlichen handelt es sich um Felsen, Blockhalden und Moore. Diese gehören neben Wäldern und Extensivgrünland zu den botanisch besonders wertvollen Lebensräumen der Rhön (vgl. GREBE 1995, S. 52).

An steilen phonolitischen und basaltischen Felshängen und Blockhalden konnte sich wegen der extrem ungünstigen Umweltbedingungen kein Wald ausbreiten. Stattdessen blieben an diesen Standorten Pflanzen erhalten, die in anderen Gegenden nach der Eiszeit vom Wald verdrängt wurden. In Felsspalten haben sich Streifenfarn-Gesellschaften ausgebildet, an schattigen, feuchten Standorten siedeln andere Farn-gesellschaften. Je nach Ausbildung des Feinerdegehalts treten Blauschwingel-Felsflur mit Pfingstnelken, Fetthennenarten, Felsmispel oder Mehlbeere auf. Verschiedene Moose und Flechten, die sonst nur in arktischen, subarktischen und alpinen Gebieten vorkommen, besiedeln in großer Dichte Geröllhalden, Steinrücken und Lesesteinhaufen (vgl. KRAMM 2005).

Auch seltene Ökosysteme wie Moorwiesen, Flach- und Hochmoore sind anzutreffen. Moore gehören bundesweit zu den seltenen Lebensräumen, wobei der Rückgang der naturnahen Hochmoore besonders hoch ist. „Mit dem Schwarzen Moor, dem Rotem Moor und weiteren kleinen Hoch- und Zwischenmooren sind im Biosphärenreservat bundesweit bedeutsame Moorlebensräume erhalten“ (GREBE 1995, S. 54). Das kühl-humide Klima und das Relief der Hohen Rhön bildeten optimale Ausgangsbedingungen für die Entstehung dieser sehr seltenen Mittelgebirgshochmoore. Neben verschiedenen Torfmoosarten zählen Wollgras, Sonnentau, Moosbeere, Krähenbeere und verschiedene Heidearten zu den charakteristischen Arten. An den trockeneren Standorten stellen sich Buschgruppen aus Birke, Salweide und verschiedenen Nadelhölzern ein. Eine Besonderheit der Moore in der Rhön ist die Karpatenbirke, die hier ihr westlichstes Verbreitungsgebiet in Mitteleuropa hat (vgl. KRAMM 2005).

„Die Wälder, die in vielen deutschen Mittelgebirgen überwiegen, nehmen in der Rhön nur etwa ein Drittel der Gesamtfläche ein“ (ebd.). Von Natur aus ist die Rhön mit ihren submontanen, montanen und hochmontanen Stufen reines Buchwaldgebiet. Durch Klimaänderungen sind heute Verschiebungen in der Konkurrenzkraft der Baumarten möglich, so dass es zur Ausbildung von ‚natürlichen‘ Mischbeständen kommt. Neben den klimatischen Veränderungen spielen in der Baumartenzusammensetzung auch anthropogene Einflüsse eine Rolle: Der Anteil der Nadelhölzer, insbesondere der Fichte, steigt ständig. Trotzdem konnten sich aber vor allem artenreiche Buchen- und Buchenmischwälder erhalten, denen abhängig von Bodenart und Höhenlage weitere Baumarten beigemischt sind (vgl. GREBE 1995, S. 51) (vgl. auch Kap. 3.3.3). Je nach Nährstoffversorgung, Bodenreaktion und -feuchtigkeit differiert die reich und gut entwickelte Krautschicht. Dadurch bilden sich sehr unterschiedliche Vegetationseinheiten aus, die vor allem auf Kalkstandorten reich entfaltet sind. Eine Besonderheit sind die vielen, ausnahmslos unter Schutz stehenden Orchideenarten dieser Wälder. Naturnahe Wälder, wie edellaubholzreiche Schuttwälder oder montane Buchenwälder, sind vor allem auf Sonderstandorten zu denen in der Rhön Basaltschutt, Steilhänge, Felsflanken oder Moore zählen, großflächig erhalten geblieben und machen mit ca. 40% der Gesamtwaldfläche einen außergewöhnlich hohen Anteil aus (vgl. GREBE 1995, S. 53).

Für die Rhön besonders charakteristisch sind die großflächigen Wiesen und Weiden. Auf Basaltplateaus der Hohen Rhön und Muschelkalkhängen der Kuppenrhön befinden sich ausgedehnte magere Grünlandflächen. Die Borstgrasrasen, Goldhaferwiesen und Kleinseggenrasen sind bedeutende Magerrasenkomplexe auf basaltischen Standorten, die durch eine ein- bis zweischürige Mähnutzung ohne bzw. mit nur geringer Düngung entstanden sind. Auf kalkhaltigen Standorten des Muschelkalkes sind großflächige Kalkmagerrasen vorhanden, die in ihrer Größe, Verbundsituation und Ausbildung in Süddeutschland einmalig sind. Vor allem die lückigen Magerrasen, die verhältnismäßig intensiv beweidet werden müssen, sind im restlichen Süddeutschland praktisch ausgestorben (vgl. GREBE 1995, S. 54).

Die Ausweisung von Gebieten der *Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie* (FFH-Richtlinie) im Biosphärenreservat geschah u.a. aufgrund des Vorkommens von Pflanzenarten, deren Erhaltung nach Anhang II der FFH-Richtlinie eine besondere Bedeutung zukommt (vgl. Kap. 3.1.3.2 und 3.3.4). Beispielsweise kommen im FFH-Gebiet ‚Hohe Rhön‘, neben bereits zuvor genannten, die gefährdeten Arten Tannen-

und Moorbärlapp, Türkenbund-Lilie, Knollige Kratzdistel oder auch Rotes Waldvöglein vor (vgl. REGIERUNGSPRÄSIDIUM KASSEL 2004).

Nach Auswertungen verschiedener floristischer Kartierungen wurden in der Rhön insgesamt 106 Pflanzenarten der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland nachgewiesen. Dadurch wird der große Beitrag deutlich, den die Rhön aufgrund standörtlicher Vielfalt und extensiver Bewirtschaftungsformen zur Erhaltung des Genpotentials Deutschlands beitragen kann. Die Arten besonnener, magerer Grünlandgesellschaften bilden in diesem Zusammenhang eindeutig den Schwerpunkt (vgl. GREBE 1995, S. 59).

3.1.3.2 Fauna

Die Zahl der in der Rhön vorkommenden Tierarten wird auf ca. 20.000 Arten geschätzt. Diese Zahl entspricht etwa der Hälfte der in Deutschland nachgewiesenen Arten (vgl. GREBE 1995, S. 61). Nach HOLZHAUSEN sind neben allgemein häufigen Arten wie Rotwild, Schwarzwild, Reh, Fuchs, Dachs, Waschbär, Feldhase und diversen Kleinsäugetern mehrere in ganz Mitteleuropa bedrohte Tierarten nachgewiesen. Zu den Kleinsäugetern sind Haselmaus, Sumpfspitzmaus, Wasserspitzmaus und als Besonderheit die Alpenspitzmaus zu zählen (vgl. HOLZHAUSEN 2006).

Die Avifauna des Biosphärenreservats Rhön hat u.a. durch das Vorkommen von Schwarzstorch, Birkhuhn²⁹, Rotmilan³⁰, Neuntöter und Wachtelkönig für mitteleuropäische Maßstäbe herausragende Bedeutung (vgl. ARBEITSGRUPPE ARTENSCHUTZ BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 1996). Als weitere Indikatorarten mit großen Revieransprüchen kommen Uhu und Auerhuhn vor. „Der Wachtelkönig, eine von 5 in Deutschland vorkommenden weltweit gefährdeten Vogelarten, erreicht in den landschaftsbestimmenden offenen Wiesenlandschaften der Langen Rhön beachtliche Bestände.“ (Ebd.). Ebenfalls sind andere typische Wiesenbrüter wie Bekassine, Wiesenpieper, Kiebitz und Steinschmätzer in den offenen Grünlandgebieten mit teils bundesweit bedeutsamen Populationen vorhanden (vgl. ebd.).

²⁹ Das Birkhuhn hat im Biosphärenreservat Rhön das größte außeralpine Vorkommen (vgl. HOLZHAUSEN 2006).

³⁰ Der Rotmilan trifft im Gebiet optimale Lebensbedingungen; Siedlungsdichten von 7-9 Brutpaaren pro 100 ha werden erreicht und liegen somit europaweit mit an der Spitze (vgl. ARBEITSGRUPPE ARTENSCHUTZ BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 1996).

„Insgesamt brüten 22 Arten des Anhang I der EG-Vogelschutzrichtlinie im Biosphärenreservat.“ (Ebd.).

In der Rhön wurden weit über 100 Tierarten der Roten Liste der Bundesrepublik dokumentiert, darunter mehrere vom Aussterben bedrohte Arten (vgl. GREBE 1995, S. 61). Die Ausweisung von Schutzgebieten (z.B. FFH-Gebieten oder Vogelschutzgebieten) geschah auch aufgrund des Vorkommens von Tierarten, deren Erhaltung nach den Anhängen der FFH- bzw. Vogelschutzrichtlinie eine besondere Bedeutung zukommt (vgl. auch Kap. 3.1.3.1 und 3.3.4). Beispielsweise kommen im FFH-Gebiet ‚Hohe Rhön‘, neben bereits zuvor genannten, die gefährdeten Arten Gebirgsstelze, Kleinspecht, Flussnapfschnecke und Sumpfschnecke vor (vgl. REGIERUNGSPRÄSIDIUM KASSEL 2004).

3.2 UNESCO-Programm ‚Der Mensch und die Biosphäre‘

Das Programm ‚Der Mensch und die Biosphäre (MAB)‘ wurde 1970 von der UNESCO (UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION) gegründet. Es zeichnet sich durch ein zwischenstaatliches und interdisziplinäres Wissenschaftsprogramm aus, das die Beziehungen zwischen dem Menschen und der Biosphäre untersucht. Unter *Biosphäre* werden alle Schichten der Erde (Atmo-, Hydro- und Pedosphäre) zusammengefasst, die mit Lebewesen besiedelt sind.

„In der Praxis bietet das MAB-Programm den Mitgliedstaaten die Möglichkeit, auf regionaler Ebene aber mit globalem Bezug nachhaltige Entwicklung, wie sie die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 gefordert hat, zu praktizieren und damit zur Erhaltung der biologischen Vielfalt beizutragen.“ (BFN 2006a)

Biosphärenreservate gelten als Instrument des MAB-Programms. Regionen, die das Prädikat eines UNESCO-Biosphärenreservats erhalten wollen, haben bestimmte, international festgelegte Kriterien zu erfüllen (vgl. BFN 2006a). Die internationalen Vorgaben werden durch Paragraph 25 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) im deutschen Recht verankert. Demnach sind Biosphärenreservate rechtsverbindlich festgesetzte, einheitlich zu schützende und zu entwickelnde Gebiete, die großräumig und für bestimmte Landschaftstypen charakteristisch sind. In wesentlichen Teilen ihres Gebiets müssen die Voraussetzungen eines Naturschutzgebietes, im Übrigen

überwiegend die eines Landschaftsschutzgebiets erfüllt sein. Vornehmlich dienen sie der Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung einer durch hergebrachte vielfältige Nutzungen geprägten Landschaft und der darin historisch gewachsenen Arten- und Biotopvielfalt, einschließlich Wild- und früherer Kulturformen wirtschaftlich genutzter oder nutzbarer Tier- und Pflanzenarten (§25, Abs. 1, BNatSchG). Um die gesetzten Ziele zu erreichen, stellen

„die Länder [...] sicher, dass Biosphärenreservate unter Berücksichtigung der durch die Großräumigkeit und Besiedlung gebotenen Ausnahmen über Kernzonen, Pflegezonen und Entwicklungszonen entwickelt werden und wie Naturschutzgebiete geschützt werden.“ (§25, Abs. 2, BNatSchG).

Auch in der Definition der Ständigen Arbeitsgruppe der Biosphärenreservate in Deutschland heißt es, dass sich Biosphärenreservate „abgestuft nach dem Einfluss menschlicher Tätigkeit in eine Kernzone, eine Pflegezone und eine Entwicklungszone, die gegebenenfalls eine Regenerationszone enthalten kann [gliedern].“ Zudem werden in Biosphärenreservaten

„gemeinsam mit den hier lebenden und wirtschaftenden Menschen – beispielhafte Konzepte zu Schutz, Pflege und Entwicklung erarbeitet und umgesetzt. Biosphärenreservate dienen zugleich der Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen, der Ökologischen Umweltbeobachtung und der Umweltbildung.“ (AGBR 1995, S. 5).

Alle am MAB-Programm mitarbeitenden Staaten sind selbst für die Ausgestaltung eines nationalen Beitrages zum internationalen Programm verantwortlich. Das heißt (auch), dass Biosphärenreservate ausschließlich der Hoheitsgewalt desjenigen Staates unterliegen, in dem sie sich befinden (vgl. UNESCO 1996, S. 20)

Gemäß den internationalen Leitlinien für das weltweite Netz der Biosphärenreservate soll durch die allgemeinen Schutzstrategien ein „Beitrag zur Erhaltung von Landschaften, Ökosystemen, Arten und genetischer Vielfalt“ (UNESCO 1996, S. 20) geleistet werden. Zudem geht es um die „Förderung einer wirtschaftlichen und menschlichen Entwicklung, die soziokulturell und ökologisch nachhaltig“ (ebd.) ist. Außerdem sollen „Demonstrationsprojekte, Umweltbildung und -ausbildung, Forschung und Umweltbeobachtung im Rahmen lokaler, regionaler, nationaler und weltweiter Themen des Schutzes und der nachhaltigen Entwicklung“ (UNESCO 1996, S. 21) gefördert werden.

Durch die Verknüpfung der drei Funktionen Erhaltung, Entwicklung und Vernetzung (s. Abb. 7) „sollen Biosphärenreservate Modellstandorte zur Erforschung und Demonstration von Ansätzen zum Schutz und nachhaltiger Entwicklung auf regionaler Ebene sein“ (UNESCO 1996, S. 20).

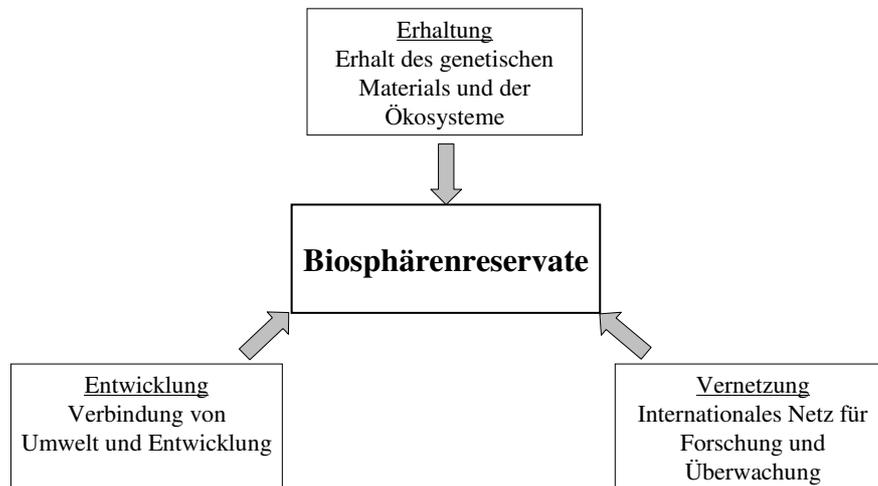


Abbildung 7: Biosphärenreservate: Erhaltung, Vernetzung und Entwicklung

Quelle: Eigene Darstellung nach UNESCO 1990, S. 16

Es wird deutlich, dass die Zielsetzung von Biosphärenreservaten sehr breit angelegt ist. Anstatt einzelne Teilräume der vom Menschen weitgehend unbeeinflussten Landschaften in Form von Schutzgebieten abzugrenzen, geht es um die Einbindung der vielfältigen Nutzungsansprüche des Menschen in ein integriertes Gesamtkonzept. In Biosphärenreservaten soll demonstriert werden, dass eine nachhaltige Nutzung der Biosphäre möglich ist, ohne zerstörend auf sie einzuwirken. Daher besitzen Biosphärenreservate Modellcharakter: In ihnen werden Strategien zum menschlichen Wirtschaften und Handeln im Einklang mit der Natur erarbeitet. „Dieser Anspruch kann nicht in abgelegenen, vom Menschen unbeeinflussten Schutzgebieten erreicht werden“ (GREBE 1995, S. I).

Im Gegensatz zu Nationalparks werden in Biosphärenreservaten verschieden intensiv genutzte Landschaften, von sehr naturnahen Ökosystemen bis hin zu intensiv landwirtschaftlich oder baulich genutzten Gebieten, unterschieden. Räumlich werden diese Gebiete in Form einer *Zonierung* (s. Kap. 3.3.1) voneinander abgegrenzt. Durch die Zonierung werden unterschiedliche Entwicklungsziele räumlich differenziert umgesetzt, so dass eine sinnvolle Raumentwicklung unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gegebenheiten ermöglicht wird (ebd.). Alle zehn

Jahre wird der Zustand jedes Biosphärenreservates überprüft und entsprechend dokumentiert (UNESCO 1996, S. 22).

Derzeit werden in 14 deutschen Biosphärenreservaten (s. Anh. – Abb. 8) mit einer Gesamtfläche von knapp 1,6 Mio. ha, die UNESCO-Vorgaben zum MAB-Programm umgesetzt (vgl. BfN 2006b). Dies entspricht einem Anteil von 4,43% der Gesamtfläche Deutschlands (vgl. Mayerl 2004, S. 27 und 41). Weltweit existieren insgesamt 489 Biosphärenreservate in 102 Ländern (vgl. BfN 2006b).

3.3 Das Biosphärenreservat Rhön

Im März 1991 wurde die Rhön von der UNESCO als Biosphärenreservat ausgewiesen und Mitglied des MAB-Programms. Das Biosphärenreservat Rhön besitzt eine Gesamtfläche von 184.939 ha, wobei auf die bayrische Landesfläche 72.802 ha, auf die hessische 63.564 ha und auf die thüringische Landesfläche 48.573 ha entfallen (s. Anh. – Abb. 9). 77.000 ha (41%) der Flächen werden forstwirtschaftlich genutzt. Weitere 55.000 ha (30%) sind Grünländereien und 41.000 ha (22%) Ackerflächen. Die Bereiche Siedlung, Verkehr und Sonstiges nehmen eine Fläche von 14.000 ha (7%) ein (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006a).

Das Biosphärenreservat Rhön hat drei Verwaltungsstellen – Oberelsbach für Bayern, Wasserkuppe für Hessen und Kaltensundheim für Thüringen. Außerdem gibt es zahlreiche Institutionen, welche die Umsetzung der Zielsetzungen unterstützen, wie z.B. der *Verein Natur- und Lebensraum Rhön*. Ein umfangreiches Rahmenkonzept zu den Themen Schutz, Pflege und Entwicklung dient als Grundlage für das Handeln und Wirken aller (institutionalisierter) Personen im Biosphärenreservat Rhön.

Vorrangige Aufgabe des Biosphärenreservats Rhön ist der Schutz der Natur im Einklang mit einer nachhaltigen Nutzung der Lebensgrundlagen. Das bedeutet, die Kulturlandschaft durch nachhaltige Landnutzung zu erhalten, die Natur zu schützen und zu genießen, den Tourismus zu fördern und zu entwickeln, die Wirtschaft zu stärken und nachhaltig zu entwickeln sowie Umweltbildung wahrzunehmen (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006b).

3.3.1 Zonierung

Entsprechend den Vorgaben der UNESCO weist das Biosphärenreservat Rhön eine Entwicklungszone (113.257 ha), eine Pflegezone (67.483 ha) und eine Kernzone (4.199 ha) auf (s. Abb. – Anh. 10) (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006c).

Die Kernzone, die mit 2% den geringsten Anteil des gesamten Biosphärenreservats einnimmt, besteht aus ca. 30 Teilflächen, die meist größer als 100 ha sind (vgl. SAUER 2006, mdl.). In den Kernzonen ist eine „ungestörte Dynamik mit entsprechenden Biozönosen möglich.“ (GREBE 1995, S. 188). Aufgrund der Biodiversität und „um das genetische Potential weitgehend auszuschöpfen, sollten Kernzonen auf allen Standorten [...] in der Landschaft vertreten sein.“ (Ebd.). Bei den verschiedenen natürlichen Ökosystemtypen der Rhön handelt es sich um Laubwald-, Moor- und Fließgewässerökosysteme sowie um Ökosysteme offener Blockhalden. Der Schwerpunkt bei der Ausweisung der Kernzonen liegt „bei den besonders rhöntypischen Einheiten, den Basalthochlagen mit Mooren, den Basaltkuppen und -hängen.“ (GREBE 1995, S. 191). In den Kernzonen sollen sich ohne menschliche Eingriffe weitgehend natürliche Ökosysteme entwickeln. Vorrangig soll durch die Ausweisung der Kernzonen ein naturschutzfachlicher Beitrag zum Arten- und Ökosystemschutz geleistet werden. Zudem gehören die Flächen der Kernzone zu den seltensten Ökosystemen Deutschlands, da auf jegliche Nutzung verzichtet wird. Daher wird „die natürliche Lebensraumvielfalt mit entsprechender Artenausstattung und der Möglichkeit einer evolutiven Entwicklung der Arten unter natürlichen Bedingungen“ (GREBE 1995, S. 188) gewährleistet. Bei den Teilflächen der Kernzone handelt es sich ausnahmslos um FFH-Gebiete, Natura-2000-Gebiete und/oder Naturschutzgebiete (vgl. SAUER 2006, mdl.). Diese Schutzgebietsausweisungen unterstreichen die Seltenheit und den Schutzcharakter der Flächen.

Die Pflegezone umfasst in der Rhön die Gebiete, die für den Charakter und die Eigenart des Landschaftsbildes besonders bedeutsam sind, nämlich „großflächige, zusammenhängende naturnahe Bereiche mit einer arten- und strukturreichen Agrarlandschaft im Komplex mit naturnahen Wäldern.“ (GREBE 1995, S. IV). In der Pflegezone soll durch naturschutzfachliche und landschaftspflegerische Maßnahmen ein Beitrag zur Erhaltung der traditionellen und „besonders erhaltungswürdigen“ (GREBE 1995, S. 196) Kulturlandschaft geleistet werden. Zudem hat sie eine hohe

Bedeutung für die Forschung, ökologische Umweltbeobachtung und Umweltbildung, „insbesondere hinsichtlich extensiv genutzter Grünlandökosysteme, Heckenlandschaften und naturnaher Wälder.“ (Ebd.). Die Pflegezone nimmt einen relativ großen Flächenanteil von 36,4% ein. Um in diesem Bereich differenzierten Maßnahmen gerecht werden zu können, ist eine Zweiteilung in die Pflegezone A und B vorgenommen worden. In der Pflegezone A (7,8%) befinden sich die besonders empfindlichen, extensiv genutzten und störungsarmen Hochlagen – dem Schutz der Landschaft und der Pflanzen- und Tierwelt kommen hier höchste Bedeutung zu. Die Pflegezone B (28,7%) umfasst die für den Natur- und Lebensraum Rhön besonders charakteristischen Kulturlandschaften. Die Pflegezone B ergänzt und vernetzt die Kernzone und die Pflegezone A.

Die Entwicklungszone hat mit 62% den größten Anteil am Biosphärenreservat Rhön. Dieser Zone kommt für die wirtschaftliche Entwicklung der Region die wichtigste Bedeutung zu, da hier die (günstigen) Standorte für die land- und forstwirtschaftliche Produktion ebenso wie die Siedlungen und Gewerbegebiete liegen. In der Entwicklungszone kommt besonders der den Biosphärenreservaten eigene Gedanke der Modellregion zum Tragen, indem demonstriert wird wie der Mensch die Biosphäre nutzen kann, ohne sie zu zerstören. Deshalb soll die Nutzung der Entwicklungszone in beispielhafter Weise umweltverträglich und nachhaltig erfolgen. „Die in der industrialisierten Welt besonders wichtigen Fragen des schonenden Umgangs mit den Ressourcen der Erde sollen hier modellhaft umgesetzt werden.“ (GREBE 1995, S. V).

3.3.2 Landwirtschaft

Bei der Entwicklung der noch heute in der Rhön anzutreffenden und das Mittelgebirge prägenden traditionell gewachsenen und biodiversen Kulturlandschaft spielt die landwirtschaftliche Nutzung die wesentliche Rolle. Um diese wertvolle Kulturlandschaft mit ihrer hohen Biodiversität, also der herausragenden Arten- und Lebensraum-Ausstattung (s. Kap. 3.1.3), zu erhalten, kommt es vor allem auf die Bewahrung der derzeitigen Qualität an. Dies soll durch die weitere Bewirtschaftung und Pflege der extensiv genutzten Grünlandgebiete und der reich strukturierten Heckenlandschaft durch die Landwirtschaft umgesetzt werden (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006d).

Etwa 54% der Landschaft werden landwirtschaftlich genutzt. Die Landwirtschaft hat die Funktionen das Landschaftsbild – die Rhön als ‚Land der offenen Fernen‘ – zu erhalten. Ebenso soll sie die Produktion möglichst hochwertiger Nahrungsmittel gewährleisten, wildlebende Tier- und Pflanzenarten schützen sowie zum Erhalt alter Haustierrassen, z.B. des Rhönschafs oder des Roten Höhenviehs, beitragen. Für die nachhaltige Nutzung der Kulturlandschaft sind ebenfalls der Schutz der Ressourcen Wasser und Boden und die Stabilisierung des Naturhaushaltes von Relevanz. Ein Ziel der Landwirtschaft sollte daher sein, die natürliche Bodenfruchtbarkeit nachhaltig zu erhalten und keine erheblichen negativen Auswirkungen, auch nicht auf die weiteren Umweltmedien Luft, Wasser, Tiere und Pflanzen zuzulassen. Außerdem sind „an intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen angrenzende wertvolle Biotope [...] nicht zu beeinträchtigen“ (BIOSPÄHÄRENRESERVAT RHÖN 2006e). Die Sicherung der Lebensraumqualität ist auch auf intensiven Nutzflächen zu gewährleisten. Besonders durch den ökologischen Landbau (s. Kap. 4.2.4) können diese Forderungen gut erfüllt werden. Im Biosphärenreservat Rhön ist die Aufrechterhaltung der Landwirtschaft auf Flächen mit ungünstigen Standortgegebenheiten erforderlich. Die notwendigen Aufgaben der Landschaftspflege soll weiterhin der ortsansässige Landwirt erbringen und somit als ‚Bewahrer der Kulturlandschaft‘ fungieren (ebd.).

Durch eine freiwillige Extensivierung der Bewirtschaftung soll in der Rhön die allgemein notwendige Verringerung der Agrarproduktion in bisher besonders intensiv genutzten Gebieten erfolgen. Dies soll allerdings nicht durch großflächige Stilllegungen oder Aufforstungen von Grenzertragsflächen geschehen. Vielmehr soll durch wirtschaftliche Rahmenbedingungen eine zufrieden stellende Bewirtschaftung ermöglicht werden und dies ohne intensive Düngung und ohne Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Für andere europäische Mittelgebirge hat die Rhön u.a. in diesem Aspekt Modellfunktion, da das Ziel verfolgt und teilweise bereits umgesetzt wird, eine abgestufte Nutzungsintensität (sog. *Kulturgradient*) abhängig von der Standortqualität und Belastbarkeit der Flächen einzurichten (vgl. GREBE 1995, S. VIII).

Zur Förderung der Landwirtschaft bei ihren wichtigen Aufgaben der Pflege und Erhaltung der Kulturlandschaft, werden im Rahmenkonzept konkrete Ziele und Maßnahmen genannt: So soll

- die Milchkuhhaltung,
- die Nutzung der Grünlandflächen,
- die Direkt- und Regionalvermarktung (vgl. Kap. 4.5.2),
- die Entwicklung eines Herkunftszeichens bzw. Gütesiegels (vgl. Kap. 4.5.2.1)
- die überbetriebliche Zusammenarbeit (besonders bei der Vermarktung),
- die Nutzung der bestehenden naturschutzfachlichen und landwirtschaftlichen Förderprogramme (durch Beratung) und
- die Nutzung sonstiger Zuverdienstmöglichkeiten durch außerlandwirtschaftliche Tätigkeiten

gefördert werden (vgl. GREBE 1995, S. 213 ff.).

All diese Maßnahmen des Rahmenkonzepts zielen in erster Linie auf freiwillige Mitarbeit der Landwirte ab. Da jedoch immer mehr landwirtschaftliche Betriebe aufgegeben werden, kommt es zu einem Konflikt, der „das Schutzziel [...] der Rhön, die Erhaltung der Kulturlandschaft, in der Substanz gefährdet.“ (BIOSPÄHÄRENRESERVAT RHÖN 2006e). Daher ist es die Hauptaufgabe des Biosphärenreservats eine Lösung dieses Konflikts zu finden.

Die allgemeinen landwirtschaftlichen Verhältnisse der Rhön spiegeln sich u.a. in den Angaben über die Flächenstruktur, Kulturarten und Viehhaltung sowie der Agrar- und Betriebsstruktur wider. Kenntnisse darüber sind die Voraussetzung für die Einschätzung der zukünftigen Entwicklung und die Erarbeitung von Konzepten einer umweltschonenden Landnutzung (vgl. GREBE 1995, S. 80).

3.3.2.1 Flächenstruktur, Kulturarten und Viehhaltung

Für die Rhön ist ein kleinflächiger Wechsel von Acker- und Grünlandflächen charakteristisch, wobei ein großer Teil der landwirtschaftlichen Flur durch Hecken, Obstgehölze und Raine dicht strukturiert ist. Einige großflächig ausgeräumte Landschaftsabschnitte befinden sich im nördlichen Bereich der Rhön sowie in den Tief- und Beckenlagen Thüringens (vgl. GREBE 1995, S. 81).

Aufgrund der in der Hohen Rhön vorherrschenden ungünstigen klimatischen Verhältnisse und der geringen Bodengüte (vgl. Kap. 3.1.2) sind die Ackerflächen aus früheren Zeiten in Grünlandgebiete umgewandelt worden. Ebenso sind in der Vorder- und Kuppenrhön sowie den höheren Lagen der Südrhön große Grünlandgebiete vorhanden (ebd.). Der Grünlandanteil liegt im gesamten Biosphärenreservat

bei 56,5% (vgl. SAUER 2006, mdl.). Die tieferen Lagen – vor allem im Randbereich des Biosphärenreservates – werden hingegen zum größten Teil ackerbaulich genutzt. Die natürlichen Standortgegebenheiten sind allerdings meist als ‚mittel‘ einzustufen (vgl. auch Kap. 3.1.2.3). Selbst die besten landwirtschaftlichen Böden in diesem Bereich erreichen nur Bodenzahlen um 60 Punkte (vgl. GREBE 1995, S. 81), in den höheren Lagen liegen sie bei lediglich 20 Punkten (vgl. SAUER 2006, mdl.).

Auf ca. 22% (40.400 ha) des Biosphärenreservats wird Ackerbau betrieben, wobei auf ca. 66% dieser Ackerflächen Getreideanbau stattfindet. Zu 50% wird Wintergerste, zu 25% Triticale und zu 15% Weizen angebaut. Auf den übrigen Flächen findet der Anbau von Roggen und Hafer statt. In den letzten Jahren haben die Ölfrüchte, dabei vor allem Raps, im Anbau stark zugenommen. Alle anderen Feldfrüchte wie Kartoffeln, Feldfutter oder Silomais spielen eine untergeordnetere Rolle. Möglicherweise ist in Verbindung mit nachwachsenden Rohstoffen, z.B. Raps (vgl. Kap. 4.3.3) mit einer Spezialisierung im Anbau von nur wenigen Sorten zu rechnen (vgl. SAUER 2006, mdl.).

Von den 2.970 Betrieben im Biosphärenreservat Rhön halten 2.600 Betriebe Tiere: 1.800 Betriebe halten Rinder, 1.000 Betriebe Milchkühe. Die Milchviehhaltung hat im Hinblick auf die Tierhaltung die größte Bedeutung und ist für die Erhaltung der Grünlandnutzung enorm wichtig. Milch ist für die Rhöner Landwirte noch immer die Haupteinnahmequelle (vgl. SAUER 2006, mdl.). Neben der Milchviehhaltung nimmt in den Ackerbaugebieten auch die Mastbullenhaltung einen hohen Stellenwert ein, wobei die entsprechenden Betriebe vom Grünlandanteil in der Rhön weitgehend unabhängig sind. In den tieferen Lagen der Rhön ist auch die Schweinehaltung von Bedeutung, wobei statistisch zwar von verhältnismäßig vielen Betrieben Schweine gehalten werden, die Gesamtzahl der Tiere jedoch gering ist (vgl. GREBE 1995, S. 81). Aus naturschutzfachlicher und landschaftspflegerischer Sicht kommt der Schafhaltung in der Rhön eine besondere Bedeutung zu, allerdings ist hier so wie im gesamten Bundesgebiet ein deutlicher Rückgang der ehemals verbreiteten Wanderschafhaltung zu verzeichnen. Dadurch ist die aus Sicht des Naturschutzes dringend erforderliche Beweidung der großflächigen Kalkmagerrasen zunehmend gefährdet (vgl. GREBE 1995, S. 82). Insgesamt ist davon auszugehen, dass der Viehbesatz weiterhin stark rückläufig sein wird (vgl. SAUER 2006, mdl.).

3.3.2.2 Agrar- und Betriebsstruktur

In den drei Ländern Bayern, Hessen und Thüringen des Biosphärenreservats sind hinsichtlich der landwirtschaftlichen Betriebsstruktur durch die voneinander abweichende historische Entwicklung unterschiedliche Ausgangslagen gegeben. Während in Bayern und Hessen die Betriebe vorwiegend traditionell in Familienbesitz sind und meist eine Größe unter 50 ha (durchschnittlich 5 bis 25 ha) haben, sind die Betriebe Thüringens Agrargenossenschaften (vor der Wende *Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaften*) mit Betriebsgrößen bis zu 3.000 ha (vgl. GREBE 1995, S. 82 f.). Insgesamt liegt die durchschnittliche Betriebsgröße im Biosphärenreservat derzeit bei 31 ha (vgl. SAUER 2006, mdl.).

Im Jahr 2003 waren im Biosphärenreservat 2.970 Betriebe, die eine Fläche von 91.925 ha bewirtschafteten, ansässig. Die Verteilung auf Haupt- und Nebenerwerbsbetriebe (2003) ist exemplarisch für den hessischen Teil des Biosphärenreservats mit entsprechenden Vergleichszahlen für das Land Hessen aus Tabelle 3 ablesbar.

Tabelle 3: Haupt- und Nebenerwerbsbetriebe

Quelle: Eigene Darstellung nach SAUER 2006, mdl. und HMULV (HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ) 2004, S. 4

	Anzahl HE-Betriebe 2003	Anzahl NE-Betriebe 2003
Biosphärenreservat, hessischer Teil	523	1.179
Bundesland Hessen	8.375	16.008

HE = Haupterwerbsbetriebe, NE = Nebenerwerbsbetriebe

Unabhängig von der Betriebsgröße und -art wird für das Biosphärenreservat eine Umstellung innerhalb der Landwirtschaft gefordert, denn „gerade in den ertragsungünstigen Mittelgebirgsräumen sollte die Landwirtschaft versuchen, sich durch umweltgerechte Produktion klar von dem Negativ-Image der industriellen Landwirtschaft zu distanzieren.“ (GREBE 1995, S. 213). Schließlich ist in der Rhön die Konkurrenzfähigkeit unter Weltmarktbedingungen bei höchstem Produktionsniveau ohnehin nicht möglich. „So stellt sich die Problematik Landwirtschaft und Naturschutz in der Rhön weniger der Überproduktion und Intensivnutzung, sondern vielmehr im stetigen Rückzug der Bewirtschaftung.“ (Ebd.).

Dementsprechend ist das Oberziel vor allem in den von Natur aus ertragsgünstigeren Gebieten (insbesondere in der Vorder-, Kuppen- und Südrhön) die Erhaltung des Ertragspotentials durch den Schutz der Ressource Boden zu erreichen. Außerdem wird auf die maximale Ausnutzung biotischer Selbstregulation gesetzt. Neben Artenschutzzielen soll die Schutzstrategie des Biosphärenreservates den Anforderungen der Agrarökologie genügen. Besonders der integrierte und biologische Pflanzenbau benötigt naturnahe Ausgleichsflächen, beispielsweise als Lebensraum für Nützlinge. Häufig können die Ziele des Artenschutzes mit denen der Agrarökologie und des Ressourcenschutzes gut und unschwer vereinbart werden. Als Beispiele sind Pufferstreifen an Fließgewässern und die extensive Nutzung von Steilhängen oder Auen zu nennen. „Bei der Bewirtschaftung haben biologische, biotechnische, pflanzenzüchterische, anbau- und kulturtechnische Maßnahmen Vorrang. Im Biosphärenreservat Rhön sind ökologische Anbauformen sowie im Übergang der integrierte Pflanzenschutz zu fördern.“ (GREBE 1995, S. 213 f.) (vgl. auch Kap. 4.2.1).

3.3.3 Forstwirtschaft

Mit einer Gesamtfläche von 76.700 ha (ca. 41% der Gesamtfläche des Biosphärenreservats Rhön) ist der Wald nach der Landwirtschaft die wichtigste Landnutzungsform. Im Wesentlichen bilden die ungünstigeren landwirtschaftlichen Produktionsflächen die Waldstandorte, wie z.B. mehr oder weniger steile Hänge, Blockschutthalden, Gleye und nasse Torfböden (vgl. GREBE 1995, S. 94).

Im Biosphärenreservat Rhön kommen alle Waldbesitzkategorien vor: Im hessischen Teil dominiert mit 59% der Privatwald (30% Staatswald), im bayerischen Teil hingegen mit 51% der Staats- bzw. Landeswald (nur 17% Privatwald). Im thüringischen Teil verteilen sich die Besitzkategorien relativ gleich auf Staats-, Privat- und Kommunalwald (ebd.).

Nach einer Luftbildauswertung entfallen über 40.000 ha (das sind 55% aller Wälder im Biosphärenreservat Rhön) auf Laubholzbestände bzw. Mischbestände mit überwiegend Laubholz. „Damit entsprechen weite Teile der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation oder kommen ihr sehr nahe.“ (GREBE 1995, S. 97). Rund 14.000 ha sind reine Nadelwälder und weitere 15.000 ha ‚nadelholzbetonte‘ Mischwälder, die als Folge von nicht gelungenen Erstaufforstungen mit Mischholzarten

entstanden sind (vgl. ebd.). Die charakteristische Baumartenverteilung spiegelt sich in der differenzierten, baumartenspezifischen Auswertung der hessischen Forsteinrichtungsanstalt wider (s. Anh. – Abb. 11).

Gemäß dem Rahmenkonzept gilt für die forstwirtschaftliche Nutzung eine Vermeidung weiterer Aufforstungen von mageren Grünlandflächen. Die Umsetzung dieser Forderung ist vor allem wichtig, um die Erhaltung der Lebensräume, des Landschaftsbildes und der kulturhistorischen Bedeutung der Rhön zu verwirklichen. Ein weiterer forstwirtschaftlicher Schwerpunkt liegt bei der Erhaltung der naturnahen Laubwälder durch eine naturgemäße forstliche Bewirtschaftung (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006f) (vgl. Kap. 4.3.5).

3.3.4 Naturschutz

Der Naturschutzgedanke des Biosphärenreservats Rhön bezieht sich nicht vorrangig auf den Schutz von Teilflächen unter Ausschaltung menschlicher Nutzung, sondern vor allem auf die Integration von Naturschutzzielen sowie Zielen und Ansprüchen verschiedener Landnutzungen. „Da in der Rhön die hohe Wertigkeit durch die traditionelle, vom Menschen genutzte Kulturlandschaft begründet ist, muss hier auf eine Zusammenarbeit von Naturschutz und Landnutzung besonderer Wert gelegt werden“ (BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006d), was heißt, dass das Konzept eines *integrierten Naturschutzes* Beachtung findet. Insbesondere auf den intensiveren Nutzflächen muss eine Mindestqualität an Lebensraum für Tiere und Pflanzen gewährleistet werden. Ebenfalls kommt dem Ressourcenschutz (Luft, Wasser und Boden) vor allem in intensiver genutzten Bereichen hohe Bedeutung zu (vgl. ebd.).

Grundsätzlich müssen für einen wirksamen Naturschutz aber dennoch die wertvollsten Flächen als Schutzgebiete in ausreichender Flächengröße gesichert werden. Diese Schutzgebiete fungieren als Rückzugsgebiete für gefährdete Arten (s. Kap. 3.1.3), zur Erhaltung der Genressourcen und sollen die Kernflächen für die Wiederansiedlung und Ausbreitung ehemals verbreiteter Arten darstellen (vgl. ebd.). Insgesamt sind 57.837 ha (Stand: Mai 2006) als FFH-Gebiete ausgewiesen (s. Anh. – Abb. 12), was ca. 32% der Gesamtfläche des Biosphärenreservats Rhön entspricht (vgl. SAUER 2006, mdl.). Das ‚FFH-Gebiet Hohe Rhön‘ gilt als repräsentativ für die Lebensraumtypen des Biosphärenreservats. Neben ‚allgemeinen‘ Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie Anhang I, wie *Submediterrane Halbtrockenrasen*, *Feuchte*

Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe, Berg-Mähwiesen, Übergangs- und Schwinggrasemoore, Kalkreiche Niedermoore oder Mitteleuropäische Orchideen-Kalk-Buchenwälder kommen auch einige prioritäre Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie vor. Dazu gehören *Artenreiche montane Borstgrasrasen (und submontan auf dem europäischen Festland) auf Silikatböden, Kalktuffquellen, Schlucht- und Hangmischwälder, Moorwälder und Birken-Moorwälder* (vgl. REGIERUNGSPRÄSIDIUM KASSEL 2004; vgl. MUNLV 2004).

Zu weiteren Gebieten mit Schutzkategorie gehören *EU-Vogelschutzgebiete* bzw. *Important Bird Areas (IBAs)*. Anhang – Abbildung 13 zeigt die Vogelschutzgebiete (insgesamt 41.988 ha) des hessischen Teils des Biosphärenreservats³¹. All die Flächen, die sich mit den FFH-Gebieten (vgl. Anh. – Abb. 12) überschneiden stellen Natura-2000-Gebiete dar³² (vgl. SAUER 2006, mdl.). Außerdem sind über das Gesamtgebiet verteilt Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Naturparke und -denkmale ausgewiesen. Zur Sicherung des genetischen Austausches zwischen den Schutzgebieten wurden Verbundelemente eingerichtet (vgl. GREBE 1995, S. 68 ff.).

Die Zielkonzeption des Naturschutzes im Biosphärenreservat Rhön wird durch die Zonierung (vgl. Kap. 3.3.1) großräumig umgesetzt. Diese Einteilung ersetzt selbstverständlich keine detaillierten Untersuchungen und Planungen auf lokaler Ebene. Die Grundsätze für die Detaillierung sind in Leitbildern für die verschiedenen Ökosystemtypen dargestellt (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006d).

Durch die Ausweisung von Schutzgebieten leistet das Biosphärenreservat Rhön einen Beitrag zum Schutz und zur Erhaltung von Arten, Lebensräumen und der biologischen Vielfalt.

³¹ Daten zu den Vogelschutzgebieten für den bayrischen und thüringischen Teil des Biosphärenreservats Rhön liegen den Verwaltungsstellen leider nicht vor, so dass hier nur auf den hessischen Teil eingegangen werden kann.

³² Die Gesamtdarstellung der Natura-2000-Gebiete des Biosphärenreservats Rhön ist derzeit in Bearbeitung und daher nicht verfügbar.

4 Potentielle Chancen und Risiken von GVO für das Biosphärenreservat Rhön

Die Chancen und Risiken der Agrogentechnik werden, wie in Kapitel 2.5 verdeutlicht, je nach Haltung, Einstellung und Interessenlage sehr unterschiedlich bewertet. Inwieweit die vorgebrachten Pro- und Contra-Argumente auch für das Biosphärenreservat Rhön gelten, sie verallgemeinert werden können und welche speziellen regionalen Voraussetzungen im Diskurs eine wichtige Rolle spielen, soll im Folgenden diskutiert werden. Bevor anhand verschiedener Betrachtungsebenen neben den eventuell auftretenden Negativfolgen der Agrogentechnik auch die potentiellen Vorteile herausgestellt werden, findet einleitend die Darstellung der relevanten Rahmenbedingungen statt.

4.1 Schutzgebietskategorie ‚Biosphärenreservat‘

Biosphärenreservate beinhalten verschiedene Landschaftsausschnitte, welche von siedlungsnahen Agrarflächen bis zu sensiblen Lebensräumen reichen. Entsprechend der Zonierung wird den Teilgebieten ein sehr unterschiedliches Maß an Schutzstatus zugesprochen (vgl. Kap. 3.3.1), wodurch sich für den Anbau von GVO unterschiedliche Voraussetzungen ergeben.

Der Schutzzweck eines Biosphärenreservats bezieht sich vornehmlich auf den Schutz der Kulturlandschaft, die durch hergebrachte – z.B. traditionelle Land- oder Forstbewirtschaftung – und vielfältige Nutzung entstanden ist. Falls die Ausbringung von GVO mit dem Schutzzweck des Biosphärenreservats kollidiert, ist deren Verbot zulässig. „In den Schutzzonen, welche die Anforderungen eines Naturschutzgebiets erfüllen, dürfte dies unproblematisch sein [...]. In den übrigen Teilen bedarf es einer eingehenden Prüfung und ausreichenden Begründungen, die im Einzelfall schwer zu erfüllen sein dürften.“ (LEMKE & WINTER 2001, S. 108). Dabei ist nicht etwa kollidierendes Bundesrecht, also das GenTG selbst hinderlich, sondern vielmehr der Schutz des Biosphärenreservats, der einer Gentechnikverbotsklausel im Einzelfall entgegenstehen würde. „So bedarf die Schutzkategorie nur dann einer landesrechtlichen Rechtsgrundlage, wenn sie verbindliche Regelungen enthalten soll. Es würde sich daher gegebenenfalls anbieten, Zonen innerhalb eines Biosphären-

reservats auf nicht rechtsverbindliche Weise zu ‚gentechnikfreien Gebieten‘ zu erklären.“ (Ebd.). Im Biosphärenreservat Rhön wird dieses Vorgehen, das ohne weiteres zulässig ist, bereits praktiziert, indem sich mittlerweile 1.135 Landwirte (Stand: Mai 2006) freiwillig dazu verpflichtet haben in ihren Betrieben keine GVO einzusetzen (s. Kap. 4.6.1). Für immerhin 1.835 Betriebsleiter ist der Einsatz von GVO aber möglich, da sie das Instrument des freiwilligen Verzichts nicht nutzen – die Selbstverpflichtung nicht unterzeichnet haben. Der Frage inwieweit die Nutzung von GVO in ökologisch sensiblen Gebieten eine Gefahr für Natur und Umwelt darstellen könnte und dies in rechtlicher Hinsicht umgesetzt wird, bedarf daher einer gesonderten Betrachtung:

Zum einen ist rechtlich vorgesehen, dass in die Zulassung von GVO Bedingungen „für den Schutz besonderer Ökosysteme/Umweltgegebenheiten“ (RL 2001/18/EG, Art. 19, Abs. 3) bzw. „zum Schutz bestimmter Ökosysteme/der Umwelt“ (Verordnung 1829/2003/EG, Art. 6/18, Abs. 5) aufgenommen werden können. WITTING & TAPPESER sehen in den Richtlinien die Möglichkeit schon während der Zulassung der GVO entsprechende „Einschränkungen oder Verbote bezüglich der Nutzung in bestimmten ökologisch sensiblen Gebieten“ (WITTING & TAPPESER 2005, S. 314) auszusprechen. Die Autoren sehen die Umsetzung und Gestaltung von entsprechenden Bedingungen jedoch als problematisch an, da der Anforderung eines sicheren Schutzes von Schutzgütern das „Verbot unverhältnismäßiger staatlicher Einschränkung“ (ebd.) gegenübersteht.

„Man wird sich hier gegebenenfalls mit Bestimmungen behelfen müssen, die durch die Mitgliedstaaten ausgefüllt werden. Zu denken wäre etwa an Untersagungsvorbehalte der Nutzung für den Fall, dass bestimmte Schutzgüter relevanter Schutzgebiete durch die Nutzung erheblich beeinträchtigt würden.“ (ebd.).

Zum anderen besteht die Möglichkeit, dass Einschränkungen zur Freisetzung und Nutzung von GVO durch die entsprechenden Schutzgebietsverwaltungen erlassen werden. Rechtliche Grundlage dafür ist der Paragraph 34 BNatSchG, wobei sich dieser auf die Nutzung von GVO in Natura-2000-Gebieten beschränkt: Entsprechend Paragraph 34 und 34a BNatSchG ist derjenige, der GVO freisetzen will, dazu verpflichtet, dies der zuständigen Landesbehörde zu melden. Anschließend findet eine Prüfung (u.a. anhand der Schutzgebietsverordnungen) statt, ob der GVO-Einsatz zu erheblichen Beeinträchtigungen des Natura-2000-

Gebiets führen könnte. Falls die Prüfung zu einem positiven Ergebnis kommt, „ist eine Verträglichkeitsprüfung durchzuführen, die zur Unzulässigkeit der Freisetzung bzw. der Nutzung führen kann.“ (Ebd.).

Speziell für Biosphärenreservate gibt es bisher keine allgemeingültigen rechtlichen Vorgaben bezüglich der Freisetzung und Nutzung von GVO, da sie keine formalen Schutzgebiete im Sinne des BNatSchG sind. Jedoch kann auf allen Flächen, die der Rechtsnorm Natura-2000 unterliegen der Anbau von GVO untersagt werden. Der Anbau von GVO kann allerdings auf allen nicht rechtlich geschützten land- und forstwirtschaftlichen Flächen und/oder auf Flächen, die nicht zur *Gentechnikfreien Region* (s. Kap. 4.6) gehören, stattfinden. Es gilt demnach zu erläutern, inwiefern sich für diese Gebiete Vor- und Nachteile durch den Einsatz von GVO ergeben könnten.

4.2 Landwirtschaft

Prinzipiell ist zu bedenken, dass der Einsatz von GVO im Biosphärenreservat Rhön als Großschutzgebiet anders zu bewerten ist, als beispielsweise bei der Betrachtung einer reinen Agrarlandschaft, in der die landwirtschaftliche Produktion im Mittelpunkt der Flächennutzung steht. Dennoch hat, wie in Kapitel 3.3.2 verdeutlicht, die Landwirtschaft für das Biosphärenreservat Rhön eine große Bedeutung. Nun soll herausgestellt und analysiert werden, welche potentiellen Chancen und Risiken sich durch den Einsatz von GVO als Saatgut und Futtermittel für die Landwirtschaft im Biosphärengebiet ergeben könnten.

Derzeit werden in der Rhön die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen Weizen, Gerste, Hafer, Roggen, Triticale, Dinkel, Mais, Raps, Kartoffeln, Zuckerrübe, Klee, Luzerne, Weidelgräser, Glatthafer und Sonnenblumen angebaut (vgl. SAUER 2006, mdl.). Zu all diesen Pflanzen finden gentechnische Experimente statt. In manchen Regionen der Welt werden sie bereits kommerziell angebaut und auch in der EU ist mit dem Anbau in den nächsten Jahren zu rechnen (vgl. Anh. – Tab. 3 und 5). Auch für Deutschland – wo seit 2005 bereits gv-Mais angebaut wird – bzw. die Rhön, ist der Anbau nicht auszuschließen, da das GenTG grundsätzlich den Anbau von gv-Pflanzen ermöglicht.

Zudem schließen sowohl die Vorgaben des internationalen und deutschen MAB-Komitees als auch das Rahmenkonzept den Einsatz von GVO für das Biosphären-

reservat Rhön nicht aus. So ist für den Geltungsbereich einerseits festgelegt, dass „bei der Bewirtschaftung [...] biologische, biotechnische, pflanzenzüchterische, anbau- und kulturtechnische Maßnahmen Vorrang [...] haben“ (GREBE 1995, S. S. 214). Diese Vorgaben schließen den Anbau von GVO prinzipiell nicht aus. Von Seiten des Planungsbüros, das für die Erstellung des Rahmenkonzepts zuständig war, ist der Anbau von modernen Hochleistungssorten (vgl. ebd.), zu denen gv-Pflanzen u.U. zu zählen sind, sogar angedacht. Andererseits sollen laut Rahmenkonzept „ökologische Anbauformen sowie im Übergang der integrierte Pflanzenschutz“ (GREBE 1995, S. 214) gefördert werden. Daraus ergibt sich ein Widerspruch, da die Richtlinien des ‚Ökolandbaus‘ den Einsatz von GVO in jeglicher Hinsicht verbieten (vgl. Kap. 4.2.4). Genauso wie es auf Bundes- oder Landesebene keine einheitliche Regelung zum Einsatz von GVO gibt, enthält auch das Rahmenkonzept keine stichhaltigen Aussagen zum Thema Agrogentechnik im Biosphärenreservat Rhön. Es ist allerdings zu bedenken, dass zwischen 1990 und 1995, zur Zeit der Erstellung des Konzepts der kommerzielle Anbau von GVO noch wenig verbreitet war und die Forschung, ebenso wie die öffentliche Diskussion entsprechend gering war.

Demnach kann ein Landwirt im Geltungsbereich des Biosphärenreservats sowohl zwischen konventionellem und gv-Saatgut als auch zwischen konventionellen und gv-Futtermitteln frei wählen. In Kapitel 4.2.1 werden die potentiellen Chancen und Risiken für das Biosphärenreservat Rhön, die sich durch den Einsatz von gv-Saatgut bzw. gv-Kulturpflanzen ergeben könnten und in Kapitel 4.2.3 die für gv-Futtermittel dargestellt.

4.2.1 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Kulturpflanzen

In die Zielsetzung des MAB-Programms für die Landwirtschaft im Biosphärenreservat Rhön fließen die Forderungen ein

- das landwirtschaftliche Ertragspotential insgesamt und besonders die Nutzung und Bewirtschaftung auf Flächen mit ungünstigen Standorteigenschaften aufrecht zu erhalten,
- Maßnahmen zur Extensivierung auf bisher intensiv genutzten Flächen einzuleiten,
- die Ressource Boden zu schützen (vgl. Kap. 4.4.2) und

- ohne intensive Düngung sowie ohne den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, bzw. der Minimierung dieser, zu wirtschaften

(vgl. GREBE 1995, S. 214 ff.) (vgl. auch Kap. 3.3.2).

Teilweise könnte die Realisierung dieser genannten Zielsetzungen durch den Einsatz von GVO erreicht bzw. erleichtert werden, da es durch die Agrogentechnik möglich ist, z.B. Pflanzen mit Toleranzen zu produzieren, die auf Grenzertragsflächen gut gedeihen, auf denen Landwirtschaft normalerweise schwerlich bis nicht durchführbar ist. Einige GVO versprechen zudem den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln zu verringern, da sie z.B. herbizidresistent sind; so wäre auch in diesem Punkt der Anbau von gv-Pflanzen als positiv zu bewerten. Zu den potentiellen Vorteilen, die durch den Anbau von GVO zu erwarten sind, gehören die Erreichung der von der Industrie erhofften ökonomischen positiven Effekte (vgl. IRRGANG 2000, S. 19 ff.; vgl. MENZEL et al. 2005, S. 17 f.) (vgl. auch Kap. 2.2.2). Arbeitserleichterung bzw. -reduktion und weniger Ausgaben für Dünge- oder Pflanzenschutzmittel sind natürlich auch für die Landwirtschaft in der Rhön denkbar.

Demgegenüber stehen einige Argumente gegen den Einsatz von GVO im Geltungsbereich des Biosphärenreservats. So zeigt die in Kapitel 3.3.2.2 dargestellte Betriebsstruktur, dass die Landwirtschaft in der Rhön einen wichtigen Zuverdienst für viele Familien darstellt; z.B. sind 1.179 von insgesamt 1.702 Betrieben im hessischen Teil des Biosphärenreservats Nebenerwerbslandwirte (vgl. Tab. 3). Durch den Einsatz von GVO, der vermutlich aus Gründen der Rentabilität überwiegend in Großbetrieben stattfände, wäre die Existenz dieser kleinen Betriebe gefährdet, da eine Wettbewerbsverschiebung wahrscheinlich ist: Betriebe, die GVO verkaufen, könnten für ihre Produkte einen niedrigeren Preis verlangen und konventionell wirtschaftende Betriebe somit vom Markt verdrängen.

Zu verschiedenen Zeitpunkten innerhalb der landwirtschaftlichen Produktionsphasen kann es wie in Kapitel 2.4.4 beschrieben zum GVO-Eintrag kommen. Da die Verbraucher größtenteils gv-Lebensmittel ablehnen (vgl. Kap. 4.5.2.3), wäre der Absatzmarkt bzw. die Vermarktung vieler regional hergestellter Produkte negativ betroffen, da die Produkte nicht mehr als ‚gentechnikfrei‘ deklariert werden könnten.

Ebenfalls wäre der Schutz der Ressource Boden durch den Einsatz von GVO gefährdet. Die UNIVERSITÄTEN GÖTTINGEN und TRIER und die BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT haben im Zusammenhang mit dem Anbau von B.t.-Mais bodenökologische Untersuchungen durchgeführt, um die Auswirkungen und

Überdauerungszeiträume des B.t.-Toxins zu analysieren. Ergebnis der Studie ist, dass beim Anbau von B.t.-Mais das B.t.-Toxin in die Böden gelangt, wobei die größte Eintragsquelle durch die Wurzelreste der abgeernteten Maispflanzen entsteht. Außerdem fand das Wissenschaftsteam heraus, dass „die Expression des B.t.-Toxins [...] in Pflanzenwurzeln vermutlich zu geringfügigen strukturellen Veränderungen innerhalb der Gemeinschaft der Rhizophärebakterien“ führt. Es wird angemerkt, dass diese Veränderungen allerdings kleiner sind „als Veränderungen durch unterschiedliche Böden, Alter der Pflanzen oder variable Feldbedingungen“ und die B.t.-Toxin-Anreicherung die Wirkungsschwelle auf Zielorganismen nicht überschreitet. Wirkungen gelten daher als unwahrscheinlich. Allerdings überdauern geringfügige Mengen des B.t.-Toxins eine Vegetationsperiode und könnten z.B. zur Anreicherung des B.t.-Toxins in Böden bei Monokulturen führen (vgl. SINEMUS et al. 2006b).

Das Thema der (landwirtschaftlichen) Koexistenz spielt für die Rhön eine wichtige Rolle und wird daher im folgenden Kapitel gesondert betrachtet.

4.2.2 Möglichkeit der Koexistenz

Bei den Überlegungen zum Anbau von GVO im Biosphärenreservats Rhön ist vor allem zu bedenken, dass sich das Gebiet durch einen kleingliedrigen Wechsel zwischen konventionell und ökologisch bewirtschafteten Acker- und Grünlandflächen sowie Flächen mit unterschiedlichem Schutzstatus, beispielsweise Natur- und Vogelschutzgebiete oder FFH-Gebiete auszeichnet. Die Kontamination bzw. der Eintrag von ausgebrachten GVO in zu schützende oder unter bestimmten Richtlinien bewirtschafteten Flächen wäre denkbar und wahrscheinlich – ein Fortbestehen der Koexistenz und die Existenz der ökologisch wirtschaftenden Betriebe in der Rhön dann massiv gefährdet. Selbiges gilt natürlich auch für die konventionellen Betriebe die ohne GVO wirtschaften (wollen). Auch die Umsetzung von den in Kapitel 2.4.5 vorgestellten Sicherheitsmaßnahmen (Barrieren oder Sicherheitsabstände) für das Fortbestehen der landwirtschaftlichen Koexistenz ist für die Rhön schwerlich realisierbar, da es selbst in der für die Agrarproduktion wichtigsten Zone, der Entwicklungszone, vornehmlich kleinflächige Schläge gibt (vgl. SAUER 2006, mdl.).

Schweizer Wissenschaftler des FORSCHUNGSINSTITUTS FÜR BIOLOGISCHEN LANDBAU (FiBL) haben in einer Studie für vier verschiedene unter biologischen Richtlinien wirtschaftende Betriebe die räumlichen Aspekte der Koexistenz

untersucht. Beispielsweise muss ein Landwirt in *Romanel-sur-Morges*, der selbst eine Fläche von ca. 27 ha bewirtschaftet, mit dem GVO-Eintrag von 22 direkt angrenzenden Nachbarparzellen rechnen, was je nach angebaute Art die ‚Überwachung‘ von durchschnittlich ca. 460 ha entspräche (vgl. Anh. – Abb. 14). Das FIBL kommt zu dem Schluss, dass in einer kleinräumig strukturierten Landschaft mit vielen Parzellen eine Koexistenz mit gv-Pflanzen, die ein großes Ausbreitungspotential besitzen (z.B. Raps, Mais, Sonnenblume, Luzerne, Klee, Gräser und Roggen) nicht möglich ist und bei anderen Kulturen als problematisch zu bewerten ist. Die Forschergruppe empfiehlt zur Sicherung der Koexistenz gegenwärtig die in Anhang – Tabelle 11 dargestellten Sicherheitsabstände (vgl. NOWACK HEIMGARTNER 2005; vgl. SCHLATTER & OEHEN 2004).

Die Umsetzung von Sicherungsmaßnahmen, z.B. in Form der genannten Sicherheitsabstände des FIBL ist in der Rhön aufgrund der Kleingliedrigkeit der Landschaft nahezu ausgeschlossen – der Anbau von GVO würde die Wahrung der Koexistenz nachhaltig gefährden.

4.2.3 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Futtermittel

Die Meinungen zum Einsatz von gv-Futtermitteln sind kontrovers: Einerseits wird behauptet, dass hinsichtlich der Nährstoffzusammensetzung und den Auswirkungen auf die Tierernährung keine signifikanten Unterschiede zwischen konventionellen und gv-Futtermitteln bestehen. „In zahlreichen Studien wurde bestätigt, dass gentechnisch veränderte Futtermittel bezüglich der Nährstoffzusammensetzung mit herkömmlichem Futter gleichwertig sind.“ (BODENMÜLLER 2001).

Andererseits werden gv-Futtermittel von kritischen Experten als bedenklich eingestuft, da verschiedene Versuche zeigen, dass durch die Verfütterung von gv-Futtermitteln gv-DNA bei der Verdauung aus dem Darm in das Blut und die inneren Organe der Tiere übergehen kann (vgl. EINSPANIER et al. 2001, S. 132 f.) und sich gv-DNA auch in tierischen Erzeugnissen nachweisen lässt (vgl. PHIPPS et al. 2003).

Dass die Verfütterung von gv-Futtermitteln Auswirkungen mit sich bringt, wurde in einem Fütterungsversuch mit gv-Mais an Ratten nachgewiesen. Die Verfütterung führte dazu, „dass sich vermehrt weiße Blutzellen bei den männlichen Ratten bildeten und es auffällige Veränderungen an den Nieren der Tiere gegeben hat [...]“.

Außerdem enthält der Mais ein Gen für eine Antibiotika-Resistenz, die theoretisch auch auf Krankheitserreger übertragen werden kann.“ (PRESSEMITTEILUNG GREENPEACE 2004). Als weiteres Beispiel der bedenklichen Auswirkungen von gv-Futtermitteln soll ein Vorfall auf einem Milchviehbetrieb in Wölfersheim dienen. Zwischen 2001 und 2002 wurde die Viehherde des Betriebs mit B.t.-Maissilage gefüttert, in diesem Zeitraum sind auf dem Betrieb 12 Tiere gestorben und es war ein Rückgang in der Milchleistung der Tiere zu verzeichnen. Zwar ergab die Obduktion der toten Tiere keine stichhaltigen Beweise, dass die Verfütterung des B.t.-Mais die Todesursache ist, bzw. schädliche Auswirkungen mit sich bringt, doch das der Fall auf gewisse Zusammenhänge hindeutet, ist nicht auszuschließen (vgl. STRODTHOFF & THEN 2003).

Bevor keine stichhaltigen Untersuchungsergebnisse zu den Folgewirkungen von der Verfütterung von gv-Futtermittel vorliegen, sollte insgesamt, also auch im Biosphärenreservat Rhön von ihrem Einsatz abgesehen werden.

4.2.4 Ökologischer Landbau – Eine ‚UNESCO-Empfehlung‘ für Biosphärenreservate

Im Biosphärenreservat Rhön wird eine nachhaltige Landnutzung angestrebt (vgl. GREBE 1995, S. VII), so dass im Sinne einer weiteren Etablierung des Gebiets als Modellregion und insbesondere als ‚Motor‘ bei der Erhaltung der Kulturlandschaft der Landwirtschaft in der Rhön die wichtigste Rolle zukommt (vgl. Kap. 3.3.2).

Die DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT (DLG) hat zusammen mit dem WORLD WIDE FUND FOR NATURE (WWF) im Jahr 2002 ein Leitbild in Form eines Agrarumweltberichts für nachhaltige Landwirtschaft formuliert. Dabei beziehen sich ihre Ausführungen auf die Definition der BRUNDTLAND-KOMMISSION, die eine gleichwertige Berücksichtigung der drei Nachhaltigkeitssäulen Ökologie, Ökonomie und soziale Kriterien fordert. Dabei wurde sowohl das Oberziel des maximalen volkswirtschaftlichen Gesamtnutzens als auch die wesentlichen Ziele einer multifunktionalen Landwirtschaft festgeschrieben, die sich in vier Funktionsgruppen (s. Tab. 4) gliedern lassen (DLG & WWF 2002).

Tabelle 4: Funktionen der Nachhaltigkeit

Quelle: Eigene Darstellung nach RIMPAU 2004, S. 107

Produktions- funktionen	Sozioökonomische Funktionen	Puffer- funktionen	Lebensraum- Funktionen
Nahrung Futter Energie Nachwachsende Rohstoffe	Arbeitsplätze Tourismus Kultur Kreislauf Ländlicher Raum	Wasser Boden Luft	Flora Fauna Kulturlandschaft

Diese Funktionen der Landwirtschaft, die sich ergänzen sollten, bilden den Grundstock für eine besondere Form der Landwirtschaft, den ökologischen Landbau, der den Kriterien und dem Leitbild einer nachhaltigen und naturschutzkonformen Landbewirtschaftung am ehesten entspricht (REITER et al. 2004, S. 268; vgl. RIMPAU 2004, S. 105).

Der Hauptgedanke der ökologischen Landwirtschaft ist ein Wirtschaften im Einklang mit der Natur, wobei der landwirtschaftliche Betrieb vor allem als ‚Betriebsorganismus‘ mit den Bestandteilen Mensch, Tier, Pflanze und Boden gesehen wird. Demnach gilt für Betreiber des ökologischen Landbaus in Anlehnung an biologische Systeme oder Regelkreise das Ziel möglichst geschlossene Stoffkreisläufe zu nutzen, beispielsweise indem der eigene Betrieb Futter- und Nährstoffgrundlage ist (vgl. EYSEL 2001, S. 26; vgl. KÖPKE 1994).

Zu den Zielen und Aufgaben gehört es

- die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und zu steigern, (vgl. Kap. 4.4.2)
- die Tierhaltung (besonders) artgerecht zu gestalten und diese auf die natürliche Tragfähigkeit der bewirtschafteten Fläche zu begrenzen (vgl. Kap. 4.3.5),
- auf Pflanzenschutz mit chemisch-synthetischen Mitteln zu verzichten,
- wenig anfällige Sorten in geeigneter Fruchtfolge anzubauen,
- Nützlinge zur Schädlingsbekämpfung einzusetzen,
- mechanische Unkraut-Bekämpfungsmaßnahmen zu wählen,
- auf lösliche mineralische Düngemittel zu verzichten,
- den organischen Dünger zu limitieren,
- eine sog. Fruchtwechselwirtschaft zu betreiben,
- negative Auswirkungen auf Gewässer und Arten zu verhindern

(vgl. MÜHLENBERG & SLOWIK 1997, S. 227; vgl. VERBRAUCHERMINISTERIUM 2006).

Die EU-Verordnung 2092/91/EWG über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel sieht vor, dass ökologisch arbeitende Betriebe keine gv-Betriebsmittel einsetzen dürfen. Die im Juli 1999 erlassene EU-Verordnung 1804/1999/EWG sieht zudem vor, dass Tiere keine Futtermittel oder Futtermittelzusatzstoffe verabreicht bekommen, die GVO sind oder mit Hilfe gentechnischer Verfahren hergestellt worden sind. Und auch beim zulässigen Zukauf konventionell produzierter Betriebsmittel wie Saatgut muss die ‚Gentechnikfreiheit‘ gewährleistet sein (vgl. auch BMELV 2004b). Die Zunahme von konventionellen Betrieben, die GVO einsetzen, wird vermutlich die Einhaltung dieser Bedingung zunehmend erschweren, da zum einen bei einer Landbewirtschaftung im offenen System Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen (Ökoagrar-)Systemen kaum vermeidbar sind. Zum anderen existieren entlang der gesamten Produktions- und Warenflussskette zahlreiche kritische Punkte, an denen eine Vermischung mit GVO oder GVO-Bestandteilen theoretisch stattfinden kann (vgl. Kap. 2.4.4). Daher gehört zu den Zielsetzungen der vom BMELV durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben die Erstellung eines Konzepts zur Begrenzung der Kontamination von Betriebsmitteln und Erzeugnissen mit GVO (ebd.).

Auch nach den Rahmenrichtlinien für die Verarbeitung von Erzeugnissen aus ökologischem Landbau der ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖKOLOGISCHER LANDBAU (AGÖL) sind GVO und deren Derivate³³ mit der ökologischen Wirtschaftsweise unvereinbar. Die Produkte, die gemäß der AGÖL-Richtlinie erzeugt werden, müssen daher ohne Verwendung von GVO und/oder GVO-Derivaten hergestellt werden (vgl. SÖL 2006).

In Deutschland werden insgesamt 4,5% der landwirtschaftlichen Flächen gemäß der Verordnung 2092/91/EWG des ökologischen Landbaus bewirtschaftet. Dieser Prozentsatz entspricht einer Fläche von 767.891 ha auf der insgesamt 16.603 Betriebe wirtschaften (vgl. BMELV 2006a, 2006b), detaillierte Angaben hierzu sind Anhang – Tabelle 12 zu entnehmen.

Im Vergleich dazu werden nach Angaben der hessischen Verwaltungsstelle des Biosphärenreservats Rhön 10,6% der Flächen im Geltungsbereich nach Kriterien des ökologischen Landbaus bewirtschaftet. Dieser Anteil entspricht einer Fläche von ca.

³³ GVO-Derivate sind Teile von GVO oder Inhaltsstoffe, die aus GVO gewonnen wurden (vgl. SÖL 2006).

98.000 ha. Etwa 50% dieser ökologisch wirtschaftenden Betriebe sind Mitglied eines Verbandes, nämlich *Naturland*, *GÄA e.V.*, *demeter*, *Biokreis* oder *Bioland* (vgl. SAUER 2006, mdl.), Allen ‚Öko-Betrieben‘ ist nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus die Verwendung von GVO in jeglicher Hinsicht untersagt. Daher wird durch diese landwirtschaftlichen Betriebe, die sich für eine ökologische Wirtschaftsweise entschlossen haben, im Biosphärenreservat Rhön auf immerhin einem Zehntel der Gesamtfläche der Einsatz von GVO unterbunden. Die Zielsetzungen des Rahmenkonzepts streben einen weiteren Ausbau der ökologischen Landwirtschaft an (vgl. GREBE 1995, S. VII). Dadurch könnten weitere Flächeneigentümer vertraglich zu einem Verzicht auf GVO verpflichtet werden. Die Rhön könnte in dieser Hinsicht Modellcharakter auch für andere Regionen haben, denn „durch den Verzicht auf gentechnisch veränderte Sorten kann der Ökolandbau einen Beitrag zur Erhaltung natürlicher Ressourcen und Artenvielfalt leisten und könnte dadurch künftig eine beachtliche Marktbedeutung erreichen.“ (RIPPIN & WALTER, 2004, S. 27). Schließlich spricht sich auch eine Studie der ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) für den ökologischen Landbau aus. Der Stellenwert dieser Wirtschaftsweise wird international dadurch stärkt, dass sie als wichtiges Instrument einer nachhaltigen Entwicklung anerkannt ist (vgl. OECD 2003). Dieser Wert lässt sich sicherlich durch den Verzicht auf GVO verfestigen.

4.3 Gehölze, nachwachsende Rohstoffe und Tiere

Wie in Kapitel 2.2.6.1 dargestellt, gibt es auch im Gehölzsektor vielfältige Formen von gentechnischen Veränderungen. Genauso wie landwirtschaftliche Kulturpflanzen entsprechend bestimmter Ansprüche gezüchtet werden, können auch Gehölze so verändert werden, dass sie beispielsweise an ‚schwierige‘ Standorte angepasst sind, ihre Verarbeitungseigenschaften verbessert werden, ihnen Resistenzen verliehen werden oder ihre Wuchsleistung gesteigert wird (vgl. KONNERT 2005). Da der flächenmäßige Anteil von Wald mit etwa 40% im Biosphärenreservat Rhön relativ hoch ist, stellt sich die Frage, ob für die ortsansässigen Waldbesitzer der Anbau von gv-Gehölzen aus wirtschaftlichen oder anderen Gesichtspunkten in Frage kommen würde und welche Folgewirkungen zu erwarten sind. Ebenso gilt es zu überlegen, welche Vor- und Nachteile sich durch den Anbau von gv-Obstbäumen, die in der Rhön bisher konventionell oder ökologisch großflächig als Streuobst angepflanzt

sind, oder auch durch den privaten Anbau von gv-Obst- oder gv-Ziergehölzen ergeben. Diese Überlegungen stellen sich auch für den Anbau von gentechnisch veränderten nachwachsenden Rohstoffen. Zudem sollen die Chancen und Risiken, die sich für den Geltungsbereich des Biosphärenreservats Rhön durch die Haltung von gv-Tieren ergeben, im folgenden Kapitel dargestellt werden. Auch wenn in Deutschland bisher noch keine gv-Gehölze und gv-Tiere zugelassen sind, sollte schon jetzt über den potentiellen Schaden bzw. Nutzen nachgedacht werden.

4.3.1 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Forstbaumarten

In den Wäldern der Rhön werden hauptsächlich die Baumarten Buche, Fichte, Kiefer, Esche, Eiche, Ahorn, Lärche, Douglasie und Linde gepflanzt (vgl. Kap. 3.3.3). Derzeit finden zahlreiche gentechnische Versuche zu diesen Gehölzarten und auch Freisetzungsexperimente statt. Bei den Wissenschaftlern überwiegt derzeit (noch) die Meinung, dass der Einsatz transgener Bäume in der klassischen Forstwirtschaft nicht sinnvoll und in nächster Zeit auch nicht zu erwarten ist, da die Ergebnisse der ökologischen Begleitforschung noch viel zu dürftig sind. Darüber hinaus sind die möglichen Gefahren und Risiken für das komplexe Ökosystem Wald nicht abzusehen. Auch die erforderlichen Prüfzeiträume sind zu lang und die Entwicklungskosten transgener Bäume zu hoch, als dass der Einsatz zeitnah stattfinden wird (vgl. KONNERT 2005).

Da bisher nur wenige stichhaltige Ergebnisse hinsichtlich der Chancen und Risiken von gv-Bäumen vorliegen, können keine spezifischen Aussagen darüber gemacht werden, doch prinzipiell stellen die in Kapitel 2.2.6.1 genannten Ziele der Forstgehölzzüchtung auch ein Potential für das Biosphärenreservat Rhön dar. Schließlich könnten die Waldbesitzer mit einem wirtschaftlichen Profit durch den Einsatz von gv-Gehölzen, die sich durch Resistenzausbildung gegenüber Schädlingen und Pflanzenkrankheiten, die Steigerung der Holzmasseproduktion und die Anpassung an Extremstandorte auszeichnen, rechnen.

Andererseits muss bei der Freisetzung und Kommerzialisierung transgener Waldbäume berücksichtigt werden, dass Baumarten – im Gegensatz zu ein- oder zweijährigen Kulturpflanzen – in der Regel in einem bei weitem geringeren Maße domestiziert wurden und daher ein kaum durch menschliche Eingriffe modifiziertes

Genom besitzen. Waldbäume haben also (noch) alle Merkmale, die ein Überleben unter natürlichen Bedingungen garantieren. Es existiert folglich ein erhebliches Risiko einer dauerhaften Verbreitung des Fremdgens in natürliche Populationen. Zudem können sich transgene Bäume mit ihren Wildarten bzw. mit verwandten Arten kreuzen (vgl. KONNERT 2005). „Der hohe Grad der Fremdbefruchtung bei Waldbäumen ist ein natürlicher Mechanismus zur Erhöhung der genetischen Diversität und macht sie anpassungsfähig gegenüber den vielfältigen Anforderungen, denen sie im Laufe ihres Lebens ausgesetzt sind.“ (Ebd.). Zu bedenken ist auch, dass die Pollen und Samen von Bäumen sich sehr weit ausbreiten können (mehr als 100 km) und sie zudem über die Fähigkeit zur vegetativen Vermehrung als einen effektiven Ausbreitungsmechanismus verfügen (vgl. ebd.).

Die Bewertung des Plantagenanbaus von gv-Gehölzen wird hingegen anders bewertet: Gv-Bäume, insbesondere transgene Eukalyptusarten, Pappeln und Kiefern werden z.B. als Plantagenkulturen, zur Produktion von Spezialhölzern oder als nachwachsende Rohstoffe (vgl. Kap. 2.2.6.2) verstärkt Anwendung finden. Befürworter sehen in der Plantagenwirtschaft mit gv-Bäumen einen Beitrag zur Bewahrung natürlicher Ökosysteme, da keine intensive Nutzung mehr von Nöten sei (vgl. KONNERT 2005).

Aber auch hier verweisen Experten darauf, dass noch viele komplexe ökologische Fragen über eine zu intensivierende Sicherheitsforschung zu beantworten seien und „gerade in einer so dicht bevölkerten Region wie Mitteleuropa [...] die natürlichen Barrieren und einzuhaltenden Sicherheitsabstände zum Schutz unserer natürlichen Waldökosysteme vor Fremdgenen kaum zu realisieren [sind].“ (Ebd.).

Falls in der Rhön der Anbau von gv-Baumarten stattfände, würden u.U. landwirtschaftliche Flächen dieser neuen Nutzung zugeführt, was nicht im Sinne des Rahmenkonzepts wäre, da „eine größere Ausdehnung der Waldflächen [...] nicht anzustreben [ist, da] der ehemalige Charakter des ‚Landes der offenen Fernen‘ zu erhalten ist.“ (GREBE 1995, S. IX).

Es gilt noch einmal hervorzuheben, dass im Geltungsbereich des Biosphärenreservats Rhön für den Waldbau die naturnahe Waldbewirtschaftung angestrebt und umgesetzt wird und die Erhaltung von Naturwäldern eine zentrale Rolle spielt (vgl. GREBE 1995, S. 235). Der Einsatz von gv-Forstbäumen (auch auf Plantagen) läuft dieser Zielsetzung zuwider.

4.3.2 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Obst- und Ziergehölze

Auch Obst- und Ziergehölze werden gentechnisch verändert, um wirtschaftliche und anbautechnische Vorteile zu erzielen oder im Fall mancher Ziergehölze die äußeren Merkmale zu verändern. Zwar ist erst in frühestens sechs Jahren mit einer Markteinführung von gv-Obst- und gv-Ziergehölzen in Deutschland zu rechnen (vgl. Anh. – Tab. 5), dennoch kann schon jetzt eine Abwägung von Chancen und Risiken erfolgen.

Studien zu Obstgehölzen zeigen, dass die Gefahr des ungewollten Auskreuzens von Transgenen z.B. beim Apfel relativ gering ist; dennoch könnte es zu wirtschaftlichen Schäden kommen, wenn gv-Pollen auf Plantagen bzw. Streuobstwiesen gelangt, auf denen ohne GVO gewirtschaftet wird. Auch die Auskreuzungen zu vorhandenen Wildapfelbäumen kann nicht ganz ausgeschlossen werden. Zudem ist mit Folgewirkungen auf das Bodenökosystem zu rechnen (vgl. BERTSCHINGER et al. 2000, S. 367). „Die bisher verwendeten Genkonstrukte mit unspezifischer Wirkung gegen Pilze dürften auf die für die Nährstoffmobilisierung und -aufnahme der Bäume vorteilhaften Mykorrhizen im Boden negative Auswirkungen haben.“ (Ebd.). Wie bei (landwirtschaftlichen) Kulturpflanzen könnte das in die Apfelbäume eingebrachte B.t.-Toxin auch „[...] negative Auswirkungen auf Nützlinge haben [...]“ (ebd.).

Der Einsatz von gv-Apfelsorten im Biosphärenreservat Rhön könnte generell die genannten potentiellen Negativfolgen (vgl. Kap. 4.3.1) mit sich bringen. Derzeit gibt es in der Rhön 300 verschiedene Apfelsorten (u.a. *Schafsnase*, *Jakob Fischer*, *Renette*), die als Streuobst angebaut werden und eine wichtige Genressource darstellen. Bei der Erhaltung der Streuobstwiesen geht es u.a. um den Schutz des ökologisch wertvollen Biotops ‚Streuobstwiese‘ für Pflanzengesellschaften, Vögel und Insekten. Außerdem hat sich durch entsprechende Initiativen zu den Rhöner Streuobstwiesen und die damit verbundene Vermarktung verschiedener Apfelprodukte (Apfelwein, Apfelbier, Apfelgelee etc.) ein wichtiger Einkommenszweig etabliert (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006g; vgl. CLEMENT 2006). Durch den Einsatz von gv-Apfelbäumen könnten das Bodenökosystem und entsprechende Arten, die ökologisch wertvollen Streuobstwiesen, die regionale Sortenvielfalt der Äpfel, der Vermarktungszweig und letztendlich ein Charakteristikum der Kulturlandschaft gefährdet werden.

Im Biosphärenreservat werden viele weitere Obstarten angebaut und kommerziell genutzt. Falls es beispielsweise zum Anbau von gv-Beerenobst käme, ist sicherlich mit sehr ähnlichen Effekten wie beim Anbau von anderen gv-Bäumen zu rechnen.

Neben den Obstgehölzen ist auch durch den Einsatz von gv-Zierpflanzenarten mit Folgewirkungen zu rechnen, auf die im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht ausführlich eingegangen werden kann. Untersuchungen der BUNDESANSTALT FÜR ZÜCHTUNGSFORSCHUNG haben das Auskreuzungspotential von einer typischen Zierpflanzenart, dem Rhododendron, analysiert: Auskreuzungen wurden über Entfernungen von bis zu 300 m nachgewiesen. „Ein vertikaler Gentransfer ist daher auch bei transgenen Rhododendren sehr wahrscheinlich.“ (MERKT & DUNEMANN 2004, S. 12). Somit wären auch Gartenbesitzer mit den Folgewirkungen der Agrogentechnik konfrontiert.

4.3.3 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte nachwachsende Rohstoffe

Bis dato ist in Deutschland ‚lediglich‘ gv-Mais für den kommerziellen Anbau zugelassen. Da in der Rhön einerseits kein Körnermais angebaut wird und andererseits der Maiszünsler, gegen den die gv-Maissorten resistent sind, aufgrund der klimatischen Verhältnisse nicht auftritt (vgl. SAUER 2006, mdl.), ist im Moment für die Rhön diesbezüglich keine direkte ‚Gefahr‘ zu sehen. Die Situation kann sich allerdings dann ändern, wenn z.B. Raps als nachwachsender Rohstoff zugelassen wird, da seine Pollen mit dem Wind oder durch Insekten über die Anbaufläche weit hinaus transportiert werden können (vgl. MENZEL et al. 2005, S. 61 f.). Die *Farm Scale Evaluations (FSE)*, die zwischen 2000 und 2002 in Großbritannien stattfand, ist die weltweit bisher größte Studie zu den ökologischen Auswirkungen von GVO. Die Studie zeigt, dass Rapspflanzen noch in einer Entfernung von 26 km zur gv-Pollenquelle mit transgenem Pollen bestäubt wurden. Zwar sank die Auskreuzungsrate ab einer Entfernung zwischen 10 bis 15 m zur Pollenquelle erheblich, hinter dieser Entfernungsmarke nahm die Einkreuzungsrate allerdings über lange Distanzen nur sehr langsam ab (vgl. BRAUNER et al. 2004, vgl. MOCH et al. 2004).

Bedenklich ist diese Tatsache insofern, als dass Auskreuzungen wahrscheinlich sind, da Raps in Mitteleuropa zahlreiche ‚wilde‘ Kreuzungspartner hat. Auch die

Fähigkeit „zur Etablierung einer ausdauernden Samenbank im Boden, aus der über Dekaden immer wieder neue Pflanzen sprießen, die zur Fruchtreife gelangen können und die Samenbank erneut auffüllen“ (MENZEL et al. 2005, S. 136), charakterisiert den Raps und könnte negative ökologische Folgen mit sich bringen.

Die genannten physiologischen Eigenschaften des Rapses zeigen, dass der Anbau von gv-Raps sehr wahrscheinlich negative Folgen für die Umwelt mit sich bringt. Um die Risiken, also die unkontrollierte Ausbreitung von gv-Raps-Pollen zu minimieren, schlagen Wissenschaftler in zahlreichen Studien Sicherheitsabstände zwischen konventionell- bzw. biologisch-bewirtschafteten und Flächen, auf denen gv-Pflanzen angebaut werden, vor (vgl. u.a. Anh. – Tab. 11 und Kap. 2.4.5).

In einer Literaturstudie des ÖKO-INSTITUTS FREIBURG, in der der Wissensstand zu nutzpflanzenspezifischen Auskreuzungsraten aufgearbeitet, analysiert und einer Bewertung unterzogen wird, ist für Raps eine Sicherheitsdistanz von 6.000 m vorgeschlagen, wenn die maximale Einkreuzung von 0,1% nicht überschritten werden soll (vgl. BRAUNER et al. 2004). Die bereits in Kapitel 4.2.2 vorgestellte Studie des FiBL empfiehlt für Raps je nach Sorte Sicherheitsabstände bis 4.000 m (s. Anh. – Tab. 11).

Da sich Raps eigendynamisch vermehrt und unkontrolliert ausbreitet, stuft MENZEL et al. (2005) das Inverkehrbringen von gv-Raps als besonders problematisch ein. „Auch wenn die Sicherheitsabstände bis in den Fernbereich, d.h. über 10 km hinaus reichen würden, können beispielsweise Auskreuzungen nicht sicher verhindert werden.“ (MENZEL et al. 2005, S. 137). Nach Meinung der Autoren sollte „aus naturschutzfachlicher Sicht die Freisetzung und das Inverkehrbringen von transgenen Pflanzen des Dispersionstyps [als Beispiel dient in der Studie HR-Raps] unterbleiben.“ (MENZEL et al. 2005, S. 149).

Raps spielt für die Rhön schon jetzt eine relativ große Rolle in der Landwirtschaft: Im hessischen Teil des Biosphärenreservats wird auf knapp 12% der Gesamtackerfläche Winterraps angebaut (Stand: 2003) (vgl. SAUER 2006, mdl.). Als nachwachsender Rohstoff zur Herstellung von Biodiesel und Rapsöl könnte seine Bedeutung zunehmen. Wie die Untersuchungen zum Auskreuzungspotential von Raps zeigen, sollte jedoch dringend vom Einsatz von gv-Raps abgesehen werden, da mit großer Wahrscheinlichkeit eine unkontrollierte Ausbreitung stattfinden wird und dadurch die regionale Flora und Fauna beeinträchtigt würde.

4.3.4 Potentielle Chancen und Risiken durch gentechnisch veränderte Tiere

Im Folgenden soll ein Beispiel aus der Gentechnik an Tieren aufzeigen, dass nicht nur gv-Pflanzen, um die es in dieser Arbeit vornehmlich geht, potentielle Chancen und Risiken für das Anbau- und Einsatzgebiet mit sich bringen.

Mittels gentechnischer Verfahren wird u.a. versucht das Wachstum, die Futterverwertung, die Kältetoleranz und die Krankheitsresistenz von Forellen, Karpfen und Lachsen zu steigern. 2003 wurden die ersten gv-Zierfische in den USA und Taiwan zugelassen. Insgesamt wurden bisher 35 Fischarten (u.a. Forellen, Karpfen, Lachs, Buntbarsch) gentechnisch verändert, Lachse haben inzwischen Marktreife erlangt – eine Zulassung in den USA steht unmittelbar bevor (vgl. TRANSGEN 2006b). Insbesondere hat die Zucht von Forellen für die Rhön Relevanz, da die charakteristische Fischart der Rhöner Bachabschnitte die Bachforelle ist. Bisher werden die Fische durch extensive Teichwirtschaft kultiviert, „um eine Möglichkeit zu schaffen, die Rhöner Gewässer wieder mit diesem hochwertigen Speisefisch zu besetzen“ (FILLER 2006a) und so zum Erhalt der heimischen Art beizutragen. Beispielsweise ist im hessischen Teil des Biosphärenreservats Rhön einer von vielen Forellenhöfen, der ein Partnerbetrieb des Biosphärenreservates ist, ansässig. Hier wird eine Wasserfläche von 10.000 m² (35 Teiche) bewirtschaftet – unter nachhaltigen ökologischen Bedingungen werden jährlich 14 Tonnen Bachforellen gezüchtet (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2005). Die Zulassung von gv-Fischen könnte durch die induzierten neuen Eigenschaften zwar zu Ertragssteigerungen und Züchterleichterungen führen, doch entstehen für Gebiete, in denen gv-Fischarten gehalten werden, unvorhersehbare Risiken, da die Forschung dazu nicht ausgereift ist. „Neben der offenen Frage der Gesundheitsverträglichkeit für den Konsumenten ist vollkommen ungeklärt, was passiert, wenn genmanipulierte Fische aus der Zucht in die Natur entweichen.“ (BEESTEN 2005, S. 45).

4.3.5 Nachhaltigkeitsstrategien für Forstwirtschaft, den Anbau nachwachsender Rohstoffe und Tierhaltung

Zur Umsetzung der Beschlüsse von der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro wurde auf europäischer Ebene 1993 die ‚Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder‘ einberufen. Es wurden zwei Resolutionen unterzeichnet – zum einen zur nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder, zum anderen zur Erhaltung der Biodiversität.

Hieraus wurden anschließend Kriterien und Indikatoren zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung entwickelt, die so genannten *Helsinki-Kriterien*; darin wird definiert, dass die nachhaltige Waldbewirtschaftung:

„Die Betreuung und Nutzung von Wäldern und Waldflächen auf eine Weise und in einem Ausmaß geschieht, dass deren biologische Vielfalt, Produktivität, Verjüngungsfähigkeit und Vitalität erhalten bleibt. Ebenso soll deren Potenzial, jetzt und in der Zukunft die entsprechenden ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Funktionen auf lokaler, nationaler und globaler Ebene erfüllen, ohne anderen Ökosystemen Schaden zuzufügen.“ (PEFC 1999, S. 6).

In der Bundesrepublik soll den Anforderungen an eine nachhaltige Waldbewirtschaftung mit dem im Staatswald verpflichtenden *naturnahen Waldbau* entsprochen werden (vgl. PLACHTER & VOLZ et al. 2000).

In vielen deutschen Biosphärenreservaten spielt die Waldbewirtschaftung für die Regionalentwicklung sowohl wirtschaftlich, ökologisch und sozial, als auch kulturell eine wichtige Rolle und soll als Modell für die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen dienen (vgl. HATZFELDT 2004, S. 113). Das deutsche MAB-Nationalkomitee empfiehlt die Bewirtschaftung der in den Biosphärenreservaten gelegenen Wälder nach *Forest Stewardship- (FSC-)* und *Pan European Forestry Certification- (PEFC-)*Standards und entsprechender Zertifizierung.

Die im Jahr 2000 in Kraft getretenen PEFC-Standards verbieten explizit den Einsatz von GVO. Das PEFC-Siegel wird demnach nur für Wälder vergeben, in denen keine gv-Forstbaumarten angebaut werden. In einer Pressemitteilung von PEFC-Deutschland heißt es, dass „die Zunahme der nach PEFC zertifizierten Wälder in Deutschland [...] auch ein Schritt in Richtung biologische Sicherheit“ (PRESSEMITTEILUNG PEFC-DEUTSCHLAND 2004) sei. In der Rhön ist der gesamte Staatsforst nach den PEFC-Standards zertifiziert (vgl. SAUER 2006, mdl.), die demnach ‚GVO-frei‘ bleiben.

Hinsichtlich des nachhaltigen Einsatzes und Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen fordert u.a. das UBA für Energiepflanzen die gleichen Bedingungen wie für die Lebensmittelproduktion, die u.a. in Kapitel 4.2.4 betrachtet wird. „Die gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft ist ebenfalls zu beachten.“ (PRESSEMITTEILUNG UBA 2006), da z.B. der „großflächige und industrialisierte Anbau nachwachsender Rohstoffe [...] nicht unproblematisch [ist], weil große Erträge einen hohen Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz erfordern.“ (Ebd.)

Auf spezielle Nachhaltigkeitsstrategien im Bereich der Tierhaltung kann im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden. Doch grundsätzlich sieht das UBA durch den ‚Ökolandbau‘ (vgl. Kap. 4.2.4) die Leitbilder einer nachhaltigen Nahrungsmittelproduktion und somit auch der Tierhaltung weitestgehend umgesetzt. Dies begründet sich vor allem in den hohen Tierschutzstandards, dem Verzicht auf Wachstumsbeschleuniger wie Hormone oder Antibiotika und dem Verzicht auf GVO-Futtermittel (vgl. UBA 2006).

4.4 Kultur- und Naturlandschaft

Wie Kapitel 2.2.2 zeigt, gehört u.a. die Erzeugung von besonders stresstoleranten Sorten zu den Zielen der Forschungsarbeiten der Agrotechnik. Doch beispielsweise birgt das Einbringen von trockenheitstoleranten Pflanzen in ein (Agrar-) Ökosystem ein kaum kalkulierbares Gefahrenpotential für die Artenzusammensetzung von bislang nicht oder nur extensiv bewirtschafteten Magerstandorte wie Trockenrasen oder Halbtrockenrasen (vgl. BOHN & BENZLER 2001, S. 260), die für die Rhön naturschutzfachlich von großer Bedeutung sind (vgl. GREBE 1995, S. 185). Auch die Randstrukturen in der Agrarlandschaft sind durch den Anbau von GVO bedroht, wobei zu bedenken ist, dass strukturreiche, extensiv genutzte Biotop-typenkomplexe des Agrarbereichs in Deutschland schon derzeit von Verdrängung bis zu völliger Vernichtung bedroht sind (vgl. RIECKEN et al. 1994). Aktuell ist in Hinsicht auf Agrarstandorte, abhängig vom jeweiligen Ertragspotential der Fläche, der Trend zu weiterer und stärkerer Intensivierung einerseits und zur Auflassung andererseits zu beobachten. Das befürchtete Problem der Intensivierung durch den großflächigen Anbau von GVO könnte zu einer fortschreitenden strukturellen Nivellierung der Landschaft führen, insbesondere durch die Nutzung von Agrarflächen zur Produktion von industriellen Rohstoffen (vgl. BOHN & BENZLER 2001, S. 261). „Statt reich strukturierter Agrarlandschaften mit hoher Lebensraum- und Arten-diversität ist eine Vergrößerung und Vermehrung von ‚Agrarwüsten‘ zu befürchten.“ (Ebd.). Hingegen ist die Auflassung von weniger ertragreichen Flächen als ökologisch positiv zu bewerten. Doch auch diese Standorte könnten im Zuge des Einsatzes von stresstoleranten GVO u.U. wieder einer intensiven Nutzung zugeführt werden (vgl. BOHN & BENZLER 2001, S. 260).

Auch der Anbau von herbizidresistenten Nutzpflanzen kombiniert mit dem Einsatz von Totalherbiziden gefährdet das Bestehen der „letzten Rückzugslebensräume für Ackerwildkräuter und der an/von ihnen lebenden Tiere in der Agrarlandschaft. [...] Verdrängungsprozesse, vertikaler Gentransfer und Einsatz von Totalherbiziden stellen eine zusätzliche Bedrohung für diese Lebensgemeinschaft dar.“ (Ebd.).

Gemäß den allgemeinen Naturschutzzielen wird selbstverständlich auch für das Biosphärenreservat Rhön eine naturverträgliche(re) Nutzung der Agrarlandschaft angestrebt. Daher wird für das Gebiet der ökologische Landbau empfohlen (vgl. GREBE 1995, S. VII), der als naturverträglicher und nachhaltiger als die konventionelle Landwirtschaft bezeichnet werden kann (vgl. Kap. 4.2.4). Mit dem ökologischen Landbau ist in der Regel „[...] eine stärkere Strukturierung und Differenzierung der agrarischen Lebensräume und der Erhalt einer vielfältigen Funktionalität“ (BOHN & BENZLER 2001, S. 261) verbunden. Sowohl aus Sicht des Naturschutzes als auch aus dem Bestreben traditionell gewachsene Kulturlandschaften erhalten zu wollen, sind die angestrebte Förderung und Ausweitung des ökologischen Landbaus als positiv zu bewerten, dessen Existenz jedoch durch den Anbau von GVO gefährdet würde, wie in Kapitel 2.4.5 ausführlich dargestellt.

Prinzipiell sind die Risiken, die für natur- und kulturlandschaftlich wertvolle Gebiete durch den Einsatz von GVO entstehen bisher nur unzureichend untersucht. Klar ist allerdings, dass besonders geschützte Flächen wie Naturschutzgebiete, Nationalparke, Biosphärenreservate, FFH- und Vogelschutzgebiete sowie gesetzlich geschützte Biotope nach Paragraph 30 des BNatSchG in das GVO-Monitoring einzu beziehen sind. „Sie repräsentieren besonders empfindliche, bedrohte oder seltene Elemente der biologischen Vielfalt.“ (ZÜGHART et al. 2005, S. 309).

Auf die potentiellen Gefahren, die durch den Einsatz von GVO auf den Ebene der Biodiversität zu erwarten sind, soll im Folgenden eingegangen werden.

4.4.1 Einfluss auf die Biodiversität

Biologische Vielfalt, die so genannte Biodiversität, „ist [...] ganz allgemein die Vielfalt des Lebens“ (HOBOHM 2000, S. 3) und wird in drei Sektoren eingeteilt: Als Artendiversität wird die Vielfalt von Arten in einer Lebensgemeinschaft, die Vielfalt an räumlichen Bedingungen in einem Lebensraum als Strukturdiversität und die Zahl der organischen Verbindungen als Ausdruck der Komplexität eines ökologischen

Systems als biochemische Diversität bezeichnet. Die Artendiversität ist häufig mit einer entsprechenden Strukturdiversität verknüpft (vgl. SCHAEFER 1992, S. 82). In der Definition der VEREINTEN NATIONEN der *Konvention über die biologische Vielfalt* wird Biodiversität in Artikel 2 als „[...] die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter unter anderem Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören; dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme.“ (SINEMUS et al. 2006c). Demzufolge umfasst Biodiversität die gesamte Vielfalt und Variabilität des Lebens auf der Erde (vgl. ENDRES & BERTRAM 2004, S. 9), also die drei Ebenen genetische Vielfalt, Artenvielfalt und Ökosystemvielfalt, die für die Abschätzung der Auswirkungen der Pflanzenzüchtung (neuer Sorten) jeweils zu beachten sind (vgl. MEYER et al. 1998, S. 29).

Es sollte allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass Diversität sich nicht nur auf natürliche, sondern auch auf anthropogen beeinflusste Vielfalt (vgl. Kap. 4.4.1.4) bezieht. Durch die über Jahrtausende bestehende landwirtschaftliche Tätigkeit und der damit verbundenen Selektion ist die heutige große Vielfalt der Kulturpflanzen entstanden (vgl. MEYER et al. 1998, S. 35). Demzufolge können auch aus der „Entwicklung der zugelassenen und angebauten Sorten [...] Hinweise zur Situation der pflanzengenetischen Ressourcen in Deutschland gewonnen werden“ (MEYER et al. 1998, S. 57). So ist für die biologische Vielfalt sowohl die Anzahl als auch der Anteil der Kulturarten im Anbau von Bedeutung (vgl. ebd.).

HOBOHM macht auf das Risikopotential der Gentechnik aufmerksam, da diese, ähnlich wie bei der konventionellen Züchtung im Agrarsektor, im ungünstigsten Fall zu einer weiteren Reduktion der genetischen Vielfalt, „vor allem auf dem Niveau der Varietäten und Unterarten unter den Kulturpflanzen und Haustieren, hinauslaufen“ (HOBOHM 2000, S. 171) wird (vgl. Kap. 4.4.1.2).

Auch der WBGU (vgl. Kap. 2.4.2) prognostiziert auf Biodiversitätsebene, die sich durch wirtschaftliche Vorteile ergeben, potentielle Risiken der Agrogentechnik: Durch die intensive Vermarktung und Anwendung von GVO besteht die Gefahr, dass im Pflanzenbau eine fortschreitende Konzentration auf wenige Sorten stattfindet (vgl. WBGU 1999, S. 113). Weiterhin ist nicht auszuschließen, „dass zwischen fortpflanzungsfähigen Kreuzungspartnern, zwischen Kultur- und Wildpflanzen, ein genetischer Austausch stattfinden kann“ (HOBOHM 2000, S. 172), so dass „einzelne Merkmale oder Merkmalsgruppen die gentechnisch erzeugt worden sind, durch

natürliche Rekombination auf Wildpflanzenpopulationen übertragen werden“ (ebd.). Letztendlich würde dies – gemeint sind die Introgressionen (vgl. Kap. 2.2.4) – theoretisch im Zusammenspiel mit der natürlichen Selektion zu einem Rückgang der genetischen Diversität der floristischen und faunistischen Wildpopulationen führen (vgl. Kap. 4.4.1.1) (vgl. ebd.). HOBOM schätzt die Gefahr von Arten durch die Introgression insgesamt als „eher unwahrscheinlich“ ein, da „sich Introgression und Selektion auf alle Populationen der Art gleichermaßen auswirken müssten.“ (Ebd.). Dennoch ist das Risiko gegeben, dass es zur unbeabsichtigten Ausbringung der Fremdgene transgener Pflanzen kommt, so dass es durch Fremdgene,

„die ihrem Träger Selektionsvorteile innerhalb der Wildpopulation vermitteln (z.B. Abwehr von Schadinsekten, Krankheitsresistenzen, erhöhte Kälte-, Trockenheits- oder Salztoleranz), wahrscheinlich eine Verschiebung von Populationsdichten zur Folge haben, wenn sie denn einmal den Sprung von der Kulturpflanze zur Wildpflanze geschafft haben.“ (Ebd.).

Derzeit ist auch nicht auszuschließen, „dass auf diese Weise monophage Insekten oder andere hochspezialisierte Organismen aussterben.“ (Ebd.).

Die speziellen Auswirkungen auf die einzelnen Ebenen der Biodiversität werden im Folgenden näher betrachtet.

4.4.1.1 Einfluss auf die genetischen Ressourcen

Mit genetischer Diversität ist die Vielfalt innerhalb einer Art gemeint. Sie umfasst zudem die Gesamtheit der genetischen Informationen (DNA), die in den Individuen einer Spezies bzw. einer Population enthalten sind. Die genetische Diversität ist die Basis für die Artbildung (vgl. ENDRES & BERTRAM 2004, S. 10).

LEMKE & WINTER stufen die bestehenden Genressourcen als ‚schützenswürdig‘ ein und zielen dementsprechend auf den Erhalt einer möglichst großen genetischen Vielfalt, sowohl hinsichtlich der genetischen Diversität der Kulturpflanzen als auch der Wildpflanzen, ab. Zweck ist es, die Pflanzen in einem späteren Züchtungsprozess nutzen zu können oder aber ihre Anpassungsfähigkeit an bestimmte Umweltveränderungen zu konservieren, da anderenfalls der ‚Genpool durch menschliche Eingriffe eingeschränkt werden‘ (LEMKE & WINTER 2001, S. 39) könnte. U.a. wurde bereits durch Domestikationsprozesse von Kulturpflanzen die genetische Diversität eingeschränkt, „da bestimmte erwünschte Merkmale aus einem größeren Wildpool

heraus selektiert wurden. Dabei handelt es sich um den so genannten Flaschenhalseffekt, der sich auch auf Ebene der Gene widerspiegelt.“ (Ebd.).

Es sind mittlerweile Fälle bekannt, in denen der Genfluss von Kulturpflanzen zu Wildpflanzen den Verlust von genetischer Diversität verursacht. Zum Beispiel wurde in Asien „eine Wildreissorte durch ständigen Genfluss von Kulturreis zum genetischen Aussterben gebracht.“ (LEMKE & WINTER 2001, S. 40).

Durch den Einsatz von GVO im Biosphärenreservat Rhön wären die zu schützenden Genressourcen bzw. die wertvolle und hohe Biodiversität, die das Gebiet ausmachen gefährdet – entsprechende negative Folgewirkungen auf seltene Arten und Lebensräume sind zu befürchten.

4.4.1.2 Einfluss auf die Arten

Als Artenvielfalt wird die Anzahl der in einer bestimmten Region vorkommenden unterschiedlichen Arten bezeichnet, wobei eine Art in der Regel aus mehreren Populationen, die in verschiedenen geographischen Regionen auftreten können, besteht (vgl. ENDRES & BERTRAM 2004, S. 10). Laut ENDRES & BERTRAM sichert der Erhalt verschiedener Populationen nicht nur den Bestand der Art selbst, sondern trägt zudem zum Schutz der genetischen Vielfalt bei (ebd.).

Hinsichtlich des Ausbringens von GVO besteht auf Ebene der Artenvielfalt das potentielle Risiko der Verwilderung bzw. Auskreuzung (vgl. Kap. 2.4.1), das zu einem Rückgang der Artenvielfalt führen kann (vgl. LEMKE & WINTER 2001, S. 40). Es kann beispielsweise zu einer Reduktion der Artenvielfalt durch Auskreuzung gentechnisch erzeugter Krankheitsresistenzen kommen, wenn „die fehlende Krankheitsresistenz der Wildpflanzenpopulation vorher einen limitierenden Faktor darstellt“ (ebd.). Beispiele aus dem Bereich der Neophyten (z.B. Japanischer Staudenknöterich oder Topinambur) zeigen, dass es sogar lokal zum Aussterben bzw. zur Verdrängung gebietstypischer Wildpflanzenarten durch Fitnessvorteile kommen kann (vgl. ebd.). In der Rhön haben sich u.a. Herkulesstaude und Lupine in manchen Gebieten flächendeckend (anthropogen-beeinflusst) angesiedelt (z.B. auf den Borstgrasrasenflächen im bayrischen Teil des Biosphärenreservats) und so charakteristische Arten verdrängt (vgl. SAUER 2006, mdl.). Durch den Anbau von gv-Pflanzen wäre eine vergleichbare Gen-Ausbreitung durch Pollen möglich, sofern sexuell kompatible Verwandte in der Region wachsen, wo die Feldfrucht angebaut

wird. Demnach „hängt die Wahrscheinlichkeit von Genfluss von der geographischen Verbreitung der Feldfrüchte und ihrer wilden Verwandten ab.“ (MARQUARD & DURKA 2005, S. 51). Von besonderer Bedeutung ist der Genfluss bei Artengruppen, aus der eine weit verbreitete Feldfrucht gentechnisch verändert wurde, deren Ursprungsart oder kompatible Wildarten in der entsprechenden (Anbau-)Region vorkommen. Beispiele hierfür sind für Mitteleuropa u.a. Raps und Zuckerrübe. Darüber hinaus gibt es auch „eine Vielzahl von Gemüse-Arten, Nutzpflanzen, Bäumen oder Futtergräsern und Futterpflanzen, die potentiell für die gentechnische Veränderung geeignet sind und die in Mitteleuropa direkte Wildverwandte haben.“ (MARQUARD & DURKA 2005, S. 52). Weiterhin sind in diesem Zusammenhang ebenso jene Arten von Relevanz, die bei uns als neophytische Unkräuter vorkommen, wie z.B. die Wilde Mohrenhirse oder Gänsefuß-Arten, die in anderen Regionen mit Feldfrucht-Arten hybridisieren können. „Auf diesem Wege könnten Sippen entstehen, die neue Unkraut-Eigenschaften aufweisen, die sie stärker invasiv machen.“ (Ebd.). In Anhang – Tabelle 13 sind die Wahrscheinlichkeiten verzeichnet, mit denen ein Genfluss zwischen Kulturarten und Wildarten, die in Deutschland vorkommen, stattfindet. Das Inverkehrbringen von gv-Raps ist in absehbarer Zeit sehr wahrscheinlich (vgl. Anh. – Tab. 5). In Anhang – Abbildung 15 ist anhand von vier Verbreitungskarten von Wildarten, nämlich Schwarzer Senf, Gemüse-Kohl, Stoppelrübe und Acker-Senf ersichtlich, dass diese in weiten Teilen Deutschlands und auch im Biosphärenreservat Rhön vorkommen (vgl. BFN 2006c). Diese Arten stehen exemplarisch für potentielle wilde Kreuzungspartner von Kulturraps bzw. gv-Raps. Demnach könnte das Inverkehrbringen von gv-Raps u.U. mit einem Artenverlust dieser und weiterer Wildpopulationen verbunden sein, wenn ein Genfluss zwischen gv-Raps und den ortsansässigen Wildpflanzen stattfände.

Ungebrochen ist der globale Artenschwund – auch in Deutschland ist keine Trendwende im Rückgang von Tier- und Pflanzenarten zu verzeichnen (vgl. SRU 2000, S. 28). „Wenigen Erfolgsmeldungen des Artenschutzes (z.B. Schwarzstorch, Kranich, Seehund) stehen viele Misserfolgsmeldungen (Feldhase, Rotmilan) gegenüber“ (BOHN & BENZLER 2001, S. 256 f.). Als Hauptursachen des Artenrückgangs werden vor allem die Nivellierung und Zerstörung von Lebensräumen genannt, die insbesondere stenöke und hinsichtlich ihres Lebensraumes anspruchsvolle Arten gefährden können. Bisher sind die Auswirkungen des Anbaus von GVO auf wildlebende Arten der Agrarbiozöosen und der angrenzenden Lebensräume nur

unzureichend untersucht. Allerdings belegen erste Untersuchungen der Wirkung von B.t.-Mais auf Nichtzielorganismen und Nützlinge, dass mit einem Schadenspotential gerechnet werden muss (vgl. HILBECK et al. 1998; vgl. LOSEY et al. 1999). Nach BOHN & BENZLER geben Laborexperimente erste Hinweise, dass die Toxizität von B.t.-Mais wahrscheinlich auf mehr Organismen Auswirkungen hat als bisher angenommen wurde und dass zudem die Nahrungsketten auf verschiedenen Ebenen durch Schädigung einzelner Glieder beeinflusst werden kann. „[...] Zum jetzigen Zeitpunkt [kann] eine Bedrohung von Nichtzielorganismen und Nutzinsekten und dadurch eine Verstärkung des bereits bestehenden Drucks auf gefährdete und seltene Arten beim großflächigen Anbau von insektenresistenten Kulturpflanzen nicht ausgeschlossen werden.“ (BOHN & BENZLER 2001, S. 256 f.). So weißt die in Kapitel 4.3.3 erwähnte britische Langzeitstudie zu Auswirkungen des Anbaus von gv-Raps auch nach, dass die Herbizidresistenz zur Reduzierung von Bienen, Schmetterlingen³⁴ und Ackerbegleitkräutern führt und in folge dessen Vögel weniger Nahrung finden (vgl. MOCH et al. 2004). Auch „die Auswirkungen des Pollens von B.t.-Mais auf die Larven des Monarchfalters [.] in Nordamerika [ist ein] Beispiel für dieses Phänomen. [...] Man erkannte außerdem, dass die Pollen [...] auch für die Raupen des Tagpfauenauges [.] toxisch sind.“ (THEN 2004b, S. 1 f.). Insgesamt zeigt sich, dass bestimmte (Nichtziel-)Arten empfindlich auf B.t.-Toxine reagieren und ökologische Negativfolgen entsprechend dem Stand der Forschung sehr wahrscheinlich sind.

All diese Auswirkungen, die durch den Anbau von GVO impliziert werden, stellen Risiken für das Biosphärenreservat Rhön da. Die in Kapitel 3.1.3 genannten seltenen und erhaltenswürdigen Arten, die teilweise einen hohen Schutzstatus genießen, wären gefährdet.

4.4.1.3 Einfluss auf die Ökosysteme

Die Ökosystemvielfalt bezieht sich auf die Diversität der biotischen Lebensgemeinschaften und Habitate, auf die Vielfalt der ökologischen Prozesse sowie auf die Vielfalt innerhalb der Ökosysteme. Es geht dabei nicht um die Betrachtung

³⁴ So werden z. B. 24% weniger Schmetterlinge an den Feldrändern gefunden, wenn herbizidresistenter Raps angebaut wird (vgl. THEN 2004b, S. 2).

bestimmter Arten oder Artenzahlen, sondern um deren Zusammensetzung und Funktionalität im Ökosystem (vgl. ENDRES & BERTRAM 2004, S. 10).

Auf Ebene der Ökosystemvielfalt kann der Anbau transgener Kulturpflanzen – wie auch der von konventionell gezüchteten Kulturpflanzen – durch die Überwindung von Anbaurestriktionen eventuell zu einer regionalen bzw. gebietsweisen Konzentration in bestimmten Anbaugebieten führen. Damit verbunden ist die Reduktion oder Einengung der landschaftlichen Vielfalt, wodurch es gegebenenfalls zu (negativen) Einflüssen auf den Naturhaushalt, die Artenvielfalt und die genetische Vielfalt kommen könnte (vgl. LEMKE & WINTER 2001, S. 40).

Ein Schwerpunkt aller Schutzbemühungen des Biosphärenreservats Rhön ist die Bewahrung und Erhaltung der spezifischen Lebensräume dieser Kulturlandschaft, dem durch verschiedene Maßnahmen in besonderer Weise Rechnung getragen wird (vgl. u.a. Kap. 3.3.1, 3.3.2 und 3.3.4). Der Anbau von GVO würde dem Zielkonzept zuwider laufen.

4.4.1.4 Natürliche *versus* Anthropogene Vielfalt

Wie dargestellt, sind auf allen Ebenen der Biodiversität Folgewirkungen möglich. Allerdings ist zu bedenken, dass Diversität häufig unabhängig davon betrachtet wird, ob es sich um natürliche oder anthropogen beeinflusste Vielfalt handelt – meist wird nur die absolute Diversität gemessen. HEYER et al. folgert aus dieser Überlegung, dass z.B. die Auskreuzung von transgenen Eigenschaften als neutral zu bezeichnen wäre, sofern sie nicht zu einem Verlust an genetischer Diversität der Wildpflanzenpopulation führt. Im Fall einer Erhöhung der genetischen Vielfalt durch Auskreuzung, indem also neue Gene in den bestehenden Genpool der Wildpflanzenpopulation inkorporiert werden, wäre sogar von einem positiven Effekt auf die genetische Diversität zu sprechen. Letztendlich wäre erst der Verlust von ursprünglich vorhandenen Allelen einer Wildpopulation infolge von Introgression neuer transgener Allele als negativ zu bewerten (vgl. HEYER et al. 1996, S. 68 f.). Die Differenzierung zwischen natürlicher und anthropogen beeinflusster Diversität berücksichtigt nicht, dass es durch ein Hinzutreten neuer Gene (ohne Diversitätsverlust) zu Strukturveränderungen kommen könnte. Es wird daher vorgeschlagen, „nicht die Höhe der Biodiversität, sondern die Ausprägung der Diversität als Maßstab heranzuziehen“ (HEYER et al. 1996, S. 69). Spezielle

wissenschaftliche Vergleiche liegen allerdings noch nicht vor und eine entsprechende Schlussfolgerung für das Biosphärenreservat Rhön daher nicht zu ziehen.

4.4.2 Auswirkungen auf standortökologische Parameter

Neben den eventuell auftretenden negativen Auswirkungen auf die Biodiversität, sind durch den Einsatz von GVO außerdem Auswirkungen auf die Bodenfunktionen und -organismen (vgl. Kap. 4.4.1.2) und die entsprechenden Gewässerfunktionen und -organismen möglich (vgl. ZÜGHART et al. 2005, S. 309).

Die Fließgewässer des Biosphärenreservats Rhön stellen wichtige Lebensräume und Verbundelemente dar, sozusagen ‚Lebensadern in der Landschaft‘. Schon jetzt kommt es punktuell durch den Eintrag landwirtschaftlicher Schadstoffe, vor allem durch Düngemittel und Pestizide durch die an die Uferbereiche der Fließgewässer bzw. den Gehölzsaum angrenzende Ackernutzung und durch die Einleitung ungeklärter Abwässer zu Beeinträchtigungen der Wasserqualität (vgl. GREBE 1995, S. 50). Inwieweit die Anreicherung von B.t.-Toxinen durch die Landwirtschaft zu einer weiteren negativen Beeinflussung führen kann, ist wissenschaftlich bisher noch unzureichend untersucht. Es ist aber sicher, dass Anreicherungen von Transgenen und des B.t.-Toxins im Boden potentiell möglich sind. Genauso kann es zu Rückständen von B.t.-Toxinen in Oberflächengewässern kommen, gleiches gilt für die Folgewirkungen für die Bodenfunktionen (vgl. ZÜGHART et al. 2005, S. 309).

4.4.3 Nachhaltigkeitsstrategien im Bereich Ökologie

Durch zahlreiche Institutionen und Einrichtungen gibt es diverse Verträge und Vorgaben zum Erhalt der Biodiversität, die gemeinhin eine nachhaltige Wirtschaftsweise fordern. Das *Übereinkommen über die biologische Vielfalt*, das auf der *Konferenz der Vereinten Nationen zu Umwelt und Entwicklung (UNCED)* 1992 in Rio de Janeiro ausgehandelt wurde, unterzeichneten inzwischen 187 Staaten inkl. die EU. Diese Staaten verpflichteten sich, die Biodiversität sowohl in ihren eigenen Ländern zu schützen als auch geeignete Maßnahmen zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Biodiversität in Entwicklungsländern zu unterstützen (vgl. SINEMUS et al. 2006c). Wichtige Elemente der *Biodiversitäts-Konvention* sind dabei u.a. die Identifizierung und Überwachung der Biodiversität, der Schutz der

Biodiversität (*in situ*, also im Ökosystem und *ex situ* in entsprechenden Einrichtungen zur Speicherung von Saatgut), Regelung des Zugangs und der Nutzung zu genetischen Ressourcen, Technologietransfer, wissenschaftliche Zusammenarbeit und Informationsaustausch und die Regelung der gerechten Verteilung der Nutzen und Profite durch biotechnologische Inwertsetzung der genetischen Ressourcen (ebd.). Durch Artikel 8 g des Übereinkommens wird zur *In-situ*-Erhaltung jede Vertragspartei dazu angehalten

„Mittel zur Regelung, Bewältigung oder Kontrolle der Risiken ein[zu]führen oder bei[zu]behalten, die mit der Nutzung und Freisetzung der durch Biotechnologie hervorgebrachten lebenden modifizierten Organismen zusammenhängen, die nachteilige Umweltauswirkungen haben können, welche die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt beeinträchtigen könnten, wobei auch die Risiken für die menschliche Gesundheit zu berücksichtigen sind.“ (SINEMUS et al. 2006c).

Für das Biosphärenreservat Rhön ist der Schutz von Natur und Landschaft und somit die Bewahrung der Biodiversität, so wie es auch die *Biodiversitäts-Konventionen* fordern, von zentraler Bedeutung. Neben direkter Naturschutzarbeit trägt jeder einzelne Landwirt zur Erhaltung bei (BIOSPÄRENRESERVAT RHÖN 2006e).

Ein Protokoll der FAO über *Biodiversität und den Ansatz des Ökosystems in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei* hebt die Verbundenheit zwischen Biodiversität und Landnutzung – im Speziellen der Landwirtschaft – hervor (vgl. FAO 2002). Die Analyse von einigen Fallbeispielen durch die FAO zeigt, dass vor allem die ökologische Landwirtschaft die Vielfalt der genetischen Ressourcen für die Nahrung und Landwirtschaft steigert. Hinzu kommt, dass der organische Anbau traditionelle Sorten und Züchtungen wieder belebt hat, die besser an lokale ökologische Bedingungen angepasst und resistent gegen Krankheiten sind. Die organische Landwirtschaft trägt demnach zum Erhalt *in situ*, zur Wiederbelebung und Erhaltung der landwirtschaftlichen Vielfalt bei (vgl. SCIALABBA et al. 2002).

Die Bedeutsamkeit der Erhaltung der (landwirtschaftlichen) Biodiversität wird auch in einer Studie des ISP deutlich, in der sie als „lebenswichtig für die langfristige Ernährungssicherheit“ (ISP 2003, S. 73) deklariert wird und die durch „das Übernehmen von Hohertragsorten, uniformen Züchtungen und Varietäten der ‚modernen‘ Landwirtschaft bedroht“ (ebd.) ist. Der ISP-Bericht sieht durch eine

naturverträgliche und nachhaltig gestaltete Landwirtschaft auch die Möglichkeit der Erhaltung der natürlichen Biodiversität (vgl. ISP 2003, S. 74). Diese Aussage wird durch einen Bericht der SOIL ASSOCIATION bekräftigt, der besagt, dass organische Landwirtschaft eine weitaus höhere Ebene der Biodiversität fördert (sowohl den Reichtum als auch die Vielfalt der Arten) als konventionelle Anbausysteme, einschließlich Spezies, deren Bestand signifikant zurückgegangen ist (vgl. AZEEZ 2000).

In der ISP-Studie werden nicht nur die ökologischen Vorteile der Biodiversität verdeutlicht, sondern zudem auf empirische Erkenntnisse verwiesen, nach denen biodiverse Ökosysteme zwei- bis dreimal produktiver sind als Monokulturen (vgl. ISP 2003, S. 12) und somit auch ökonomische Vorteile mit sich bringen.

Diese positiven ökologischen und ökonomischen Rückkopplungen, die durch eine nachhaltige Landnutzung erzielt werden, könnten vermutlich durch den Einsatz von GVO in der konventionellen Landwirtschaft jedoch die Biodiversität gefährden.

Im Rahmen der Tagung *Gentechnik und ökologisch sensible Gebiete* im April 2005 verabschiedeten Großschutzgebietsleitungen und Verbände die *Vilmer Resolution*. Darin wird konkret der Schutz ökologisch sensibler Gebiete, wie Nationalparke, Naturparke, Biosphärenreservate und Natura 2000-Gebiete vor der Kontamination mit GVO gefordert. In einer Pressemitteilung zu der Tagung heißt es:

"Schutzgebiete sollen dauerhaft und übergreifend in Europa als Rückzugsreservate ohne Gentechnik bleiben. Solange es dafür keine EU-weiten Regelungen gibt, muss auf nationaler Ebene der Anbau von Genpflanzen in Nationalparks, Biosphärenreservaten, Natura-2000-Gebieten und Naturschutzgebieten verhindert werden." (PRESSEMITTEILUNG NABU et al. 2005).

Solange also mit dem Anbau von GVO das Risiko eines Biodiversitätsverlusts verbunden ist, der sich negativ auf ökologische und ökonomische Wirkungszusammenhänge für die Natur und Landschaft genauso wie für die Landwirtschaft niederschlagen könnte, ist vom Ausbringen von gv-Kulturen im Biosphärenreservat Rhön abzuraten.

4.5 Wirtschaft

Der Einsatz von GVO verändert nicht nur den Agrarsektor im Speziellen, sondern auch die nachgelagerten Wirtschaftsbereiche. Schließlich werden beispielsweise

durch den Handel oder Tourismus Produkte wie Lebensmittel und Landschaft ‚vermarktet‘, die bis dato häufig mit regional, attraktiv, qualitativ oder naturverträglich assoziiert werden. Ob diese Prädikate auch bei einem potentiellen Einsatz von GVO bestehen bleiben, ist zu hinterfragen. Im Folgenden soll anhand ausgewählter Beispiele auf die Auswirkungen, die der Anbau von gv-Pflanzen gegebenenfalls für das Biosphärenreservat mit sich bringen würde, eingegangen werden.

4.5.1 Tourismus

Biosphärenreservate stellen repräsentative Natur- und Kulturlandschaften dar und gelten als attraktive Ziele für einen natur- und landschaftsbezogenen Urlaub in Deutschland. Dass Urlaub in der Natur im Trend liegt, zeigen die jährlichen Besucherzahlen von 290 Mio. in die deutschen Großschutzgebiete zu denen neben Nationalparke und Naturparke auch Biosphärenreservate zählen (vgl. HERDORFER 2002, S. 19). Allein im bayrischen Teil des Biosphärenreservats Rhön werden jährlich drei Mio. Übernachtungsgäste und sechs Mio. Tagesausflügler gezählt (vgl. PETERMANN & REVERMANN 2002, 43 f.).

Häufig stehen die ökologischen Schutzziele von Biosphärenreservaten im Widerspruch zu touristischen Entwicklungszielen, da Naturräume, die für Touristen attraktiv sind, zumeist auch ökologisch sensible Räume darstellen (vgl. ENGELS & JOB-HOBEN 2004, S. 115). Ein Lösungsvorschlag bietet die Entwicklung nachhaltiger Tourismusformen, wie sie von der WORLD TOURISM ORGANISATION formuliert wurden:

„Nachhaltige Tourismusentwicklung befriedigt die heutigen Bedürfnisse der Touristen und Gastregionen, während sie die Zukunftschancen wahrt und erhöht. Sie soll zu einem Management aller Ressourcen führen, das wirtschaftliche, soziale und ästhetische Erfordernisse erfüllen kann und gleichzeitig kulturelle Integrität, grundlegende ökologische Prozesse, die biologische Vielfalt und die Lebensgrundlage erhält.“ (zit. in ENGELS & JOB-HOBEN 2004, S. 115).

Sehr ähnlich stellt auch der VERBAND DEUTSCHER NATURPARKE (VDN) als Ziele bei der Entwicklung eines nachhaltigen Tourismus den Schutz und die Entwicklung des natürlichen und kulturellen Erbes und die Gewährleistung hoher Gästezufriedenheit in den Mittelpunkt. Zudem gehören laut VDN die Verbesserung der

Lebensqualität der einheimischen Bevölkerung sowie die wirtschaftliche Stärkung der Region zu den Kriterien eines nachhaltigen Tourismus (vgl. VDN 2002). Dass auch die Rhön als Urlaubsregion diese Zielsetzungen wahrnehmen und umsetzen sollte, ist aus einer Besucherbefragung ablesbar. Wie Anhang – Abbildung 16 zeigt, spielen für Besucher des Biosphärenreservats Rhön intakte Natur, gute Wanderwege und Beschilderung, umweltfreundliche Hotels und rhöntypische Gerichte mit Prozentwerten zwischen 48 und 92 eine große (Erwartungs-)Rolle (vgl. ENGELS & JOB-HOBEN 2004, S. 113 f.).

Diese Erwartungen könnte das Biosphärenreservat sicherlich auch erfüllen, falls es in der Region zum Anbau von GVO kommt. Auch wenn sich, wie in Kapitel 4.4 beschrieben, potentielle Risiken für Natur und Umwelt ergeben, sind diese für den Besucher in den wenigsten Fällen sichtbar. Allerdings stellt sich die Frage, ob Touristen, die ein Gebiet insbesondere wegen der Schönheit der Landschaft sowie wegen der auf Regionalität und Umweltfreundlichkeit ausgelegten Gastronomie schätzen, noch immer genauso hoch frequentieren würden, wenn sich der Anbau von GVO etablieren würde. Es ist wahrscheinlich, dass aufgrund allgemeiner Vorbehalte gegenüber der Agrotechnik Besucher fern blieben. Die Folge wäre also ein touristischer Imageverlust, der die Existenz der ortsansässigen Gastronomen gefährden könnte.

All dies sind Annahmen, die derzeit nicht durch entsprechende Untersuchungen bzw. Literatur stichhaltig bewiesen werden können.

4.5.2 Produkterzeugung

Zu den Zielen des Biosphärenreservats Rhön gehört die Erhaltung der Kulturlandschaft durch Inwertsetzung, u.a. durch die Vermarktung umweltfreundlich produzierter regionaler Produkte sowie die Etablierung von Qualitätssiegel und Dachmarke für die regional produzierten Produkte (vgl. GREBE 1995, S. 221 ff.).

Wenn es zum Anbau von GVO im Biosphärenreservat kommen sollte, könnte dies für die Regionalvermarktung gegebenenfalls negative Folgen mit sich bringen.

Ebenfalls ist ein Verlust an Kooperationspartnern in den Bereichen biologische und bäuerliche Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutz und Tourismus denkbar. In diesem Zusammenhang könnte ein Imageverlust für eine Region, die sich eigentlich durch Tourismus, Dienstleistungen oder regionale Produkte

charakterisiert, eintreten. Auch der Verlust an regionaler Wertschöpfung oder ökologische Schäden sind mögliche Folgewirkungen des Anbaus von GVO in ökologisch sensiblen Gebieten (vgl. MOLDENHAUER & WEBER 2006a).

4.5.2.1 Rahmenbedingungen für Qualitätssiegel, Regionalvermarktung und Dachmarke

Siegel bzw. Label sollen den Kunden auf besondere Qualitäten von Produkten, z.B. gesundheitliche, soziale oder ökologische Eigenschaften, hinweisen. Damit dienen sie der Abgrenzung gegenüber anderen Produkten mit gleichem Gebrauchszweck, die diese Eigenschaften jedoch nicht aufweisen. Der Begriff Label wird dabei als Sammelbegriff für verschiedene Ansätze der Produktkennzeichnung verwendet, so u.a. für Eigenmarken, Güte-, Prüf-, Regional- und Umweltzeichen, wobei auf die beiden letzteren hier näher eingegangen werden soll. Regional- oder Herkunftszeichen sind Label, die für Produkte werben, die in einer bestimmten Region hergestellt werden. Diese Regionalzeichen spielen bisher vor allem in der Lebensmittelkennzeichnung eine Rolle. Umweltzeichen bzw. Öko-Label sind hingegen produktbezogene Kennzeichen, die sich auf die Umwelteigenschaften eines Produktes beziehen. Diese Label finden sich auf Produkten, die beispielsweise umweltschonend hergestellt sind (z.B. Bio-Lebensmittel), sich durch geringe Schadstoffbelastungen auszeichnen oder besonders umweltfreundlich entsorgt werden können. Dabei existieren sowohl Umweltzeichen, die sich nur auf einen Einzelaspekt konzentrieren (z.B. chlorfrei gebleicht) als auch solche, die sich auf den gesamten Lebenszyklus beziehen. Alle Umweltzeichen zielen darauf ab, Angebot und Nachfrage umweltfreundlicher Produkte zu fördern (vgl. VERBRAUCHER INITIATIVE e.V. 2006).

Als Ziele der Siegel für Rhöner Produkte stehen der Hinweis auf die Existenz von Rhöner Qualitätsprodukten mit lückenlosem Nachweis von Herkunft und Inhalt beim gewerblichen und privaten Verbraucher in der Region, die Sicherung des Marktanteils in der Region und die Erschließung neuer Absatzmöglichkeiten außerhalb der Rhön, um ihre Produkte im Hochpreissegment absetzen zu können, im Vordergrund (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006h). Erzeuger aus der Rhön können ihre Produkte entweder durch das *Qualitätssiegel Rhön-Bio*, dass wie sich aus dem Namen bereits ergibt, für Produkte aus biologischer Landwirtschaft vergeben wird

und zudem auf die regionale Herkunft verweist oder dem *Qualitäts- und Herkunftssiegel Rhön* zertifizieren. Beide Qualitätssiegel sollen dem Verbraucher die Hochwertigkeit der Produkte und Dienstleistungen zeigen. Im Dezember 2005 wurden die ersten Vergaben der Siegel vollzogen. Wer das Qualitätssiegel Rhön zur Kennzeichnung von Produkten nutzen will, muss einen definierten Katalog von Qualitäts- und Herkunftskriterien erfüllen, die auf allen Erzeugungs- und Verarbeitungsstufen kontrolliert werden (ebd.).

Neben den Qualitätssiegeln können Erzeuger auch das Zeichen *Dachmarke Rhön* nutzen. Ziel des ‚Dachmarken-Projektes‘ ist es, „die gemeinsame Rhöner Identität zu fördern, ein einheitliches Erscheinungsbild für die Rhön zu erzielen und die Innen- und Außenmarketing-Maßnahmen länderübergreifend zu harmonisieren.“ (FILLER 2006b). Das zur Zielumsetzung eingerichtete Dachmarkenmanagement verfolgt die Absicht „für einen möglichst hohen Anwendungs- und Verbreitungsgrad des Zeichens in der Region zu sorgen und Maßnahmen zur Absatzförderung regionaler Produkte und Dienstleistungen gemeinsam mit den Zeichennutzern zu planen und zu realisieren.“ (FILLER 2006c). Seit April 2006 hat die *Dachmarke Rhön* ein ‚Gentechnikfrei-Zertifikat‘, was heißt, dass nur die Betriebe teilnehmen dürfen, die keine gv-Pflanzen anbauen; über den Einsatz von gv-Futtermitteln wird jedoch nichts ausgesagt (vgl. SAUER 2006, mdl.).

Wie das Biosphärenreservat Rhön in seiner langjährigen Erfahrung feststellen konnte, eignen sich die Strukturen und Rahmenbedingungen, also Dachmarke und Qualitätssiegel sehr gut, um nachhaltige Landnutzungskonzepte sowie regionale Vermarktungsstrukturen für nachhaltig erzeugte Produkte zu etablieren. Neben den ökonomischen Positiveffekten trägt die Vermarktung regionaler Produkte wie Rhönschaf, alte Apfelsorten, Biosphärenrind, Rhöner Bachforelle etc. zur Erhaltung der artenreichen Kulturlandschaft bei (GEIER 2004, S. 146 ff.).

4.5.2.2 Ziele, Strategien und Beispiele der Regionalvermarktung

Die Regionalvermarktung von nachhaltig produzierten (Agrar-)Produkten ist nach KULLMANN eine geeignete Strategie, nachhaltiges Wirtschaften als Ziel des UNESCO-Programms MAB im Rahmen von Biosphärenreservaten umzusetzen. Denn durch die regionale Vermarktung von nachhaltig erzeugten Produkten können Schutzaspekte mit ökonomischen Beiträgen für die Landnutzer verbunden werden,

wodurch ein Beitrag geleistet wird, um ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit gleichzeitig zu verwirklichen. Mit Hilfe der Regionalvermarktung sollen vor allem die *Regionale Kreislaufwirtschaft* gefördert werden. Das bedeutet, dass die in der Region erzeugten Rohstoffe auch „in der Region verarbeitet, verkauft und konsumiert werden, um möglichst wenig Verkehr und möglichst viel regionale Wertschöpfung zu erzeugen.“ (KULLMANN 2002, S. 1). KULLMANN gliedert die Ziele und Strategien vieler regionaler Vermarktungsprojekte (s. Tab. 5) nach den drei Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung.

Tabelle 5: Ziele und Strategien der Regionalvermarktung

Quelle: Eigene Darstellung nach KULLMANN 2002, S. 6 f.

ökologische Ziele der Regionalvermarktung	ökonomische Ziele der Regionalvermarktung	soziale Ziele der Regionalvermarktung
Schutz durch Nutzung ressourcenschonende und umweltverträgliche regionale Vermarktung auf ‚kurzen Wegen‘ Förderung der Extensivierung Förderung der artgerechten Tierhaltung Förderung des ökologischen Landbaus Förderung des Vertragsnaturschutzes	Erhalt von Arbeitsplätzen und Unternehmen (= Erhöhung einzelbetrieblicher und regionaler Wertschöpfung) qualitativ hochwertige Veredelung (= Mehrerlös regionaler Produkte und Dienstleistungen) Inwertsetzung ökologischer, landschaftlicher, kultureller, wirtschaftlicher und menschlicher ‚Ressourcen‘	Verbesserung der Lebensbedingungen Erhöhung der Akzeptanz von Naturschutzmaßnahmen oder Großschutzgebieten Förderung regionaler Identität Förderung wirtschaftlicher und sozialer Solidarität

Gemäß diesen Zielen und Strategien regionaler Vermarktungsprojekte gilt zusammenfassend ‚Aus der Region – Für die Region‘. Dabei wird die Regionalvermarktung sowohl von gesellschaftlichen als auch von wirtschaftlichen Akteuren angeregt und vorangetrieben. Federführend im Biosphärenreservat Rhön haben der VEREIN NATUR- UND LEBENSRAUM RHÖN, die ARGE RHÖN sowie die Einzelhandelskette TEGUT mit über 350 Läden zu der Verarbeitung und Vermarktung regionaler Produkte beigetragen (vgl. KULLMANN 2004, S. 9). BESCH & HAUSLADEN betrachten die Organisation als Verbundprojekt gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Akteure als ein typisches Kennzeichen regionaler Vermarktungsprojekte (vgl. BESCH & HAUSLADEN 1999). Von zentraler Bedeutung als Erfolgsfaktoren sind nach BRENDLE dabei vor allem die Initiatoren und Schlüsselpersonen eines Projektes, die Gewinnung externer Unterstützer sowie die Erreichung einer

Win-Win-Situation von Akteuren aus unterschiedlichen Interessensfeldern (vgl. BRENDLE 1999). In der Rhön findet zwischen den Erzeugern und Verarbeitern entlang der einzelnen Produktlinien und Vermarktungswege eine intensive Kommunikation und Kooperation statt. So stellen die in der Regionalvermarktung umgesetzten Produktions- und Vermarktungsformen eine ökonomisch, sozial und ökologisch sinnvolle Alternative zu den bisher praktizierten Formen dar (vgl. KULLMANN 2002, S. 6 f.).

Ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, das im Auftrag des BUNDESAMTS FÜR NATURSCHUTZ (BFN) durchgeführt wurde, ermittelte den Status quo der Regionalvermarktung in den deutschen Biosphärenreservaten. Dem Biosphärenreservat Rhön wurde dabei das Prädikat einer Modellregion zugesprochen, da hier die größte Anzahl und Formenvielfalt regionaler Vermarktungsprojekte im bundesweiten Vergleich zu finden ist (vgl. KULLMANN 2004, S. 225 und 230; vgl. KULLMANN 2002, S. 6).

Ein Beispiel für eine gelungene Umsetzung der Regionalvermarktung ist der in Kapitel 4.3.4 erwähnte Forellenhof. Weiter soll exemplarisch die *Rhöner Apfelinitiative* vorgestellt werden, die 1995 in Zusammenarbeit von Obstbauern, Keltereien, Gastronomen und Naturschützern gegründet wurde, um ökologisch wertvolle Streuobstwiesen und die regionale Sortenvielfalt beim Apfel zu erhalten. Durch die Initiative sollen durch die Verarbeitung der naturnah produzierten Äpfel zusätzliche Erwerbsquellen und Arbeitsplätze geschaffen werden (vgl. BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN 2006g). Die Partnerschaft aus Erzeugern und Verarbeitern hat sich dem nachhaltigen Wirtschaften und damit dem Grundgedanken des Biosphärenreservats verschrieben. Zusätzlich erfuhr das Streuobstwiesen-Projekt mit der ‚Bio-Zertifizierung‘ für den ‚Öko-Apfelsaft‘ im Jahr 1997 einen deutlichen Mehrwert. Neben den ökologischen Vorteilen birgt das Zertifikat für die fast 1.500 beteiligten Obstbauern deutliche ökonomische Vorteile: „Die Kelterei bezahlt dem Erzeuger [...] mehr als handelsüblich für die qualitativ einwandfreien Äpfel und schafft damit den Anreiz für die Bauern, ihre Streuobstwiesen zu pflegen [...], die Erträge zu beernten und somit die Rhöner Kulturlandschaft zu erhalten.“ (KALLENBACH 2006).

Besonders die Einstellung der Verbraucher zu umweltschonender Erzeugung und artgerechter Tierhaltung hat neben weiteren, diesem Regionalvermarktungsprojekt zu ihrem Erfolg verholfen. Denn wenn „die Wertschätzung der Konsumenten für diese

Produkte hoch [ist], sind sie auch bereit, höhere Preise für die Qualitätsprodukte zu zahlen. Nur so können langfristig höhere Erzeugerpreise für die beteiligten landwirtschaftlichen Betriebe realisiert werden.“ (BRÄHLER 1996, S. 34).

Auf die Konsequenzen, die sich durch den Anbau von gv-Pflanzen bzw. die Einführung von gv-Produkten ergeben, soll im Folgenden eingegangen werden.

4.5.2.3 Konsequenzen und Beeinträchtigungen für Regionalvermarktung, Qualitätssiegel und Dachmarke durch gentechnisch veränderte Organismen und entsprechende Schlussfolgerungen

Konsumenten achten beim Einkauf vielfach auf ein ‚gutes‘ Preis-Leistungs-Verhältnis, wobei die Qualität einen wichtigen Stellenwert einnimmt. Auch wenn die Agrogentechnik-Verfechter höhere Qualität von Lebensmitteln durch gentechnische Veränderung der Pflanzen versprechen, lehnt derzeit ein Großteil der Bevölkerung gv-Lebensmittel ab. Eine vom BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND (BUND) durchgeführte Befragung zum Thema Gentechnik in Lebensmitteln fand im Rahmen der *Grünen Woche*, der größten europäischen Agrarmesse im Januar 2006 in Berlin statt. Laut Pressemitteilung des BUND wollen 93% der Befragten (von insgesamt 2.000 Befragten) keine Gentechnik in Lebensmitteln. Zu den Ablehnungsgründen gehören vor allem Bedenken hinsichtlich der Risiken, z.B. allergischen Reaktionen durch den Verzehr von gv-Lebensmitteln und die allgemeine Unwissenheit über weitere potentielle Risiken (vgl. PRESSEMITTEILUNG BUND 2006). Zudem spielt auch im Lebensmittelsektor das Thema natürlich, gesund und regional genießen eine wichtige Rolle. Durch die Vermarktung von Produkten, die GVO enthalten, könnte es u.U. zu Imageschäden kommen, da regional produzierte und vermarktete Produkte Prädikate besitzen, die einen Widerspruch zu gv-Lebensmitteln aufweisen.

Diese Einschätzung wird ebenfalls durch eine Online-Befragung, die im Rahmen der Einführung des Qualitätssiegels Rhön von der FH Würzburg-Schweinfurt durchgeführt wurde, bestätigt. Bei der Studie ging es um die Beantwortung grundsätzlicher Fragen zu den Chancen, der Akzeptanz und den Kriterien des Qualitätssiegels Rhön. Die Ergebnisse der Studie ergaben, dass prinzipiell mehr als ein Drittel der Befragten großes Vertrauen in Gütesiegel haben. Für 80% der Befragten spielen Qualitätssiegel besonders im Lebensmittelsektor eine wichtige Rolle. Auf die Frage der Erwartungen an das Qualitätssiegel Rhön hinsichtlich der

ökologischen Erzeugung gaben 41% diese als sehr wichtig an. Eine unabhängige Kontrolle erwarten 64% der Befragten, eine hohe Qualität 81%. Die Erwartungen an das Qualitätssiegel Rhön bezüglich der kontrollierten Herkunft stuften 83% der Befragten als sehr wichtig ein, wie in Abbildung 8 dargestellt (vgl. KIMMEL et al. 2004, S. 18).

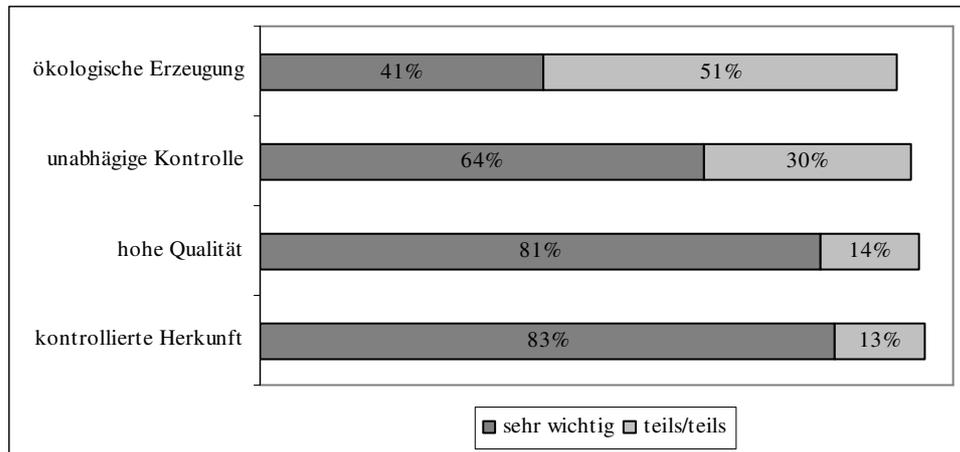


Abbildung 8: Erwartungen an das Qualitätssiegel Rhön

Quelle: Eigene Darstellung nach KIMMEL et al. 2004, S. 18

Durch die Ergebnisse der Studie wird die Daseinsberechtigung des Qualitätssiegels Rhön verdeutlicht. Das Siegel vereint die genannten Erwartungen, wobei sich die zertifizierten Produkte inzwischen zusätzlich durch ‚Gentechnikfreiheit‘ auszeichnen. Gemäß der Besucherbefragung auf der *Grünen Woche* ergänzt die Auszeichnung ‚GVO-frei‘ sehr gut das Gesamtkonzept des Qualitätssiegels. Schließlich besteht die Wahlfreiheit für Verbraucher nur, wenn das Produkt als ‚GVO-frei‘ zertifiziert ist, da wie in Kapitel 2.3.4 beschrieben, Lebensmitteln in denen der GVO-Anteil kleiner als 0,9% ist, nicht gekennzeichnet werden müssen.

Die Annahmen, dass sich die Einführung von GVO auf die Regionalvermarktung, das Qualitätssiegel und die Dachmarke im Biosphärenreservat Rhön negativ auswirken könnte, wird durch die Aussagen von VÖGEL verifiziert. Der Autor begrüßt generell die Bemühungen der letzten Jahre in vielen bundesdeutschen Biosphärenreservaten um Direkt- und Regionalmarketing, auch in Verbindung mit Qualitäts- und Herkunftszertifizierung, die an Bedeutung gewonnen haben. Er geht jedoch davon aus, dass durch die Einführung von „gentechnisch beeinflussten

Produktionsmethoden [...] unter den derzeitigen gesellschaftlichen Diskussionsverhältnissen [mit] einer ausgesprochen schädlichen Beeinträchtigung dieser Bemühungen“ (VÖGEL 2001, S. 297) zu rechnen ist.

4.6 Aktuelle Bemühungen in der Region (Gentechnikfreie Region)

Seit November 2003 gibt es durch Initiativen und Aktivitäten von Land- und Forstwirten, Gärtnern und Imkern in Deutschland zahlreiche gentechnikfreie Flächennutzungen. Betriebe bzw. Höfe werden für gentechnikfrei erklärt oder die Bewirtschafter schließen sich in Gemarkungen, Gemeinden, Landkreisen und Wirtschaftsräumen zu *Gentechnikfreien Regionen, Anbauregionen* oder *Zonen* zusammen. Durch konkrete Bestimmungen (s. Anh. – Tab. 14) erhalten Gentechnikfreie Regionen in Deutschland sowohl für die beteiligten Landwirte als auch für den Absatzmarkt und den Verbraucher einen nachvollziehbaren und verbindlichen Charakter und sind „innerhalb kurzer Zeit zu einem ernstzunehmenden Akteur in der (landwirtschaftlichen) Flächennutzung geworden“ (MOLDENHAUER & WEBER 2006a). In erster Linie wird diese Verbindlichkeit durch Selbstverpflichtungserklärungen der einzelnen Eigentümer, Nutzer und Bewirtschafter der Flächen (v.a. Land- und Forstwirtschaft) erreicht, in denen sie versichern, wissentlich keine gv-Kulturen (gv-Saat- und gv-Pflanzengut) zu verwenden. Außerdem verpflichten sich einige Gentechnikfreie Regionen auch im Bereich der Tierhaltung keine GVO-haltigen Futtermittel einzusetzen. Gentechnikfreie Flächennutzung wird in drei Kategorien unterschieden: *Gentechnikfreie Regionen (GFR)*, *Initiativen zu Gentechnikfreien Regionen (GFR-Initiativen)* und *Gentechnikfreie Höfe (Einzelenerklärungen)*.

Derzeit (Stand: 05.05.2006) gibt es in Deutschland insgesamt 25.200 Landwirte, welche eine landwirtschaftliche Gesamtfläche von 853.300 ha bewirtschaften, die eine Selbstverpflichtung zu gentechnikfreier Bewirtschaftung unterzeichnet haben. Anhang – Abbildung 17 zeigt eine Übersichtskarte der GFRs in Deutschland. GFRs bzw. -Initiativen (derzeit insgesamt 93) sollen dazu beitragen die Koexistenz der landwirtschaftlichen Anbauformen zu sichern. Außerdem dienen GFRs dem Naturschutz und dabei insbesondere dem Schutz der Biodiversität und dem Artenschutz – dies vor allem in ökologisch sensiblen Gebieten (vgl. Kap. 4.5), wo sie einen hohen Stellenwert haben.

Zum Schutz der biologischen Vielfalt in ökologisch sensiblen Gebieten, durch die sich Großschutzgebiete auszeichnen, wie auch für andere, nicht unter Schutz stehende Gebiete ist es daher von hoher Bedeutung, dass auch weiterhin flächendeckend und großräumig eine gentechnikfreie Landwirtschaft gewährleistet ist. Und auch wenn die Großschutzgebiete in Deutschland mit Blick auf ihre Ziele und Leitbilder ein zunehmendes Interesse an der Ausweisung gentechnikfreier Gebiete zeigen, sind bislang kaum GFRs in den Großschutzgebieten gegründet worden (ebd.). Daher haben sich die ARBEITSGEMEINSCHAFT BÄUERLICHE LANDWIRTSCHAFT (ABL), der BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ DEUTSCHLAND (BUND) und das INSTITUT ARBEIT UND WIRTSCHAFT (IAW) DER UNIVERSITÄT BREMEN als Projektpartner zusammengeschlossen, um neben Landwirten auch Schutzgebietsverwaltungen bei der Gründung und Sicherung von GFRs zu unterstützen und zu beraten (ebd.).

GFRs sind nach BAIER et al. ein mögliches Instrument, um in bestimmten Gebieten einerseits keine GVO zur Nutzung zuzulassen und andererseits eine (landwirtschaftliche) Produktion zu ermöglichen, die nicht durch Einkreuzung oder andere Einwirkungen von einer Kontamination betroffen ist (vgl. BAIER et al. 2001, S. 30 ff.).

Nach Meinung der Initiative GENTECHNIKFREIE REGIONEN IN DEUTSCHLAND sind GFRs derzeit die einzige Möglichkeit, mittel- und langfristig eine garantiert gentechnikfreie Produktion zu gewährleisten (vgl. MOLDENHAUER & WEBER 2006a).

4.6.1 Selbstverpflichtungen der Landwirte des Biosphärenreservats Rhön

Aktuelle Bemühungen in der Rhön das Gebiet des Biosphärenreservats weiterhin ökologisch nachhaltig zu bewirtschaften, liefen auf eine freiwillige dreijährige Selbstverpflichtungserklärung hinaus. Insgesamt 1.135 Landwirte (Betriebsleiter) haben sich für eine gentechnikfreie Anbaupraxis zwischen Juni 2005 und Ende 2007 auf insgesamt 715.084 ha, wovon 319.000 ha landwirtschaftliche Flächen sind, verpflichtet. Somit sind 20% der Fläche mit der GFR-Verpflichtung belegt (s. Anh. – Tab. 15). Diese Selbstverpflichtungserklärung schließt jedoch nicht den Verzicht auf Futtermittel aus gv-Rohstoffen ein. Das Biosphärenreservat Rhön gehört zu einem der wenigen Großschutzgebiete Deutschlands, die eine solche Selbstverpflichtung unterzeichnet haben.

4.6.2 Unterschiedliche Bewertungen von Gentechnikfreier Region und Koexistenz

Die Vielfältigkeit der Meinungen gegenüber den Chancen und Risiken der Gentechnik auf den verschiedensten Ebenen, spiegelt sich ebenfalls in den Bewertungen bezüglich der Schaffung von GFRs wieder. Im Folgenden soll auf diesen Aspekt näher eingegangen werden.

Einerseits wird gesagt, dass Effekte wie Auskreuzungen langfristig vermutlich nicht durch kleinräumige Abgrenzungen in Form von GFRs abgewehrt bzw. verhindert werden können (vgl. u.a. MENZEL et al. 2005, S. 42 f.). Zudem impliziere die Einrichtung von GFRs, dass sich der Anbau von gv-Kulturen auf andere Gebiete konzentriert und die dortigen konventionell oder ökologisch bewirtschafteten Flächen ebenso wie die Schutzgebiete dann in besonderem Maße bzw. verstärkt den Auswirkungen ausgesetzt sind. Dies würde „wesentlichen Zielen des Naturschutzes zuwiderlaufen.“ (MENZEL et al. 2005, S. 148 f.). Hinsichtlich der Beeinträchtigung von Schutzgebieten ist weiterhin anzumerken, dass alle Kategorien von Schutzgebieten gleichmäßig über das Bundesgebiet verteilt sind, „eine Platzierung von GVO-Anbaugebieten fern von Schutzgebieten [ist daher] praktisch nicht möglich.“ (MENZEL et al. 2005, S. 139). Hinsichtlich ökonomischer Aspekte gibt BECK et al. zu bedenken, dass GFRs eine ‚Abkopplung vom Fortschritt‘ darstellen, dass also für Landwirte, die GVO anbauen möchten, Wettbewerbsnachteile entstehen (könnten) (vgl. BECK et al. 2002, S. 52). Letztendlich lautet die Kritik, dass GFRs nicht dazu ausreichen, Regionen inkl. Schutzgebiete vor den (negativen) Folgewirkungen, die der Anbau von gv-Kulturpflanzen mit sich bringt, zu schützen.

Andererseits bewerten Experten die Bildung von GFRs zur Wahrung von Natur- und Landschaftspflegeziele am sinnvollsten für die in den jeweiligen Regionen unter Schutz stehenden Flächen umgesetzt. Dies gilt, obwohl „durch gentechnisch veränderte Pflanzen des Dispersionstyps mit der Verbreitung von Transgenen zu rechnen [ist], wobei der Zeithorizont mit der Größe der jeweiligen Region und einer möglichst zentralen Lage der Schutzgebiete ausgedehnt wird.“ (MENZEL et al. 2005, S. 139) (vgl. Kap. 4.3.3). Prinzipiell bietet die Einrichtung solcher Zonen derzeit die „einzige Möglichkeit zur langfristigen Sicherung von gv-freiem Saatgut und der ‚biologischen‘ Landwirtschaft“ (ebd.), da „die zu erwartende Kontamination konventionellen Saatguts bis zur zulässigen Höchstgrenze die größte Eintragsquelle für Transgene in Schutzgebiete“ (MENZEL et al. 2005, S. 148 f.) darstellt. Allein dies ist

ein wesentlicher Punkt, der – solange noch keine geeigneten und greifenden Maßnahmen zur Vermeidung von Saatgutkontamination existieren – zur Unterbindung des GVO-Anbaus in Schutzgebieten und wirksamen Sicherheitsstreifen greifen sollte (vgl. ebd.). Auch aus politischer Sicht ist die Einrichtung von GFRs wichtig, um sich – wie in der Rhön – für den Erhalt der bäuerlichen Landwirtschaft und dem damit verbundenen Arbeitsmarkt einzusetzen. Zudem wird den Verbrauchern die Haltung der Landwirte bewusst gemacht: Die Erzeuger nehmen ihre Verantwortung, gesunde und gesundheitlich unbedenkliche Nahrungsmittel herzustellen wahr und ernst und leisten einen wichtigen Beitrag zum Schutz der Biodiversität (insb. der Artenvielfalt) und anderer natürlicher Ressourcen. Hinzu kommt die in Kapitel 2.3.4 vorgestellte Haftungsregelung, welche in die Argumentation mit eingebunden werden kann, schließlich fallen durch die Einrichtung von GFRs Schadensfälle durch GVO-Kontaminationen für die der Verursacher haften müsste gänzlich weg.

5 Schlussbetrachtung

„Nutzens- und Schadensdefinitionen sind nicht naturgesetzlich, sondern interessenabhängig. Des einen Schaden kann sehr wohl des anderen Nutzen sein.“

Christine von Weizsäcker

Diese Aussage verdeutlicht, wie sehr die Einschätzung von Nutzen und Schaden, also von Chancen und Risiken durch den Standpunkt und die Haltung bewertet werden, indem die (natur-)wissenschaftliche Objektivität ungeachtet bleibt. Anhand ausgewählter Parameter wurden in der vorliegenden Arbeit sowohl die positiven als auch die negativen Effekte, die der Einsatz von GVO mit sich bringt, beleuchtet.

Es konnte herausgestellt werden, dass sich der Anbau von GVO für die Landwirtschaft hinsichtlich der Kosten vordergründig positiv auswirkt. Diese ökonomischen Vorteile schlagen jedoch durch den Mehraufwand an Kontrollen in negative Effekte um. Das Argument des ökologischen Positiveffektes durch verringerten Pflanzenschutzinsatz bei GVO wird durch Studien, die sich mit der Resistenzentwicklung der Schädlinge beschäftigen, entkräftet. Viele andere ökologische Beeinträchtigungen sind ebenfalls als negative Effekte zu verzeichnen. Zudem wirkt sich die geringe Verbraucherakzeptanz nachteilig auf landwirtschaftliche Betriebe aus, die GVO-Produkte vermarkten wollen.

Es wurde deutlich, dass die Agrotechnik besonders an Großschutzgebiete vielfältige Herausforderungen stellt und großen Handlungsbedarf fordert. Biosphärenreservate zeichnen sich durch die Umsetzung von ökonomisch-, ökologisch- und sozial-vernetzten Zielen aus; der Mensch ist als Bewirtschafter und Bewahrer der Kultur- und Naturlandschaft in das Gesamtkonzept integriert. Da GenTG und BNatSchG den Anbau von GVO in Biosphärenreservaten prinzipiell erlauben, ist jeder einzelne Landwirt, Obstbauer, Gärtner und letztlich der Verbraucher dazu verpflichtet, sich mit den potentiellen Chancen und Risiken, die durch den Einsatz von GVO entstehen, auseinander zu setzen. Anhand verschiedener Betrachtungsebenen wurde dargestellt, inwieweit die Zielsetzungen des Biosphärenreservats Rhön durch den Anbau von GVO tangiert werden könnten. Dabei wurden die Landwirtschaft und weitere Landnutzungsformen, die

Biodiversitätsebenen bzw. die Ökologie und Teilgebiete der regionalen Wirtschaft als die relevantesten Aspekte herausgestellt.

Es hat sich gezeigt, dass zur Einschätzung möglicher Chancen und Risiken fallspezifische Betrachtungen bereits hinsichtlich der gv-Pflanze selbst, also der jeweiligen (Pflanzen-)Art sowie der induzierten Eigenschaft(en) notwendig sind. Zu speziellen Fragestellungen der Agrotechnik findet eine Vielzahl von Forschungsprogrammen statt und es existiert dementsprechend umfangreiche Literatur, die allerdings meist nur einen Teilaspekt fokussiert, z.B. *eine* gv-Pflanzenart. Um eine allumfassende Bewertung der Chancen und Risiken differenziert und regional anwendbar vornehmen zu können, besteht weiterhin Forschungsbedarf. Denn im Rahmen der Arbeit wurde deutlich, wie wichtig die interdisziplinäre Betrachtung des Themas Agrotechnik ist. Schließlich ist nicht nur der Landwirt, der GVO auf seinen Feldern anbaut von den Chancen und Risiken betroffen, sondern auch die an die Primärproduktion anschließenden Wirtschaftssektoren. Zudem müssen unbedingt die ökologischen Folgen in die Diskussion miteinbezogen werden, da gemäß des BNatSchG Natur und Landschaft eine eigene Wertigkeit besitzen, als Lebensgrundlagen dienen und dementsprechend zu schützen, zu pflegen und zu entwickeln sind (§1, BNatSchG). Neben ethischen und ästhetischen Gründen spielt, wie dargestellt wurde, auch die monetäre Bewertung der Biodiversität eine wichtige Rolle. Letztendlich konnten räumliche und zeitliche Reichweiten der Umweltwirkungen, Interaktionen, Folgewirkungen für die Landnutzung und ausgewählter Wirtschaftssektoren nur in manchen Fällen umfassend mit in die Darlegungen eingeflochten werden.

Im MAB-Programm wird u.a. die Bedeutung des Schutzes der Flächen betont, die in Biosphärenreservaten durch menschliche Tätigkeit geprägt sind. Diese

„sind derart zu gestalten, dass sie auf den langfristigen Erhalt der entsprechenden Ökosysteme zielen. Der Terminus „Reservat“ steht in diesem Zusammenhang für eine ökologisch repräsentative Landschaft, in der die Landnutzung zwar gesteuert wird, jedoch vom totalen Schutz bis hin zur intensiven, aber nachhaltigen Nutzung reichen kann.“ (UNESCO 1990, S. 52).

Ein Einsatz von GVO fände vor allem auf den hier erwähnten landwirtschaftlichen Flächen statt. Wie in der Arbeit herausgestellt wurde, läuft der Einsatz von GVO grundsätzlich jeglicher auf Nachhaltigkeit beruhenden Bewirtschaftungs- und Handlungsvorgaben im Biosphärenreservat Rhön zuwider, unabhängig davon

ob es sich beispielsweise um den Landwirtschafts-, (Regional-)Vermarktungs- oder Tourismussektor handelt. Fände im Gebiet der Anbau von GVO statt, wäre dies ein Verstoß gegen das *Übereinkommen über die biologische Vielfalt*. Dennoch gibt es keine entsprechende Gesetzgebung, die den Einsatz von GVO hier unterbindet bzw. verbietet. Daher empfiehlt es sich zum einen, Biosphärenreservate in allen Bundesländern in das Landesnaturschutzgesetz zu integrieren und zum anderen, die Regelungen im GenTG um die weitere hochrangige Schutzkategorie ‚Biosphärenreservat‘ zu erweitern. Am effektivsten wäre allerdings die aktive Partizipation des MAB-Komitees: Durch eine Änderung der Anerkennungskriterien, indem eine ‚Gentechnikverbots-Klausel‘ aufgenommen würde, könnte realisiert werden, dass langfristig der einzigartige und repräsentative Charakter von Biosphärenreservaten erhalten bliebe. Grundsätzlich ist es nämlich mehr als fraglich, ob der Status Biosphärenreservat auch dann noch Gültigkeit besäße, wenn im Gebiet GVO (großflächig) zum Einsatz käme.

Zur Realisierung einer konfliktfreien Koexistenz verschiedener Anbauformen (sowohl in Großschutzgebieten als auch in nicht unter Schutz stehenden Gebieten) sollten zudem konkrete Sicherheitsabstände gesetzlich vorgeschrieben werden. Zwar schreibt das GenTG schon jetzt vor, dass Risiken durch GVO vermieden werden sollen und stellt durch die Haftungsregelung sicher, dass der Verursacher für Schäden haften muss. Diese Maßnahmen können jedoch nicht alleine die (potentiellen) negativen Folgewirkungen abdecken. Schließlich geht es, wie in der Arbeit herausgestellt wurde, nicht nur um den wirtschaftlichen Schaden, der durch Kontaminationen entsteht, sondern auch um weitreichendere Wirkungen auf genetischer, ökologischer und biozönotischer Ebene, deren Ausmaße bei dem derzeitigen Wissensstand noch nicht abzusehen sind. Und falls spezielle Sicherheitsabstände zur Wahrung der Koexistenz festgeschrieben würden, stellt sich noch immer die Frage der Umsetzbarkeit: Die schon jetzt von Wissenschaftlern vorgeschlagenen Maßnahmen zur Auskreuzungsminimierung scheinen aufgrund der landwirtschaftlichen und naturräumlichen Struktur für das Biosphärenreservat Rhön schwer umsetzbar zu sein bzw. wenig Erfolg versprechend.

Vorbildcharakter hat das Gebiet des Biosphärenreservats Rhön insofern, als dass ein relativ großer Prozentsatz der landwirtschaftlichen Flächen schon jetzt ‚GVO-frei‘ bewirtschaftet wird. Sowohl auf den Flächen, die nach ‚Ökolandbaukriterien‘ bewirtschaftet werden, als auch auf Flächen die zur GFR gehören, ist der Anbau von

GVO untersagt. Die Teilnahme zahlreicher (auch konventionell wirtschaftender) Landwirte an der Selbstverpflichtung zur GFR zeigt die Skepsis gegenüber der Agrogentechnik, solange die Folgewirkungen noch nicht vollends geklärt sind. Zudem hat die GFR einen symbolischen Charakter: Das Thema Agrogentechnik erscheint in der öffentlichen Diskussion und sensibilisiert die Bevölkerung für das Themenfeld. Auch die ‚Gentechnik-Frei-Zertifizierung‘ der Dachmarke, die die hohe Wertigkeit der Produkte, die in der Rhön produziert werden zeigt und zu einer Qualitätssteigerung beiträgt, spiegelt den Modellcharakter der Rhön wider. In diesem Zusammenhang ist auch die PEFC-Zertifizierung der Staatswälder zu nennen, in denen gemäß festgelegten Kriterien der Anbau von gv-Gehölzen untersagt ist.

Ein Gebiet, das auf die öffentliche Darstellung angewiesen ist, kann durch die Etablierung von dem Prädikat ‚gentechnikfrei‘ nur Vorteile ziehen. Durch die aktuell sehr geringe Akzeptanz der Agrogentechnik in der Bevölkerung würde die weitere Ausgestaltung von z.B. gentechnikfreier Regionalvermarktung oder Tourismus in der ‚GFR-Biosphärenreservat Rhön‘ sehr wahrscheinlich einen großen Imagegewinn mit sich bringen. Voraussetzungen dafür wäre ein entsprechendes Marketingkonzept, dass für die GFR und die ‚GVO-freien‘ Produkte wirbt. Auf diese Weise könnte sich die Rhön als ertragsungünstige Mittelgebirgsregion durch eine umweltgerechte und nachhaltige Produktion deutlich vom Negativ-Image der industriellen Landwirtschaft distanzieren.

Ob sich das Biosphärenreservat Rhön auch in Zukunft ‚gentechnikfrei‘ nennen kann und sich als (biodiverse) Natur- und Kulturlandschaft auszeichnet, bleibt abzuwarten. Über die genauen Konsequenzen kann keine Aussage getroffen werden, da die Abschätzung der langfristigen Effekte unmöglich ist. So kann beispielsweise die Frage, welche Folgewirkungen durch Kontaminationen, die von Flächen außerhalb des Geltungsbereichs auf das Biosphärenreservat einwirken, derzeit nicht beantwortet werden. Selbiges gilt für die Spätfolgen, die der Einsatz von gv-Futtermitteln mit sich bringt. Besonders brisant wäre die Situation, wenn gentechnisch veränderte nachwachsende Rohstoffe oder gv-Grünlandarten Inverkehr gebracht würden. Neben Beeinträchtigungen auf Genressourcen und Arten, könnten in diesem Zusammenhang sogar Veränderungen des Landschaftsbildes langfristig möglich sein, z.B. wenn es zum Verlust der landschaftsbestimmenden Grünlandflächen bzw. der Magerrasen-Komplexe kommen würde.

Die Entscheidung über die Bewirtschaftungsform landwirtschaftlicher Flächen trägt der Besitzer selbst – er wägt ab, ob auf seinen Flächen GVO ausgebracht werden oder nicht. Die Entscheidung des Landwirts hängt maßgeblich davon ab, welche Art der Bewirtschaftung kostengünstig ist und Unsicherheiten am ehesten vermeidet.

Tatsächlich ist die Risikoforschung ist noch längst nicht derart ausgereift, als dass der Anbau von gentechnisch veränderten Organismen als ökonomisch rentabel oder ökologisch unbedenklich eingestuft werden könnte. Daher wäre es angebracht ein aussagekräftiges Umweltmonitoring einzurichten. Durch ökosystemare Umweltbeobachtung (beispielsweise in Form eines Biodiversitätsmonitorings) und eine umfangreiche und unabhängige Risikoforschung könnten konkretere Aussagen über die Wirkungszusammenhänge möglich werden. Durch gentechnische Veränderungen an Pflanzen kommen eine Vielzahl von neuen Eigenschaften durch die neue Umweltwirkungen potentiell denkbar sind, zum Tragen. Auch diese Effekte könnten mittels eines Monitoringprogramms erfasst werden.

Solange es noch viele ungeklärte Fragen im Bereich der Agrogentechnik gibt, dabei insbesondere bezüglich der langfristigen Wirkungen auf Natur, Umwelt und Gesundheit, Gefahren für die Betriebsflächen sowie hinsichtlich der ökonomischen Folgen, sollte im Biosphärenreservat Rhön, als Schutzgebiet internationalen Ranges weiterhin konventionell gewirtschaftet, also auf den Einsatz von GVO verzichtet werden.

Danksagung

Mein Dank gilt all denen, die mir während meiner Diplomarbeit zur Seite standen und so zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Gerd Schulte vom Institut für Landschaftsökologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster bedanken. Herr Prof. Dr. Schulte hat es mir ermöglicht, eine für das Fach Landschaftsökologie unübliche Form von Diplomarbeit auf Grundlage einer Literaturanalyse zu schreiben. Zudem möchte ich mich bei ihm für seine praktischen Tipps bedanken – durch seine kritische und globale Sichtweise zum Thema Agrogentechnik habe ich erkannt, wie wichtig es ist, den Themenkomplex interdisziplinär zu betrachten.

Ich möchte mich auch bei Herrn Dr. Christian Schüler vom Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel, Witzenhausen bedanken. Herr Dr. Schüler hat sich freundlicher Weise dazu bereit erklärt, die nicht selbstverständliche Aufgabe einer externen Begutachtung zu übernehmen. Durch seine Hilfestellungen hat die Arbeit einen zielorientierten Rahmen erhalten.

Mein Dank gilt auch Frau Dr. Doris Pokorny des Biosphärenreservats Rhön. Frau Dr. Pokorny hat den Themenkomplex ‚Gentechnik und Biosphärenreservat Rhön‘ im letzten Jahr zur Disposition gestellt und mich so zur Bearbeitung angeregt.

Zudem möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Eugen Sauer von der hessischen Verwaltungsstelle des Biosphärenreservats Rhön für seine vielfältige Unterstützung bedanken. Herr Sauer hat mich bei der Recherche nach konkreten Informationen über das Biosphärenreservat unterstützt und mir freundlicher Weise eine Vielzahl unveröffentlicher Daten und Karten zur Verfügung gestellt.

Zudem möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken, bei allen, denen es während der letzten Monate nie zuviel wurde, mit mir über Fragen und Probleme, die mich während des Schreibens beschäftigten, zu diskutieren. Außerdem gilt mein Dank allen fleißigen Korrekturlesern und -leserinnen, die durch die kritische Durchsicht des Manuskriptes zum Gelingen beigetragen haben.

6 Literaturverzeichnis

A

- ABL (ARBEITSGEMEINSCHAFT BÄUERLICHE LANDWIRTSCHAFT e.V.) (2005): Hintergrundpapier zu Raiffeisen und gentechnikfreien Futtermitteln. Hamm. <http://www.abl-ev.de/gentechnik/pdf/raiffeisen.pdf> (02.05.2006)
- AGBR (STÄNDIGE ARBEITSGRUPPE DER BIOSPHÄRENRESERVATE IN DEUTSCHLAND) (1995): Biosphärenreservate in Deutschland. Leitlinien für Schutz, Pflege und Entwicklung. Berlin.
- AID (2003): Die Grüne Gentechnik. Bonn.
- ARBEITSGRUPPE ARTENSCHUTZ BIOSPHÄRENRESERVAT RHÖN (1996): Antrag auf Anerkennung des Biosphärenreservats Rhön als EG-Vogelschutzgebiet. Brüssel (Unveröffentlicht).
- AZEEZ, G. (2000): Soil Association – The biodiversity benefits of organic farming. Bristol.

B

- BAIER, A., VOGEL, B. & B. TAPPESE (2001): Grüne Gentechnik und ökologische Landwirtschaft. UBA-Texte 23/01. Berlin.
- BARTH, R., BRAUNER, R., HERMANN, A., HERMANOWSKI, R., NOWACK, K., SCHMIDT, H. & B. TAPPESE (2003): Grüne Gentechnik und ökologische Landwirtschaft. UBA-Texte 01/03. Berlin.
- BARTZ, R., HEINK, U. & I. KOWARIK (2005): Ökologische Schäden durch Anwendungen der Agro-Gentechnik. Zum Schadensbegriff und dessen Operationalisierung. In: Natur und Landschaft. Nr. 7-2005. S. 320-322.
- BBA (BUNDESBEREICH UND BUNDESFORSCHUNGSANSTALT) (2006): Biologische Bundesforschungsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Gentechnik-Datenbank. Braunschweig. <http://www.bba.de/gentech/tab1n.htm> (01.06.2006), <http://www.bba.de/gentech/tab3n.htm> (01.06.2006), <http://www.bba.de/gentech/tab4n.htm> (01.06.2006) und <http://www.bba.de/gentech/tab6n.htm> (01.06.2006)

- BECK, A., BRAUNER, R., HERMANOWSKI, R., MÄDER, R., MEIER, J., NOWACK, K., TAPPESE, B. & K.-P. WILBOIS (2002): Bleibt in Deutschland bei zunehmendem Einsatz der Gentechnik in Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion die Wahlfreiheit auf GVO-unbelastete Nahrung erhalten? Berlin.
http://www.naturschutzrecht.net/Gentechnik/oekoinst-gvofreie_nahrung.pdf
(29.04.2006)
- BEESTEN, A. VON (2005): Den Schatz bewahren. Plädoyer für die gentechnikfreie Landwirtschaft. Vahlde.
- BERTSCHINGER, L., KELLERHALS, M., THEILER, R., FREY, J., GAFNER, J. & C. GESSLER (2000): Gentechnik auch beim Apfel? Der wissenschaftliche Stand der Dinge. In: Obst- und Weinbau. Nr. 15/00. S. 363-367.
http://www.faw.ch/wissen_und_beratung/obstbau/Sorten/szow00_363.pdf
(05.06.2006)
- BESCH, M. & H. HAUSLADEN (1999): Regionales Marketing im Agribusiness – Erfolgspotentiale und Problemfelder dargestellt an lokalen Kooperationsprojekten des regionalen Agrarmarketings. In: LANDWIRTSCHAFTLICHE RENTENBANK: Innovative Konzepte für das Marketing von Agrarprodukten und Nahrungsmitteln. Frankfurt am Main. S. 4-26.
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2006a): Das Programm "Der Mensch und die Biosphäre" (MAB) der UNESCO. Bonn.
http://www.bfn.de/0310_mab1.html (15.06.2006)
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2006b): Biosphärenreservate. Bonn.
http://www.bfn.de/0308_bios.html (15.06.2006)
- BFN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2006c): Floraweb. Bonn.
<http://www.floraweb.de/datenservice/datenservice.html?datenservice/datenservicetext.html> (31.05.2006)
- BIOSPHÄRERESERVAT RHÖN (2005): Partnerbetrieb Forellenhof Keidel. (o.O.).
<http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/projekte/keidel.html>
(22.05.2006)
- BIOSPHÄRERESERVAT RHÖN (2006a): Zahlen, Daten, Fakten. (o.O.).
http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/frame_einstieg.html (20.05.2006)

- BIOSPÄRENRESERVAT RHÖN (2006b): Aufgaben des Biosphärenreservates. (o.O.).
http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/frame_einstieg.html (20.05.2006)
- BIOSPÄRENRESERVAT RHÖN (2006c): Zonierung. (o.O.).
http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/frame_einstieg.html (20.05.2006)
- BIOSPÄRENRESERVAT RHÖN (2006d): Natur schützen und genießen. (o.O.).
http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/frame_einstieg.html (20.05.2006)
- BIOSPÄRENRESERVAT RHÖN (2006e): Kulturlandschaft erhalten durch nachhaltige Landnutzung. (o.O.).
http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/frame_einstieg.html (20.05.2006)
- BIOSPÄRENRESERVAT RHÖN (2006f): Forstwirtschaft. (o.O.).
http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/frame_einstieg.html (20.05.2006)
- BIOSPÄRENRESERVAT RHÖN (2006g): Aktion zur Bestandessicherung der Rhöner Streuobstwiesen. (o.O.).
<http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/news/apfelprojekt.html>
(20.05.2006)
- BIOSPÄRENRESERVAT RHÖN (2006h): Qualitätssiegel Rhön. (o.O.).
http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/news/qsr_partnerbetrieb.html
(20.05.2006)
- BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2004): Gentechnisch verändert? So wird gekennzeichnet! Berlin.
http://www.bmelv.de/cln_044/nn_750598/SharedDocs/downloads/04-Landwirtschaft/Gentechnik/Faltblatt_3A_20Gentechnisch_20ver_C3_A4ndert_3F_20_20So_20wird_20gekennzeichnet,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Faltblatt:%20Gentechnisch%20ver%C3%A4ndert?%20-%20So%20wird%20gekennzeichnet.pdf (08.09.2005)
- BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2005): Nachwachsende Rohstoffe. Bonn/Berlin.
http://www.bmelv.de/cln_045/nn_802724/DE/04-Landwirtschaft/NachwachsendeRohstoffe/FoerderungBMELV.html__nnn=true (11.01.2006)

- BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2006a): Ökolandbau in Deutschland. Bonn/Berlin.
http://www.bmelv.de/nn_754188/SharedDocs/downloads/04-Landwirtschaft/OekoLandbau/Tabelle1OekolandbauInD,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Tabelle1OekolandbauInD.pdf (07.02.2006)
- BMELV (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2006b): Ökologischer Landbau in Deutschland. Bonn/Berlin.
http://www.bmelv.de/nn_750590/DE/04-Landwirtschaft/OekologischerLandbau/OekologischerLandbauDeutschland.html__nnn=true#doc750858bodyText1 (07.02.2006)
- BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT) (2002): Erneuerbare Energien und nachhaltige Entwicklung. Berlin.
- BODENMÜLLER, K. (2001): Biologische, konventionelle und gentechnische Anwendungen in der Landwirtschaft – Gesundheitliche und ökologische Aspekte. Zürich.
- BOHN, U. & A. BENZLER (2001): Naturschutzziele und naturschutzfachliche Bewertungen der Risiken bei der Ausbringung gentechnisch veränderter Organismen. In: LEMKE, M. & G. WINTER (2001): Bewertung von Umweltwirkungen von gentechnisch veränderten Organismen im Zusammenhang mit naturschutzbezogenen Fragestellungen. UBA-Berichte 3/01. Berlin. S. 238-263.
- BORNHOLDT, G., BRAUN, H. & J. C. KRESS (2000): Modellhafte Durchführung von Erfolgskontrollen im abgeschlossenen Naturschutzgroßprojekt ‚Hohe Rhön/Lange Rhön‘. In: Angewandte Landschaftsökologie. Heft 30 (2000).
- BRÄHLER, B. (1996): Einzelbetriebliche Betrachtung der Vermarktung über die Bauernmarktgemeinde Rasdorf GbR. In: KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT e.V. (Hrsg.) (1996): Regionalvermarktung. Vom Landwirt zum Verbraucher. Darmstadt. S. 27-34.
- BRAUNER, R., MOCH, K. & H. CHRIST (2004): Aufbereitung des Wissensstandes zu Auskreuzungsdistanzen. Freiburg.
http://www.saveourseeds.org/downloads/Oe_inst_Wissensstand_Auskreuzung_10_2004.pdf (29.04.2006)

- BRECKLING, B. & W. ZÜGHART (2001): Die Etablierung einer ökologischen Langzeitbeobachtung beim großflächigen Anbau transgener Nutzpflanzen. In: LEMKE, M. & G. WINTER (2001): Bewertung von Umweltwirkungen von gentechnisch veränderten Organismen im Zusammenhang mit naturschutzbezogenen Fragestellungen. UBA-Berichte 3/01. Berlin. S. 319-340.
- BRENDLE, U. (1999): Musterlösungen im Naturschutz – Politische Bausteine für erfolgreiches Handeln. Bonn.
- BVL (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT) (2006a): Gentechnik – Der Umgang mit gentechnisch veränderten Organismen ist in Deutschland umfassend geregelt. Bonn.
http://www.bvl.bund.de/cln_007/nn_495478/DE/06__Gentechnik/gentechnik__node.html__nnn=true (25.10.2006)
- BVL (BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT) (2006b): Übersichtstabelle der Mitteilungen in den Bundesländern (Standortregister). Bonn.
http://194.95.226.237/stareg_web/bundeslandStatistic.do (01.06.2006)

C

- CLEMENT, N. (2006): Streuobst. (o.O.).
<http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/naturschutz/streuobst.html>
(29.05.2006)
- CONRAD, J. (2005): Agrogentechnik – Gestaltungschancen und Entwicklungsrisiko. Perspektiven eines regionalen Innovationsnetzwerks. Wiesbaden.
- CZIHAK, G., LANGER, H. & H. ZIEGLER (Hrsg.) (1996): Biologie – Ein Lehrbuch. Berlin.

D

- DAELE, W. v. d., PÜHLER, A. & H. SUKOPP (1996): Grüne Gentechnik im Widerstreit. Modell einer partizipativen Technikfolgenabschätzung zum Einsatz von transgenen herbizidresistenter Pflanzen. Weinheim.
- DLG (DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT) & WWF (WORLD WIDE FUND FOR NATURE) (2002): Die Agrarumweltprogramme – Ansätze zu ihrer Weiterentwicklung. Frankfurt am Main.

http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript89_anhang2.pdf
(26.05.2006)

E

EINKAUFNETZ GREENPEACE (2006): Gen-Mais Anbau in Deutschland. Hamburg.
<http://de.einkaufnetz.org/download/genmais.html> (01.06.2006)

EINSPANIER, R., KLOTZ, A., KRAFT, J., AULRICH, K., POSER, R., SCHWÄGELE, F.,
JAHREIS, G. & G. FLACHOWSKY (2001): The fate of forage plant DNA in farm
animals: a collaborative case-study investigating cattle and chicken fed
recombinant plant material. In: European Food Research and Technology.
2001-212. S. 129-134.

ENDRES A. & R. BERTRAM (2004): Nachhaltigkeit und Biodiversität. Hagen.

ENGELKE, T. (2004): Risikobewertung für transgene Gehölze. Berlin.

http://www.umwelt.schleswig-holstein.de/servlet/is/48080/Engelke_zus.pdf
(03.05.2006)

ENGELS, B. & B. JOB-HOBEN (2004): Nachhaltige Tourismusentwicklung. In:
DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE (Hrsg.) (2004): Voller Leben.
Bonn. S. 113-119.

EWSA (EUROPÄISCHER WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS) (2004):
Stellungnahme der Fachgruppe Landwirtschaft, ländliche Entwicklung,
Umweltschutz zur ‚Koexistenz zwischen gentechnisch veränderten
Kulturpflanzen und konventionellen und ökologischen Kulturpflanzen‘.
Brüssel.

http://www.keine-gentechnik.de/bibliothek/anbau/positionen/eu_wirtschaft_sozial_ausschuss_stellungnahme_041124.pdf (03.05.2006)

EYSEL, G. (2001): Biodiversität ökologischer und integrierter Landwirtschaft. Bonn.
<http://www.weihenstephan.de/fml/physio/sonstig/Einspanier-et-al-2001.pdf>
(29.04.2006)

F

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS)(2001):
Agricultural Biotechnology für Developing Countries – Results of an
Electronic Forum. Rom.

http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/004/Y2729E/Y2729E00.HTM (27.03.2006)

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF DIE UNITED NATIONS) (2002): Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries. Proceedings of a satellite event on the occasion of the Ninth Regular Session of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Rom.

FILLER, R. (2006a): Rhöner Bachforelle. (o.O.).

<http://www.rhoen.de/cgi-bin/WebObjects/Portal.woa/wa/TAGate/ProjekteDetail?objectID=2>
(22.05.2006)

FILLER, R. (2006b): Dachmarke Rhön. (o.O.).

<http://www.rhoen.de/dachmarke/index.html> (22.05.2006)

FILLER, R. (2006c): Regionalmanagement – Dachmarke Rhön. (o.O.).

<http://www.rhoen.de/zukunftsregion/regionalmanagement/index.html#dachmarke> (22.05.2006)

FILLER, R. (2006d): Karte Biosphärenreservat Rhön. (o.O.).

<http://www.rhoen.de/info/karten/biosphaerenreservat/index.html> (20.06.2006)

FRIEDT, W., LÜHS, W. & F. ORDON (1997): Zuchtziele konventioneller und gentechnischer Pflanzenzüchtung und die Bedeutung pflanzengenetischer Ressourcen. Gutachten für das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag . Gießen. In: MEYER, R., REVERMANN, C. & A. SAUTER (1998): Biologische Vielfalt in Gefahr? Gentechnik in der Pflanzenzüchtung. Berlin. S. 101-113.

FUCHS, S., GOTTWALD, F., HELMECKE, A. & K. STEIN-BACHINGER (2003): Erprobungs- und Entwicklungsvorhaben ‚Naturschutzfachliche Optimierung des großflächigen Ökolandbaus am Beispiel des Demeter-Betriebes Ökodorf-Brodowin‘. In: BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2003): Treffpunkt Biologische Vielfalt III. Bonn. S. 97-102.

FÜTTERER, M. (2005): Gentechnik auf dem Holzweg – Bäume sollen bis in den Himmel wachsen. Aschaffenburg.

<http://www.naturkost.de/genfood/texte/nachrichten/20050926a.html>
(15.12.2005)

G

- GEIER, M. (2004): Vom Rhönschaf bis zum Rhöner Apfel: Regionalvermarktung im Biosphärenreservat Rhön. In: DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE (Hrsg.) (2004): Voller Leben. Bonn. S. 146-151.
- GREBE, R. (Hrsg.) (1995): Biosphärenreservat Rhön. Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung. Radebeul.

H

- HATZFELDT, H. GRAF (2004): Nachhaltige Waldwirtschaft: In: DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE (Hrsg.) (2004): Voller Leben. Bonn. S. 109-112.
- HEASMAN, M. & J. MELLENTIN (2001): The Functional Foods Revolution. Healthy people, healthy profits? London.
<http://books.google.com/books?id=whzKl7HhhqkC&dq=The+Functional+Foods+Revolution.+Healthy+people,+healthy+profits%3F&hl=de> (29.04.2006)
- HEINE, N., HEYER, M. & T. PICKARDT (2002): Basisreader der Moderation zum Diskurs Grüne Gentechnik des BMVEL. Osnabrück.
<http://www.transgen.de/pdf/diskurs/reader.pdf> (29.04.2006)
- HERDORFER, P. (2002): Lust auf Natur – natürlich Deutschland – die Marketingkampagne der DZT für das Jahr 2002. In: BIEDENKAPP, A. & C. GARBE (2002): Nachhaltige Tourismusedwicklung in Großschutzgebieten. Symposium vom 18.-19.01.2002 im Rahmen des Reisepavillons. Hannover. BfN-Skript Nr. 74, S. 17-21
<http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/skript74.pdf> (29.04.2006)
- HMULV (HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LÄNDLICHEN RAUM UND VERBRAUCHERSCHUTZ) (2004): Landwirtschaft in Hessen, Zahlen – Fakten. Wiesbaden.
http://www.agrarberatung-hessen.de/betriebsw/statistik/zahlen_und_fakten_2004.pdf (07.06.2006)
- HEYER, A. G., SAEDLER, H. & L. WILLMITZER (1996): Zu den evolutionsbiologischen Aspekten transgener herbizidresistenter Pflanzen. In: DAELE, W. v. d., PÜHLER, A. & H. SUKOPP (1996): Grüne Gentechnik im Widerstreit. Modell einer partizipativen Technikfolgenabschätzung zum Einsatz transgener herbizidresistenter Pflanzen. Weinheim. S. 68-76.

HILBECK, A., BAUMGARTNER, M. & P. M. FRIED (1998): Effects of Transgenic B.t.-Corn-Fed Prey on Mortality and Development Time of Immature Chrysoperla Carnea. In: Environmental Entomology. Nr. 27:22. S. 481-486.

HOBOHM, K. (2000): Biodiversität. Wiebelsheim.

HOLZHAUSEN, J. (2006): Fauna der Rhön. (o.O.).

<http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/naturschutz/tiere.html> (02.05.2006)

I

IRRGANG, B., GÖTTFERT, M., KUNZ, M., LEGE, J., RÖDEL, G. & I. VONDRAN (2000): Gentechnik in der Pflanzenzucht. Eine interdisziplinäre Studie. Dettelbach.

ISP (INDEPENDENT SCIENCE PANEL) (Hrsg.) (2003): Plädoyer für eine gentechnikfreie zukunftsfähige Welt. London.

www.indsp.org/ISPgerman.pdf (29.04.2006)

J

JAMES, C. (2005): Executive Summary of Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. Ithaca NY.

[http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs34/ESummary/Executive%20Summary%20\(English\).pdf](http://www.isaaa.org/kc/CBTNews/press_release/briefs34/ESummary/Executive%20Summary%20(English).pdf) (02.05.2006)

JANY, K.-D. & R. GREINER (1998): Gentechnik in Lebensmitteln. Bericht der Bundesforschungsanstalt für Ernährung 1998. Karlsruhe

<http://www.bfa-ernaehrung.de/Bfe-Deutsch/Information/e-docs/janyberi.htm>

JANY, K.-D. & C. KIENER (2005): Gentechnik – Ein Beitrag zur nachhaltigen Produktion neuer Lebensmittel. In: AID (2005): Gentechnik im Einkaufskorb. Bonn. S. 7-8.

K

KALLENBACH, C. (2006): Bioapfelsäfte aus der Rhön. Fulda.

<http://www.tegut.de/marktplatz/3649.html>

KEMPKEN, F. & R. KEMPKEN (2000): Gentechnik bei Pflanzen. Heidelberg.

KIMMEL, A., PRITZL, M., POKORNY, D., ALT, D., MAIER, F., MÜLLER, D. & N. SCHNEIDER (2004): Verbraucherumfrage ‚Qualitätssiegel Rhön‘. Schweinfurt, Würzburg.

www.biosphaerenreservat-rhoen.de/dokumente/rhoen.pdf (11.01.2006)

- KING, D. (1998): Terminator-Saatgut. In: Gen-Ethischer Informationsdienst. Nr. 127. S. 19-21.
- KONNERT, M. (2005): Gegenwärtiger Stand der Gentechnik im Forst. In: LWF-aktuell. Nr. 48. S. 32-35.
http://www.waldwissen.net/themen/waldbau/waldgenetik/lwf_stand_gentechnik_forst_2005_DE, (26.04.2006)
- KÖPKE, U. (1994): Nährstoffkreislauf und Nährstoffmanagement unter dem Aspekt des Betriebsorganismus. In: MAYER, J., FAUL, O., RIES, M., GERBER, A. & A. KÄRCHER (1994): Ökologischer Landbau. Perspektiven für die Zukunft. Bad Dürkheim. S. 54-113.
- KOWARIK, I. (1999): Ökologische Aspekte der Freisetzung transgener Gehölze vor dem Hintergrund der Erfahrung mit biologischen Invasionen. In: Tagungsband des Umweltbundesamtes ‚Freisetzung transgener Gehölze – Stand, Risiken und Perspektiven‘. Berlin. S. 71-77.
- KRAMM, G. (2005): Die Rhön. Landschaft und Geschichte – Eine Kurzinformation. Die Pflanzenwelt. Fulda.
http://www.biosphaerenreservat-rhoen.de/frame_natur.html (20.10.2006)
- KULLMANN, A. (2002): Grundlagen zur Konzeption der Dachmarke Rhön – Analyse anderer Regionalmarken. Frankfurt am Main.
www.zukunftsregionen.de/modellregionen/pdfFolder/kurzvers_Regionalmarken.pdf (29.04.2006)
- KULLMANN, A. (2004): Stand der Regionalvermarktung landwirtschaftlicher Produkte in den deutschen Biosphärenreservaten. In: DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE (Hrsg.) (2004): Voller Leben. Bonn. S. 225-233.

L

- LAEMMLEN, M. (Hrsg.) (1987): Der geologische Wanderpfad an der Wasserkuppe. Fulda.
- LEBENSMINISTERIUM ÖSTERREICH (2006): Vorsorgeprinzip und Sicherheitsaspekte in der Gentechnik. Wien.
<http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/45219/1/1467/>
(16.06.2006)

- LEMKE, M. & G. WINTER (2001): Bewertung von Umweltwirkungen von gentechnisch veränderten Organismen im Zusammenhang mit naturschutzrelevanten Fragestellungen. UBA-Berichte 3/01. Berlin.
- LOSEY, J. E., RAVOR, L. S. & M. E. CARTER (1999): Transgenic Pollen Harms Monarch Larvae. In: Nature. Nr. 399. S. 214-215.
<http://www.geo.utexas.edu/courses/FS118/Index%20&%20papers2002&2003/butterfly.pdf> (29.04.2006)
- LUCHT, J. (2006): ISAAA-Bericht 2005 – Anbauflächen für Gentech-Pflanzen erneut angestiegen. In: Point – Aktuelles zur Grünen Biotechnologie. Nr. 51-Januar 2006.
http://www.internutrition.ch/in-news/point/pdf/jan06_d.pdf (02.02.2006)

M

- MARQUARD, E. & W. DURKA (2005): Auswirkungen des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen auf Umwelt und Gesundheit: Potentielle Schäden und Monitoring. Leipzig.
[http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/bio_gen_chemie/downloads/Auswirkungen_des_Anbaus\(1\).pdf](http://www.umwelt.sachsen.de/de/wu/umwelt/bio_gen_chemie/downloads/Auswirkungen_des_Anbaus(1).pdf) (31.05.2006)
- MAYERL, D. (2004): Das Netzwerk der Biosphärenreservate in Deutschland. In: DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE (Hrsg.) (2004): Voller Leben. Bonn. S. 26-41.
- MENZEL, G., LÜNSMANN, I., MIDDELHOFF, U., BRECKLING, B., SCHMIDT, G., TILLMANN, J., WINDHORST, W., SCHRÖDER, W., FILSER, J. & H. REUTER (2005): Gentechnisch veränderte Pflanzen und Schutzgebiete – Wirksamkeit von Abstandsregelungen. Bonn.
- MERKT, B. & F. DUNEMANN (2004): Grundlagen für die Risikobewertung bei der Freisetzung gentechnisch veränderter Gehölzpflanzen. Untersuchungen zum Auskreuzungspotential sowie zur Merkmalsstabilität bei transgenen immergrünen Rhododendren. Berlin.
http://www.umwelt.schleswig-holstein.de/servlet/is/48080/Dunemann_genfluss.pdf (05.06.2006)
- MEYER, R., REVERMANN, C. & A. SAUTER (1998): Biologische Vielfalt in Gefahr? Gentechnik in der Pflanzenzüchtung. Berlin.

- MINOL, K. & K. SINEMUS (2005): Rohstoffe aus Designerpflanzen. Nachwachsende Rohstoffe. In: mensch+umwelt spezial 17. Ausgabe 2004/2005. S. 39-44.
http://www.gsf.de/neu/Aktuelles/Zeitschriften/m_u_spezial_gruene_Gene/39_44_Minol_Sinemus.pdf (29.04.2006)
- MOCH, K., BRAUNER, R. & B. TAPPESER (2004): Bewertung der ‚Farm Scale Ecaluations‘. Berlin, Freiburg.
http://www.keine-gentechnik.de/bibliothek/naturschutz/studien/oeko_bewertung_farm_scale_evaluations_040201.pdf (03.05.2006)
- MOLDENHAUER, H. & B. WEBER (Red.) (2006a): Gentechnikfreie Regionen in Deutschland. Berlin.
<http://www.gentechnikfreie-regionen.de/> (01.06.2006)
- MOLDENHAUER, H. & B. WEBER (Red.) (2006b): GFR-Karte Deutschland. Berlin.
http://www.gentechnikfreie-regionen.de/regionen/regionen_19/files/3398_gfr_a1_mai06.pdf (01.06.2006)
- MÜHLENBERG, M. & J. SLOWIK (1997): Kulturlandschaft als Lebensraum. Wiesbaden.
- MUNLV (MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN) (2004): Lebensräume und Arten der FFH-Richtlinie nach Anhang I. Düsseldorf.
<http://www.natura2000.munlv.nrw.de/ffh-broschuere/index.htm> (19.06.2006)
- N
- NEEMANN, G. & R. SCHERWAB (1999): Materialien für ein Konzept zum Monitoring von Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen. UBA Texte 52/99. Berlin.
- NOWACK HEIMGARTNER, K. (2005): Produktion mit und ohne Gentechnik: Standards für die Koexistenz und Warenflusstrennung. Bern.
<http://orgprints.org/4561/01/nowack-2005-standards.pdf> (03.05.2006)
- NOWACK HEIMGARTNER, K. & B. OEHEN (2003): Analyse von GVO-Verunreinigungen in Bioprodukten. Belastungsgrade und Vermeidungsmöglichkeiten in Saatgut, Lebensmitteln und Futtermitteln. Frick.

<https://www.fibl.org/shop/pdf/1297-gvo-verunreinigungen.pdf>
(02.05.2006)

O

OBER, S. (2004): Anhörung des Hessischen Landtags zur Gentechnik/Gentechnikgesetz. Wiesbaden.

www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/gentechnik/gentechnikgesetz-hessen.pdf (14.06.2006)

OECD (2003): Organic Agriculture, Sustainability, Markets and Policies. Paris.
<http://www1.oecd.org/publications/e-book/5103071E.PDF> (02.05.2006)

P

PEFC (1999): Nachhaltige Waldbewirtschaftung und Forstzertifizierung. Luxemburg.
http://www.pefc.org/internet/resources/4_1334_398_file.138.pdf
(02.05.2006)

PETERMANN, T. & C. REVERMANN (2002): TA-Projekt Tourismus in Großschutzgebieten – Wechselwirkungen und Kooperationsmöglichkeiten zwischen Naturschutz und regionalem Tourismus. Endbericht des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Arbeitsbericht Nr. 77. Berlin.

PHIPPS, R. H., DEAVILLE, E. R. & B. C. MADDISON (2003): Detection of Transgenic and Endogenous Plant DNA in Rumen Fluid, Duodenal Digesta, Milk, Blood, and Feces of Lactating Dairy Cows. In: Journal Dairy Science. Nr. 86. S. 4070-4078.

<http://www.weihenstephan.de/fml/physio/sonstig/Phipps-et-al-2003.pdf>
(03.05.2006)

PLACHTER, H. & K. R. VOLZ (2000): Waldnutzung in Deutschland. Bestandesaufnahme, Handlungsbedarf und Maßnahmen zur Umsetzung des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung. Stuttgart.

POTTHOF, C. (2005): Gentechnisch veränderte Gehölze, ihre Eigenschaften und Freisetzung. In: Gen-ethischer Informationsdienst. Nr. 171.

http://www.gen-ethisches-netzwerk.de/gid/TEXTE/ARCHIV/PRESSEDIENST_GID171/SCHWERPUNKT171.HTML#Anker863246 (15.12.2005)

- PRESSEMITTEILUNG BUND vom 22.01.2006. Klare Absage an Gentechnik von
,Grüne Woche'-Besuchern. Berlin.
<http://www.bund.net/> (24.01.2006)
- PRESSEMITTEILUNG GREENPEACE vom 17.09.2004: Gen-Mais: schädlich für Ratten,
gesund für Menschen? Hamburg.
http://www.greenpeace.de/themen/gentechnik/presseerklarungen/artikel/gen_mais_schaedlich_fuer_ratten_gesund_fuer_menschen/ (20.03.2006)
- PRESSEMITTEILUNG NABU, EUROPARC DEUTSCHLAND, GREENPEACE,
ARBEITSGEMEINSCHAFT BÄUERLICHE LANDWIRTSCHAFT e.V., BUND, BUND
ÖKOLOGISCHE LEBENSMITTELWIRTSCHAFT und GEN-ETHISCHES NETZWERK
vom 14.07.2005: Verbände fordern Verbot von Genpflanzen-Anbau in
Schutzgebieten – Gemeinsame Elf-Punkte-Erklärung verabschiedet. Berlin.
[www.gen-ethisches-
netzwerk.de/gen/html/aktuell/dokus/0507PM_VilmerResol.pdf](http://www.gen-ethisches-netzwerk.de/gen/html/aktuell/dokus/0507PM_VilmerResol.pdf) (04.01.2006)
- PRESSEMITTEILUNG PEFC-DEUTSCHLAND vom 18.02.2004: PEFC-Wälder
,Gentechnik-frei'. Stuttgart.
http://pefc.ihb.de/aktuelles/pressemitteilungen_detail.phtml?id_presse=30
- PRESSEMITTEILUNG SPIEGEL vom 29.04.2006: Pionier-Versuch: Gen-Gerste erstmals
im Freien gesät. Hamburg
<http://www.spiegel.de/wissenschaft/erde/0,1518,413865,00.html> (10.06.2006)
- PRESSEMITTEILUNG SYNGENTA vom 22.01.01: Internationales Reisforschungsinstitut
beginnt Entwicklung von ,Golden Rice'. Basel.
<http://www.syngenta.com/de/media/article.aspx?pr=010122b&Lang=de>
(01.06.2006)
- PRESSEMITTEILUNG UBA (UMWELTBUNDESAMT) vom 13.01.2006: Landwirtschaft
macht Energie: Strom und Wärme aus Biomasse ist gut fürs Klima und
sichert Energieversorgung. Dessau.
<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/2006/pd06-002.htm>
(17.01.2006)
- PÜHLER, A. (1998): Einfluss von freigesetzten und inverkehrgebrachten
gentechnisch veränderten Organismen auf Mensch und Umwelt. Gutachten
im Auftrag des SRU. In: Materialien zur Umweltforschung. Bd. 31. S. 1-50.

R

- REGENASS-KLOTZ, M. (2005): Grundzüge der Gentechnik. Basel.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM KASSEL (2004): Standarddatenbogen des FFH-Gebiets Hohe Rhön, Gebietsnummer in 5525-307. Kassel.
http://www.rp-kassel.de/static/themen/naturschutz/ffh/5525_307.htm
(19.06.2006)
- REICHENBECHER, W., MEISE, T., OTTO, M., TEICHMANN, H., WINKEL, B. & B. TAPPESE (2005): Die Umweltrisikoprüfung transgener Pflanzen. In: Natur und Landschaft. Nr. 7-2005. S. 302-306.
- REITER, K., GRIMM, J. & H. FRIELINGHAUS (2004): Naturschutz und ökologischer Landbau im Biosphärenreservat – das Entwicklungs- und Erprobungsvorhaben Brodowin. In: DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE (Hrsg.) (2004): Voller Leben. Bonn. S. 268-272.
- REWITZ, I. & E. REWITZ (o.J.): Grüne Gentechnik – Was geschah bisher? Falkensee.
<http://www.gensaat.de/2003-2004.html> (24.04.2006)
- RIECKEN, U., RIES, U. & A. SSYMAN (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. Bonn.
- RIMPAU, J. (2004): Nachhaltige Landbewirtschaftung. In: DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITEE (Hrsg.) (2004): Voller Leben. Bonn. S. 105-109.
- RIPPIN, M. & L. WALTER (2004): Marktsituation und Marktinformationen: In: REDELBERGER, H. (2004): Management-Handbuch für die ökologische Landwirtschaft. Bonn. S. 27-32.

S

- SANVIDO, O., WIDMER, F., WINZELER, M., STREIT, B., SZERENCSITS, F. & F. BIGLER (2005): Koexistenz einer Landwirtschaft mit und ohne Gentechnik. In: AgrarForschung 12/4. S. 140-145.
http://www.keine-gentechnik.de/bibliothek/anbau/studien/fal_schweiz_koexistenz_forschung_050501.pdf (02.05.2006)
- SCHAEFFER, M. (1992): Wörterbuch der Ökologie. Jena.
- SCHLATTER, C. & B. OEHEN (2004): Anbau transgener Pflanzen – Räumliche Aspekte der Koexistenz. Frick, Schweiz.
<http://orgprints.org/3596/01/3596.pdf> (03.05.2006)

- SCHMID, R. D. (2002): Taschenatlas der Biotechnologie und Gentechnik. Weinheim.
- SCHULTE, E. & O. KÄPPELI (Hrsg.) (2000): Nachhaltige Landwirtschaft und grüne Gentechnik – Ergebnisse zum Forschungsprojekt. Fachstelle für Biosicherheitsforschung und Abschätzung von Technikfolgen des Schwerpunktprogramms Biotechnologie des Schweizerischen Nationalfonds. Basel. Zitiert in: Natur und Landschaft. Nr. 7-2005. S. 307-311.
- SCIALABBA, N., GRANDI, C. & C. HENATSCH (2002): Organic agriculture and genetic resources for food and agriculture. In: FAO (2002): Biodiversity and the ecosystem approach in agriculture, forestry and fisheries. Rom. S. 72-99.
- SINEMUS, K., SCHULTE, E., MINOL, K. & C. FREITAG (2006a): Freisetzung gentechnisch veränderter Bäume – Jede Menge Pappeln. Darmstadt.
<http://www.biosicherheit.de/de/gehoelze/pappel/54.doku.html> (19.05.2006)
- SINEMUS, K., SCHULTE, E., MINOL, K. & C. FREITAG (2006b): Wird Bt-Toxin aus gentechnisch verändertem Mais im Boden gebunden? Darmstadt.
<http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/95.doku.html>
 (27.04.2006)
- SINEMUS, K., SCHULTE, E., MINOL, K. & C. FREITAG (2006c): Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity CBD); Übersetzung BMU 1992. Darmstadt.
<http://www.biosicherheit.de/pdf/aktuell/CBD.pdf> (25.10.2005)
- SÖL (STIFTUNG FÜR ÖKOLOGIE & LANDBAU) (2006): Richtlinien der AGÖL und EG-Verordnung über den ökologischen Landbau. Bad Dürkheim.
http://www.soel.de/oekolandbau/deutschland_ueber_2001.html#8_1
 (12.01.2006)
- SPELSBERG, G. (2006): BioSicherheit – Gehölze. Aachen.
www.biosicherheit.de/gehoelze (03.05.2006)
- SPITZER, H. (1992): Raumnutzungskonzeption für regionsspezifische Planung – Das Beispiel der Rhön. Stuttgart.
- SRU (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN): Umweltgutachten 2000: Schritte ins nächste Jahrtausend. Berlin.
http://www.umweltrat.de/02gutach/downlo02/umweltg/UG_2000_kf.pdf
 (11.06.2006)
- STEINHÄUSER, K.-G. (1999): Freisetzung transgener Gehölze – Stand, Risiken und Perspektiven. UBA-Texte 99/99. Berlin.

- STEINHÄUSER, K.-G. (2001): Environmental Risks of Chemicals and Genetically Modified Organisms – A Comparison – Part I: Classification and Characterization of risks posed by Chemicals and GMOs. In: Environmental Science & Pollution Research. Nr. 8-2001. S. 120-126.
- STEINHOFF, C. (2005): Der aktuelle Begriff – Grüne, Rote, Weiße und Graue Gentechnik. In: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages. Nr. 18/05.
- STRODTHOFF, H. (2003): Die Gefahren der Gen-Pflanzen. Unkontrollierte Ausbreitung, ungeplante Nebenwirkungen. Hamburg.
www.keine-gentechnik.de/bibliothek/anbau/infomaterial/gp_gmo_kontamination_weltweit_030909.pdf (14.06.2006)
- STRODTHOFF, H. (2005): Gentechnik in Lebensmittel und Tierfutter. Hamburg.
http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/greenpeace_kennzeichnung.pdf (14.02.2006)
- STRODTHOFF, H. & C. THEN (2003): Ist Gen-Mais für Kuhsterben in Hessen verantwortlich? Greenpeace-Hintergrundpapier von 12/2003. Hamburg.
www.greenpeace.de/themen/gentechnik/gefahren_risiken/artikel/verursacht_gen_mais_kuhsterben/ - 53k (02.05.2006)
- SUKOPP, H. & U. SUKOPP (1993): Das Modell der Einführung und Einbürgerung nicht-einheimischer Arten. In: Gaia 2-1993. Nr. 5. S. 267-288.

T

- TAPPESER, B. (1998): Risikowahrnehmung und Risikobewertung. In: SPÖK, A. (1998): Gentechnik in Landwirtschaft und Lebensmitteln. Graz. S. 30-54.
- TAUTZ, D. & U. SCHLIEWEN (1999): Einfluß von Neozoen auf die genetische Biodiversität. In: UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (1999): Gebietsfremde Organismen in Deutschland – Ergebnisse eines Arbeitsgesprächs am 5. und 6. März 1998 ‚Die rechtliche Regulierung nichtheimischer Organismen im Vergleich zu gentechnisch veränderten Organismen‘. UBA-Texte 55/99. S. 98-104.
- THEN, C. (2004a): Gentechnik im Futtermittel muss nicht sein! Hamburg.
www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/greenpeace_genfuttermussnicht.pdf (02.05.2006)

THEN, C. (2004b): Umweltgefährdung durch insektenresistente Bt-Pflanzen. Hamburg.

http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/greenpeace__bt_mais.pdf (09.02.2006)

TRANSGEN (2006a): Erprobungsanbau 2005: Zwischen Grundlagenforschung und landwirtschaftlicher Normalität. Aachen.

<http://www.transgen.de/erprobungsanbau/2005/> (25.05.2006)

TRANSGEN (2006b): Gentechnik bei Fischen: Ziele, Projekte, Perspektiven. Aachen.

<http://www.transgen.de/gentechnik/tiere/143.doku.html> (28.05.2006)

U

UBA (UMWELTBUNDESAMT) (2000): Gentechnische Veränderungen: Qualitätsverbesserung pflanzlicher Erzeugnisse. Dessau.

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/bsg/bsg8.htm>
(11.01.2006)

UBA (UMWELTBUNDESAMT) (2005): Eigenschaften gentechnisch veränderter Bäume sind oft instabil. Dessau.

<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/presse-informationen/pd13402.htm> (04.05.2006)

UBA (UMWELTBUNDESAMT) (2006): Nachhaltige Nahrungsmittelproduktion. Dessau.

<http://www.umweltbundesamt.de/landwirtschaft/nahrungsmittelproduktion.htm> (15.04.2006)

UNESCO (Hrsg.) (1990): MAB stellt sich vor. Deutsches Nationalkomitee für das UNESCO-Programm. Bonn.

UNESCO (Hrsg.) (1996): Biosphärenreservate. Die Sevilla-Strategie und die Internationalen Leitlinien für das Weltnetz. Bonn.

V

VDN (VERBAND DEUTSCHER NATURPARKE) (2002): Naturparken – Ein Leitfaden für die Praxis. Nachhaltiger Tourismus. Bisingen.

http://www.naturparke.de/download/nachhaltiger_tourismus.pdf (02.05.2006)

VERBRAUCHER INITIATIVE e.V. (2006): Was sind Label? Berlin.

<http://www.label-online.de/index.php/cat/28> (11.01.2006)

VERBRAUCHERMINISTERIUM (2006): Die Öko-Verordnung der Europäischen Union.
Berlin.

<http://www.verbraucherministerium.de/index->

E229EA1D30F74B3586513923281982C7.html (12.01.2006)

VOGEL, B. & C. POTTHOF (2003): Verschobene Marktreife. Materialien zur zweiten und dritten Generation transgener Pflanzen. Berlin.

<http://www.gen-ethisches->

netzwerk.de/gen/html/projekte/pdfs/Zusammenfassung_D.pdf (19.05.2006)

VÖGEL, R. (2001): Anwendung gentechnischer Methoden in der Agrarproduktion und Bezug zum Naturschutz. In: LEMKE, M. & G. WINTER (2001): Bewertung von Umweltwirkungen von gentechnisch veränderten Organismen im Zusammenhang mit naturschutzbezogenen Fragestellungen. UBA-Berichte 3/01. Berlin. S. 294-301.

W

WBGU (WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN) (1999): Welt im Wandel: Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken. Jahresgutachten 1998 des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Berlin.

WILSON, A., LATHAM, J. & R. STEINBRECHER (2004): Genome Scrambling – Myth or Reality? Transformation-Induced Mutations in Transgenic Crop Plants. Brighton.

<http://econexus.info/pdf/ENx-Genome-Scrambling-Report.pdf> (02.05.2006)

WITTING, U. & B. TAPPESER (2005) : Rechtliche Regulierung der Agro-Gentechnik. In: Natur und Landschaft. Nr. 7-2005. S. 313-315.

Z

ZOGLAUER, K., AURICH, C., KOWARIK, I. & H. SCHEPKER (1999): Freisetzung transgener Gehölze – Stand, Risiken und Perspektiven, Einführung in das Forschungsvorhaben ‚Zusammenstellung von für die Risikoabschätzung wichtigen biologischen Basisdaten ausgewählter freisetzungsrelevanter Gehölzarten und Ableitung von möglichen Confinementmaßnahmen‘. In:

- UMWELTBUNDESAMTES (Hrsg.) (1999): Tagungsband – Freisetzung transgener Gehölze – Stand, Risiken und Perspektiven. Berlin. S. 14-22.
- ZÜGHART, W., BENZLER, A., BERHORN, F., GRAEF, F. & U. SUKOPP (2005): Monitoring der Wirkungen gentechnisch veränderter Organismen auf Natur und Landschaft nach Marktzulassung. In: Natur und Landschaft. Nr. 7-2005. S. 307-312.

Verzeichnis der Gesetzestexte

- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) vom 25.03.2002 (BGBl. I S. 1193) BGBl. III/FNA 791-8
- Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz – GenTG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Dezember 1993 – BGBl. I S. 2066, zuletzt geändert am 21. Dezember 2004 BGBl I S. 186 vom 03.02.2005

A) Richtlinien

90/220/EWG

Richtlinie des Rates vom 23.04.1990 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt

<http://www.bba.de/gentech/90-220.pdf> (07.01.2006)

BBA (BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT)

2001/18/EG

des Europäischen Parlaments und des Rates über die absichtliche Freisetzung genetischer veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates vom 12.03.2001

(,Freisetzungsrichtlinie')

<http://www.bmu.de/bio/und/gentechnik/doc/3487.php> (13.12.2006)

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT)

98/81/EG

vom 26.10.1998. Die Richtlinie 90/219/EWG wurde durch die Richtlinie 98/81/EG des Rates vom 26.10.1998 zur Änderung der Richtlinie

90/219/EWG über die Anwendung genetisch veränderter Mikroorganismen in geschlossenen Systemen maßgeblich überarbeitet.

http://www.bmu.de/bio_und_gentechnik/downloads/doc/35975.php

(27.03.2006)

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND
REAKTORSICHERHEIT)

2002/57/EG

Richtlinie 2003/45/EG der Kommission vom 28.05.2003 zur Änderung der Richtlinie 2002/57/EG des Rates über den Verkehr mit Saatgut von Öl- und Faserpflanzen

[europa.eu.int/eur-](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:138:0040:0044:DE:PDF)

[lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:138:0040:0044:DE:PDF](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:138:0040:0044:DE:PDF)

(27.03.2006)

PORTAL DER EUROPÄISCHEN UNION

66/402/EWG

Richtlinie 66/402/EWG des Rates vom 14.06.1966 über den Verkehr mit Getreidesaatgut (3), zuletzt geändert durch die Richtlinie 89/2/EWG (4), insbesondere auf Artikel 23a

http://europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexdoc!prod!CELEXnumdoc&lg=DE&numdoc=31989D0101&model=lex (19.05.2006)

PORTAL DER EUROPÄISCHEN UNION

2002/54/EG

Richtlinie 2002/54/EG vom 13.06.2002 über den Verkehr mit Betarübensaatgut

[europa.eu.int/eur-](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:038:0017:0018:DE:PDF)

[lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:038:0017:0018:DE:PDF](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:038:0017:0018:DE:PDF)

(19.05.2006)

PORTAL DER EUROPÄISCHEN UNION

B) Verordnungen

1829/2003/EG

EG – Verordnung Nr. 1829/2003/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22.09.2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und

Futtermittel

<http://www.bmu.de/bio/und/gentechnik/doc/5347.php> (09.01.2006)

BMU (BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND
REAKTORSICHERHEIT)

2092/91/EWG

Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24.06.1991 über den ökologischen Landbau / die biologische Landwirtschaft und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel (zuletzt geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 223/2003 der Kommission vom 5.02.2003, ABl. EG Nr. L 31 vom 06.02.2003, S. 3)

http://www.munlv.nrw.de/sites/arbeitsbereiche/landwirtschaft/verord_oeko_landbau_gn/pdfs/2004/vo_ewg_2092.pdf (14.03.2006)

MUNLV (MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ,
LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES
NORDRHEIN-WESTFALEN)

1804/1999/EWG

Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 des Rates vom 19.07.1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel

<http://www.bba.de/gentech/oeko1804.pdf> (07.01.2006)

BBA (BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND
FORSTWIRTSCHAFT)

Mündliche Mitteilungen

SAUER, E. (2006 mdl.): Besprechungen, Telefonate. Hessische Verwaltungsstelle des Biosphärenreservats Rhön, Abteilung Landwirtschaft und Regionalentwicklung, Groenhoff Haus Wasserkuppe, 36129 Gersfeld.

7 Anhang

Anhang – Tabelle 1: Spezielle Zuchtziele der Pflanzenzüchtung

Quelle: Eigene Darstellung nach JANY & GREINER 1998

Allgemeines Ziel	Spezielle Veränderung	
Verbesserung der Ertragsfähigkeit	Bessere Nährstoffaufnahme Erhöhung der Photosyntheseleistung Veränderter Stofftransport in der Pflanze	
Verbesserung der Resistenz	gegen Krankheiten gegen Umwelteinflüsse	Viren Bakterien Schadpilze Nematoden Schadinsekten Temperatur Trockenheit Salz Wildkräuter
Verbesserung der Qualität	Änderung primärer Inhaltsstoffe Änderung sekundärer Inhaltsstoffe Neue Inhaltsstoffe	Stärke Öle/Fette Eiweiß Aromen Ballaststoffe Vitamine Technische Enzyme Pharmaka

Anhang – Tabelle 2: Anwendungsgebiete der Gentechnik (Farballegerien)

Quelle: Eigene Darstellung nach CONRAD 2005, S. 80 f.; STEINHOFF 2005, S. 1 f.

	Rote Gentechnik	Weißer Gentechnik	Graue Gentechnik	Grüne Gentechnik (Agrogentechnik)
Anwendungsgebiet	medizinisch	industriell	industriell	landwirtschaftlich (i.w.S.)
Beispiele	Einsatz von Viren Einsatz von Zellkulturen Bakterien zur Herstellung von Impfstoffen und Arzneimitteln Diagnostik Gentherapie ...	Waschmittel Vitamine ...	Herstellung von Enzymen Herstellung von Feinchemikalien Bodensanierung Energiegewinnung Umweltschutz Abfallbehandlung Abwasserbehandlung ...	Lebensmittel Futtermittel Tiere Mikroorganismen Pflanzenzüchtung (s. Anh – Tab. 1) nachwachsende Rohstoffe ...

Anhang – Tabelle 3: Kulturpflanzen und gentechnische Veränderungen

Quelle: Eigene Darstellung nach MENZEL et al. 2005, Anhang Tabelle a1
siehe auch folgende Seite (Fortführung der Tabelle)

Wirkung der gentechnischen Veränderung	Herbizid-Toleranz	Fettstoffwechsel	Ligningehalt	Pilzresistenz	Resistenz gegen abiotischen Stress	Steigerung des Ernteertrags	Optimierung des Reifeprozesses (Haltbarkeit)	Insektengiftigkeit	Stärkegehalt- und Zusammensetzung	Virusresistenz	Proteingehalt	Männliche Sterilität	Morphologische Merkmale	Gesundheitsbezogene Zusammensetzung	Steigerung ‚funktioneller‘ Inhaltsstoffe	weitere
Ananas				X											X	
Apfelbäume				X				X								
Aubergine				X				X								
Banane				X												
Bäume			X													
Baumwolle	X							X								
Birne							X									
Blumen							X						X			
Blumenkohl	X							X				X				
Bohne	X							X		X						
Broccoli	X							X				X				
Cassava																1
Chicoree	X											X				
Dattelpflaume					X			X		X						
Erbse	X									X						
Erdbeere	X			X												2
Erdnuss										X						
Eukalyptus																3
Flachs	X															
Futterrübe	X															
Gartenkürbis										X						
Gerste	X			X											X	
Getreide	X				X	X										
Grapefruit				X				X		X						
Gräser					X	X										
Gurke				X				X		X						
Hafer										X						
Himbeere							X									1
Hopfen										X						
Kaffee							X									4
Kakao		X		X	X	X		X								5
Karotten				X											X	
Kartoffel				X	X	X		X	X	X	X			X		
Kirsche							X									
Kiwi				X			X									
Kohl	X							X				X				
Kokosnuss		X						X								

Wirkung der gentechnischen Veränderung	Herbizid-Toleranz	Fettstoffwechsel	Ligningehalt	Pilzresistenz	Resistenz gegen abiotischen Stress	Steigerung des Ernteertrags	Optimierung des Reifeprozesses (Haltbarkeit)	Insektengiftigkeit	Stärkegehalt- und Zusammensetzung	Virusresistenz	Proteingehalt	Männliche Sterilität	Morphologische Merkmale	Gesundheitsbezogene Zusammensetzung	Steigerung ‚funktioneller‘ Inhaltsstoffe	weitere
Linse	X															
Lupine	X															
Luzerne	X															
Mais	X							X	X		X	X		X		
Mango				X			X	X								
Melone	X									X						
Nelke							X						X			
Obstbäume				X						X						
Olive				X												
Orange				X				X		X						
Papaya										X						
Paprika			X							X						
Pfeffer				X			X			X						
Pflaume							X			X						
Radicchio	X											X				
Raps	X	X		X							X	X				
Reis	X			X				X		X					X	
Rosen							X							X		
Salat	X									X						
Senf	X															
Sojabohne	X	X		X				X		X						
Sonnenblume				X				X								
Süßkartoffel				X						X	X					
Tabak	X													X		
Tomaten	X						X	X		X				X	X	
Walnuss	X			X				X		X						
Wassermelone										X						
Weintraube				X												
Weizen	X			X												
Zucchini										X						
Zuckermais								X								
Zuckermelone	X						X			X						
Zuckerrohr	X							X		X						
Zuckerrübe	X								X	X						
Zwiebel	X									X						

¹ Verbesserung der Produktqualität

² Veränderung des Blühzeitpunktes

³ Wachstumsbeschleunigung

⁴ Senkung des Koffeingehaltes

⁵ größere Bohnen

Anhang – Tabelle 4: Beantragung und Genehmigung von GVO in der EU

Pflanzen, für die ein Inverkehrbringen in der EU gemäß Richtlinie 90/220/EWG beantragt oder genehmigt wurden

Quelle: Eigene Darstellung nach MENZEL et al. 2005, S. 17

Art bzw. Wirkung der gentechnischen Veränderung	Kulturpflanze
Herbizid-Toleranz	Mais Raps Futterrübe Sojabohne ¹ Baumwolle Radicchio Tabak
Insekten-Resistenz	Mais Baumwolle
Herbizid- und Insekten-Toleranz	Mais
Herbizid-Toleranz und männliche Sterilität	Raps ² Radicchio ³
Fettsäuregehalt	Raps Sojabohne
Stärkegehalt	Kartoffeln
Farbe der Blütenblätter	Nelken
Verzögerte Fruchtreife	Tomate

hervorgehobene Daten: bereits genehmigt

teilweise erfolgte die Genehmigung mit Einschränkungen:

¹ nur Import, Lagerung, Verarbeitung, kein Anbau in der EU

² (noch) nicht für Lebensmittel- oder Futtermittelzwecke

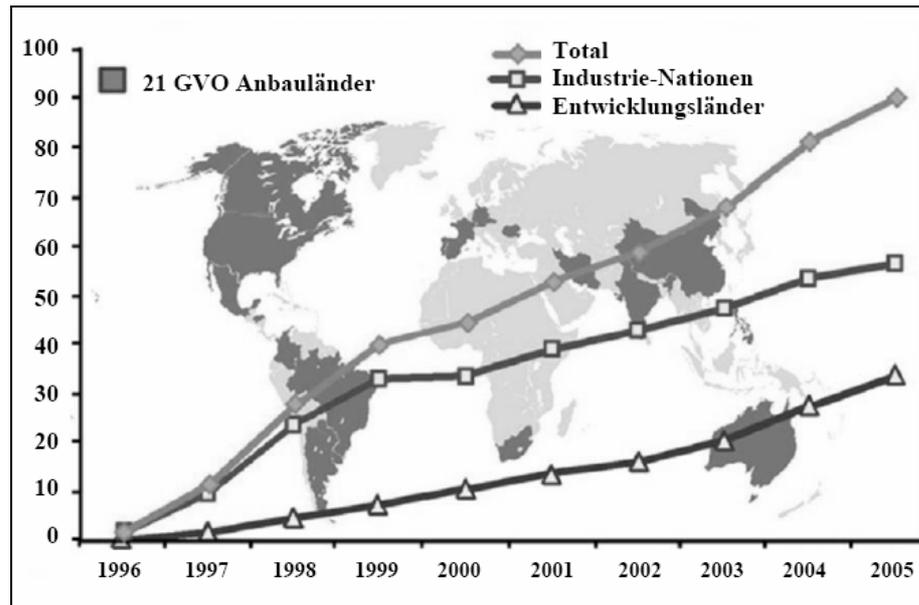
³ nur zur Saatguterzeugung

Anhang – Tabelle 5: Zeithorizonte: Erwartetes Inverkehrbringen von GVO

Quelle: Eigene Darstellung nach MENZEL et al. 2005, Anhang Tabelle a7

Eigenschaft	Anträge auf Inverkehrbringen genehmigt oder im Antragsverfahren (in den nächsten 5 Jahren zu erwarten)	Freisetzungsphase (in 6-10 Jahren zu erwarten)	Forschungs- und Entwicklungsphase (in frühestens 10 Jahren zu erwarten)
Herbizid-Toleranz	Mais, Raps, Sojabohne, Tabak, Baumwolle, Chicoree, Zuckerrübe, Futterrübe	Mais, Raps, Weizen, Zuckerrübe, Getreide ^{1,2} , Futterrübe ³ , Sojabohne ² , Baumwolle ²	Getreide ¹
Insekten-Resistenz	Mais, Baumwolle	Mais, Kartoffel, Baumwolle ²	Kartoffel
Resistenz gegenüber Pathogenen	-	Zuckerrübe, Tomate, Kartoffel, Raps, Sonnenblume ² , Melone ² , Früchte ²	Getreide ¹ , Kartoffel, Zuckerrübe, Raps, Tabak, Früchte
Erhöhung der Toleranz gegenüber abiotischem Stress, Steigerung des Ernteertrags	-	Tabak	Ackerschmalwand, Tabak, Getreide ¹ , Gräser, Kartoffel
männliche Sterilität	Raps, Chicoree	Raps, Mais, Chicoree ²	-
Modifikation der Inhalts- / Nährstoffe	Raps, Sojabohne, Kartoffel	Kartoffel, Raps, Mais ³ , Weizen	Raps, Kartoffel, Mais, Getreide ¹ , Sojabohne, Zuckerrübe, Tabak, Ackerschmalwand
Verbesserung für den industriellen Einsatz	-	Kartoffel, Raps, Tabak ² , Tomate ² , Wald- und Bäume allgemein	Kartoffel, Mais, Tomate, Bäume
Verbesserung gesundheitsbezogener Komponenten	-	Tabak ³ , Mais ³	Tabak, Ackerschmalwand, Kartoffel, Tomate
weitere leistungsbezogene Eigenschaften	Tomate, Blumen	Tomate, Blumen	Ackerschmalwand, Tomate, Weizen, Blumen
Marker-Gen	-	Garten-Ringelblume ² , Wald- und Bäume allgemein, Getreide ^{1,2}	Getreide ¹ , Ackerschmalwand, Wald- und Bäume allgemein

¹ Getreide inklusive Weizen und Gerste² geringe Zahl von Feldversuchen³ sehr geringe Zahl von Feldversuchen



Anhang – Abbildung 1: Globale Anbaufläche von GVO

Angaben für den Zeitraum 1996-2005 (x-Achse) in Mio. ha (y-Achse)

Quelle: JAMES 2005, S. 1 in LUCHT 2006, S. 1

Anhang – Tabelle 6: Freisetzen von GVO in der EU

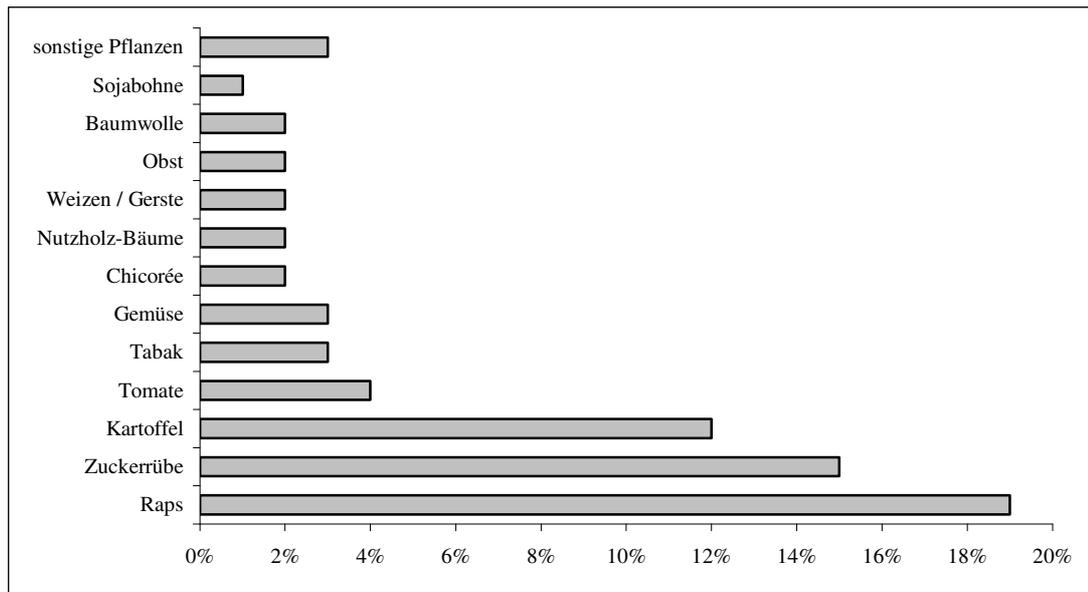
Angaben nach Ländern und Jahren von 1990 bis 2005; insgesamt 18.804 Freisetzen; Stand: April 2006

Quelle: Eigene Darstellung nach BBA Gentechnik-Datenbank 2006

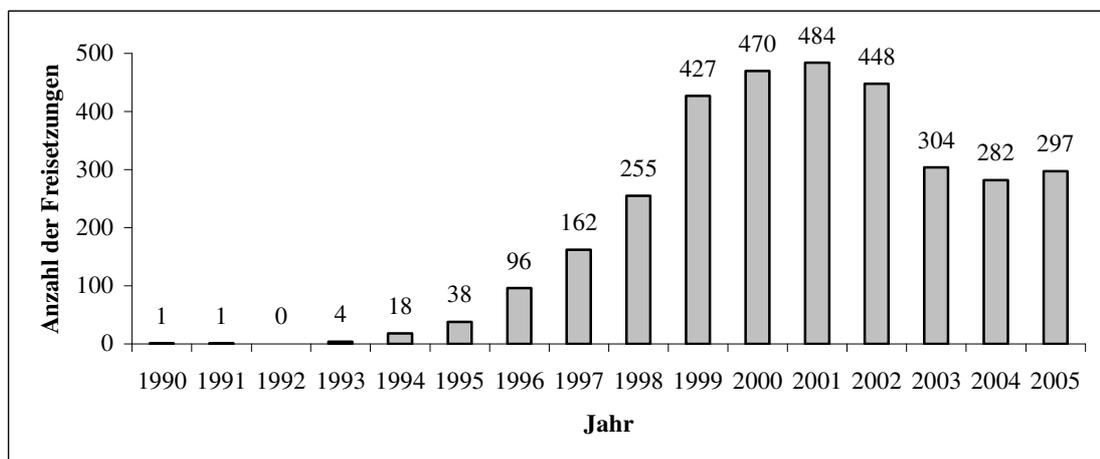
Jahr der Freisetzung	Freisetzen pro Jahr	Frankreich	Italien	Großbritannien	Niederlande	Belgien	Spanien	Deutschland	Dänemark	Schweden	Finnland	Portugal	Griechenland	Österreich	Irland Polen, Ungarn, Tschechien, Norwegen und Island zusammen	
1990	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
1991	3	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
1992	66	1	0	18	18	26	0	0	3	0	0	0	0	0	0	
1993	207	46	5	21	98	23	3	4	5	0	0	2	0	0	0	
1994	377	120	25	33	138	19	15	18	7	0	0	2	0	0	0	
1995	852	285	93	76	247	47	31	38	6	25	3	1	0	0	0	
1996	1.334	547	167	116	276	40	50	96	9	20	9	0	0	4	0	
1997	1.665	559	170	156	342	47	125	162	18	53	11	4	8	4	6	
1998	2.529	1.133	219	224	359	49	166	255	5	40	21	9	20	3	26	
1999	2.328	600	303	193	427	40	167	427	7	83	22	11	18	3	26	
2000	2.155	539	296	189	352	90	79	470	8	71	25	9	3	3	20	
2001	2.099	484	272	228	320	91	86	484	7	69	23	8	3	3	20	
2002	1.574	286	65	181	319	65	75	448	7	59	11	0	3	3	24	
2003	1.150	109	32	174	279	59	115	304	6	59	4	0	0	3	4	
2004	1.105	120	16	45	218	57	310	282	3	42	3	0	0	3	4	
2005	1.359	203	6	30	200	54	383	297	8	90	3	36	0	3	4	
Freisetzen von 1990 bis 2005*	18.804	5.032	1.669	1.684	3.595	54	1.605	3.287	8	90	3	36	0	3	4	42

* Die Zahlen basieren auf der (nicht ganz korrekten) Annahme, dass alle beantragten Freisetzen durchgeführt wurden.

Da in einem Freisetzenantrag mehrere Freisetzenorte genannt werden können, und ein solcher Antrag für mehrere Jahre gültig sein kann, wird die Zahl der durchgeführten Freisetzen wesentlich größer sein, als die einfache Statistik der beantragten Orte.



Anhang – Abbildung 2: Freisetzungsanträge von GVO in der EU nach Pflanzenarten im Zeitraum 1990 bis 2005
Quelle: Eigene Darstellung nach BBA Gentechnik-Datenbank 2006



Anhang – Abbildung 3: Freisetzen von GVO in Deutschland nach Anzahl und Jahr im Zeitraum 1990 bis 2005
Quelle: Eigene Darstellung nach BBA Gentechnik-Datenbank 2006

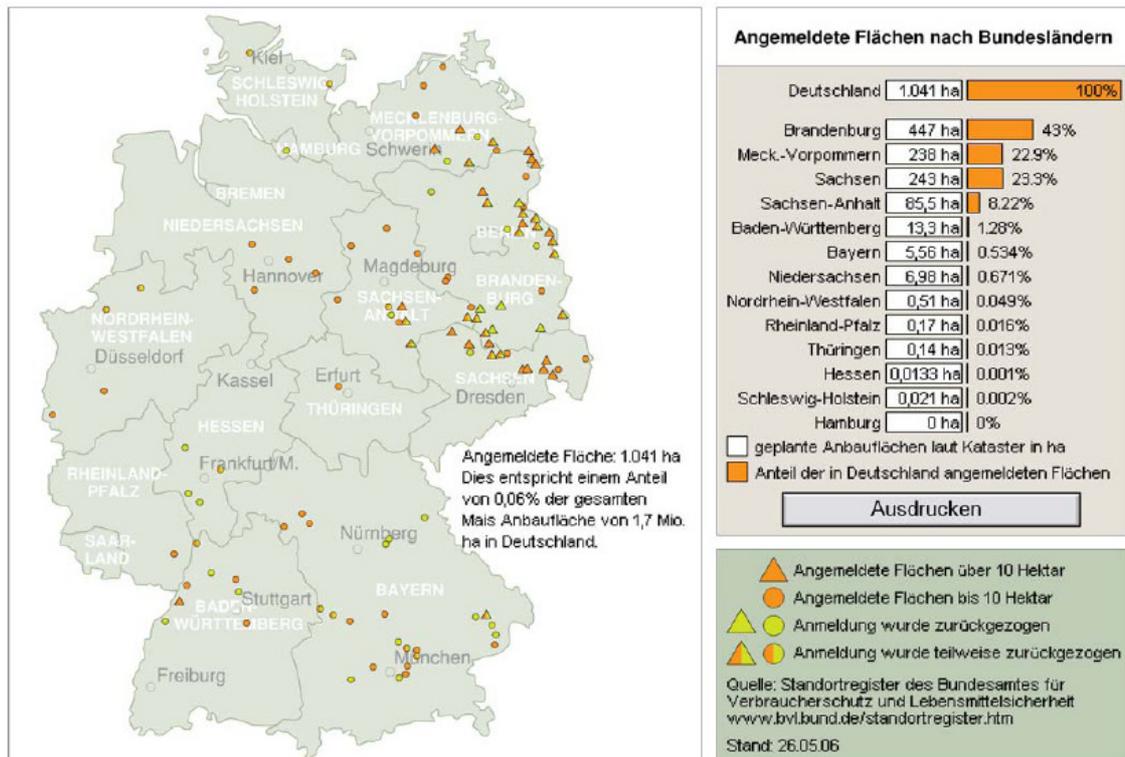
Anhang – Tabelle 7: Freisetzen von GVO in Deutschland

nach Arten und Jahr im Zeitraum 1990 bis 2005; insgesamt 3.282 Freisetzen

Quelle: Eigene Darstellung nach BBA Gentechnik-Datenbank 2006

Jahr der Freisetzung	Freisetzen pro Jahr												
		Wein	Pappel	Tabak	Petunie	Nachtschatten	Weizen	Sojabohne	Erbse	Kartoffel	Mais	Zuckerrübe	Raps
1990	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
1994	17	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	2	7
1995	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	8	15
1996	96	0	1	1	1	0	0	0	0	5	20	15	53
1997	161	0	1	1	2	0	0	0	0	12	16	43	86
1998	255	0	1	0	4	0	0	0	0	19	30	109	92
1999	427	2	1	0	4	0	0	0	0	32	35	201	152
2000	470	2	2	0	2	0	0	0	1	33	44	220	166
2001	484	2	2	0	2	0	0	0	1	31	47	226	173
2002	448	2	2	0	0	0	0	0	0	35	34	205	170
2003	304	2	4	0	0	0	0	1	0	39	33	63	162
2004	282	2	3	0	0	1	1	1	0	40	24	48	162
2005	297	2	2	0	0	3	0	1	1	71	16	47	154
Freisetzen von 1990 bis 2005*	3282	14	19	2	17	4	1	3	3	322	318	1189	1392

* siehe Anmerkungen zu Anhang – Tabelle 6



Anhang – Abbildung 4: Gv-Mais-Anbau in Deutschland (2006)

Quelle: EINKAUFNETZ GREENPEACE 2006

Anhang – Tabelle 8: Standortregister Juni 2006

Übersichtstabelle der Mitteilungen zu Anbau und Freisetzungen nach Bundesländern und für Gesamtdeutschland (Stand: Juni 2006)

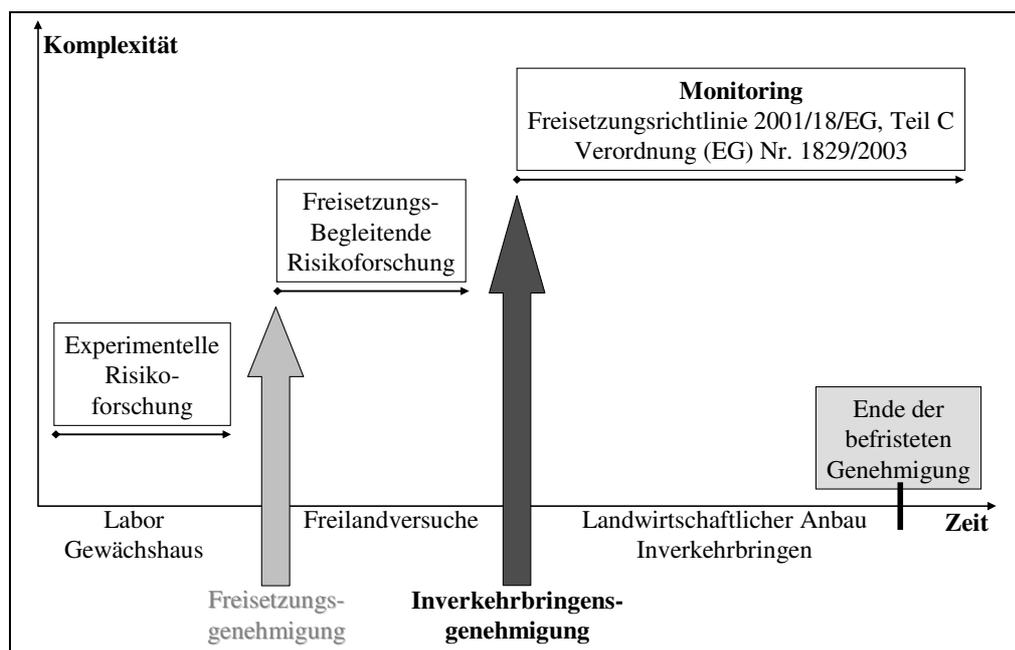
Quelle: Eigene Darstellung nach BVL 2006b

	Anbau (m²)	Freisetz- ungen (m²)	Gesamt (m²)
Baden-Württemberg	46.023	3.890	49.913
Bayern	55.550	23.524	79.074
Berlin	0	0	0
Brandenburg	4.474.870	1.620	4.476.490
Bremen und Bremerhaven	0	0	0
Hamburg	0	0	0
Hessen	133	9,6	142,6
Mecklenburg-Vorpommern	2.379.951	21.584	2.401.535
Niedersachsen	69.804	7.677	77.481
Nordrhein-Westfalen	5.150	5.627	10.777
Rheinland-Pfalz	1.650	0	1.650
Saarland	0	0	0
Sachsen	2.438.632	0	2.428.632
Sachsen-Anhalt	256.440	5.727	262.167
Schleswig-Holstein	210	0	210
Thüringen	1.400	0	1.400
Bundesrepublik Deutschland	9.719.813	69.658,6	9.789.471,6

Anhang – Tabelle 9: Freisetzungsrelevante Gehölzarten

Quelle: Eigene Darstellung nach ZOGLAUER et al. 1999, S. 14 f.

Forstgehölze	Obstgehölze	Ziergehölze
Lärche Fichte (Wald-)Kiefer Traubenkirsche Robinie	Walnuss Apfel Birne Pfirsich Aprikose Süßkirsche Sauerkirsche Pflaume Weinrebe	Teehybriden

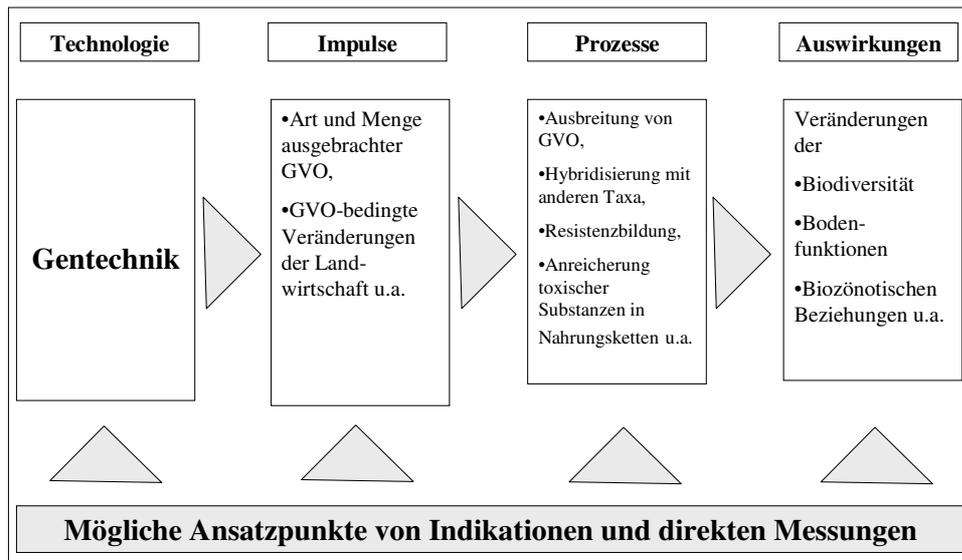
**Anhang – Abbildung 5:** Risikoforschung und Monitoring von GVO

Quelle: Eigene Darstellung nach ZÜGHART et al. 2005, S. 307, dort verändert nach SCHULTE und KÄPPELI 2000

Anhang – Tabelle 10: Umwelteffekte auf verschiedenen Ebenen

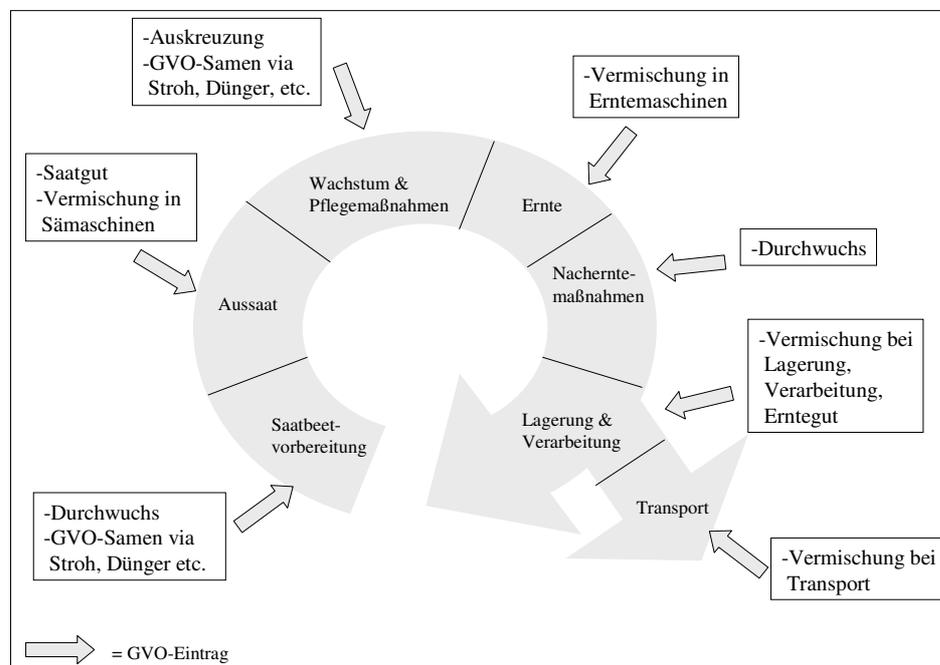
Quelle: Eigene Darstellung nach MENZEL et al. 2005, S. 19

Umwelteffekte auf Ebene molekularer und physiologischer Prozesse	Veränderung des pflanzlichen Stoffwechsels Transformations- und Rekombinationsereignisse zwischen Pflanzenzellen und Mikroorganismen
Umwelteffekte auf Ebene des Individuums	Veränderung individueller Merkmale und Eigenschaften der Pflanze Hybridisierungsereignisse Beeinträchtigung von Nichtzielorganismen durch Toxine
Umwelteffekte auf Ebene der Population	Vermehrungs- und Ausbreitungsprozesse rekombinanter Pflanzen Resistenzentwicklung Verdrängung konkurrenzschwacher Arten Dezimierung oder Förderung von Tiergruppen, z.B. durch Toxine oder Veränderung der Anbaupraxis
Umwelteffekte auf Ebene des Ökosystems	Nahrungsketteneffekte (Räuber-Beute-Prozesse) Wirkungen auf den Stoffhaushalt Veränderungen im Artenspektrum
Umwelteffekte auf Ebene der Landschaft	Merkmale der Landschaftsausstattung Veränderungen des Landschaftsbildes



Anhang – Abbildung 6: Indikationen und direkte Messungen

Quelle: Eigene Darstellung nach BARTZ et al. 2005, S. 321



Anhang – Abbildung 7: Möglichkeiten von GVO-Eintrag

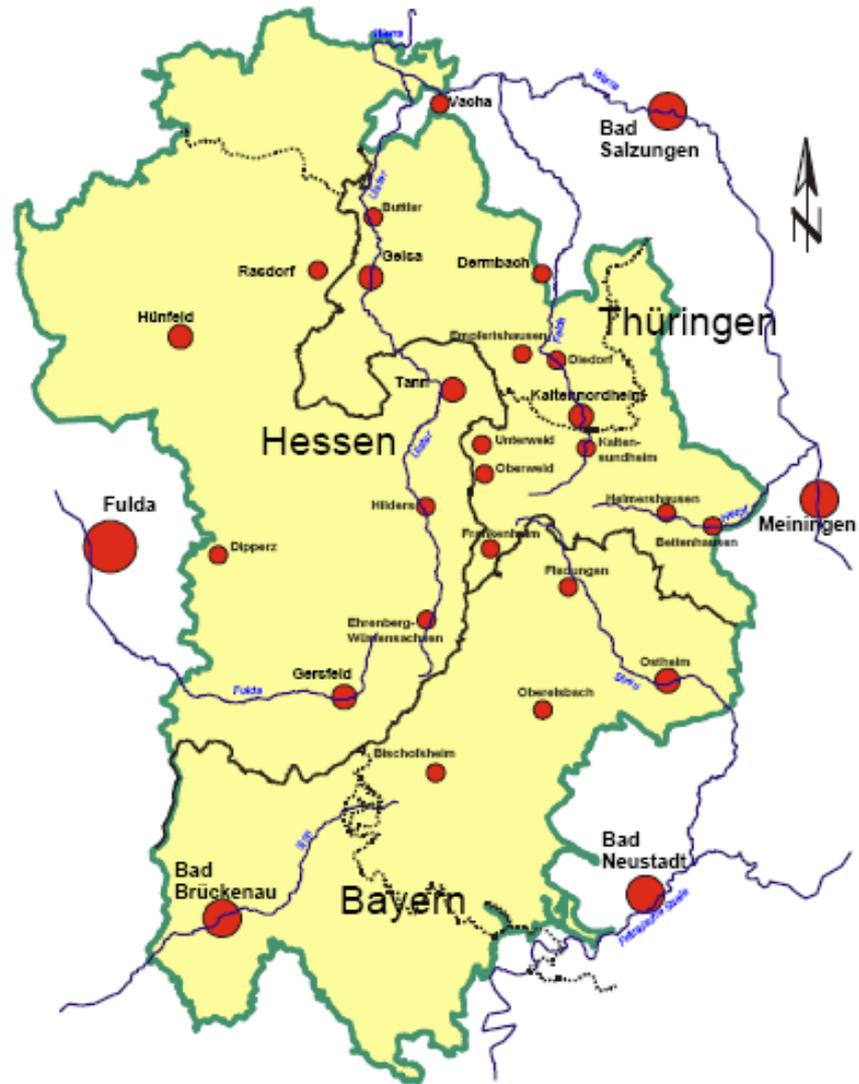
Die Darstellung bezieht sich auf einen landwirtschaftlichen Produktionszyklus

Quelle: Eigene Darstellung nach SANVIDO et al. 2005, S. 141



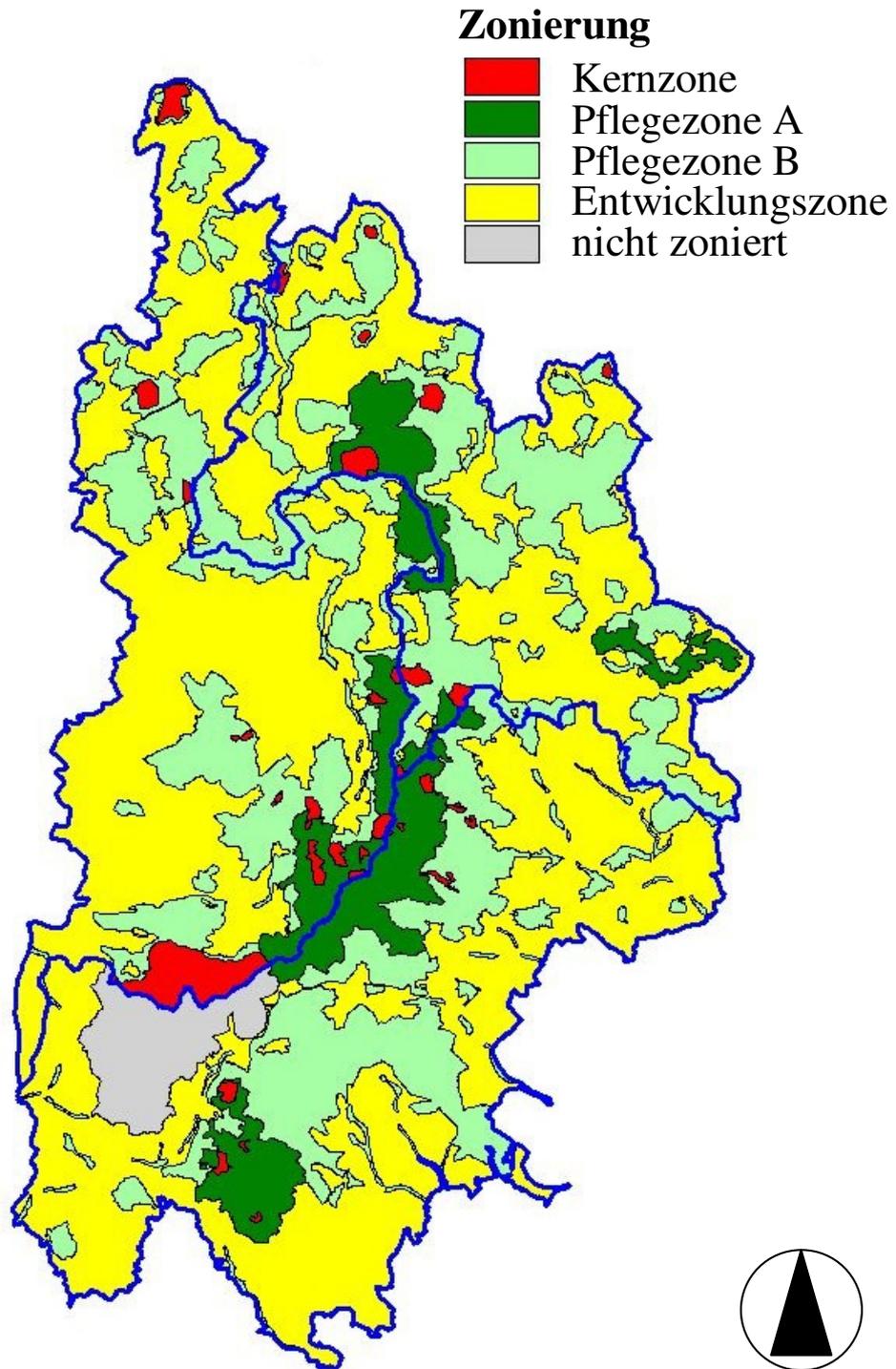
Anhang – Abbildung 8: Karte der deutschen Biosphärenreservate

Quelle: MAYERL 2004, S. 28



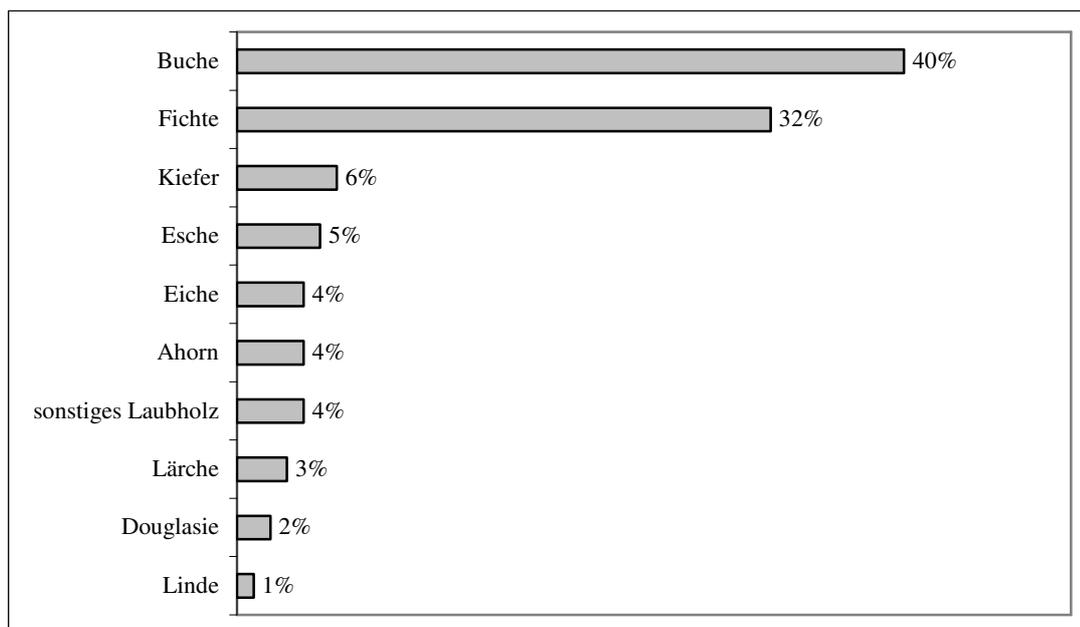
Anhang – Abbildung 9: Übersichtskarte des Biosphärenreservats Rhön

Quelle: FILLER 2006d

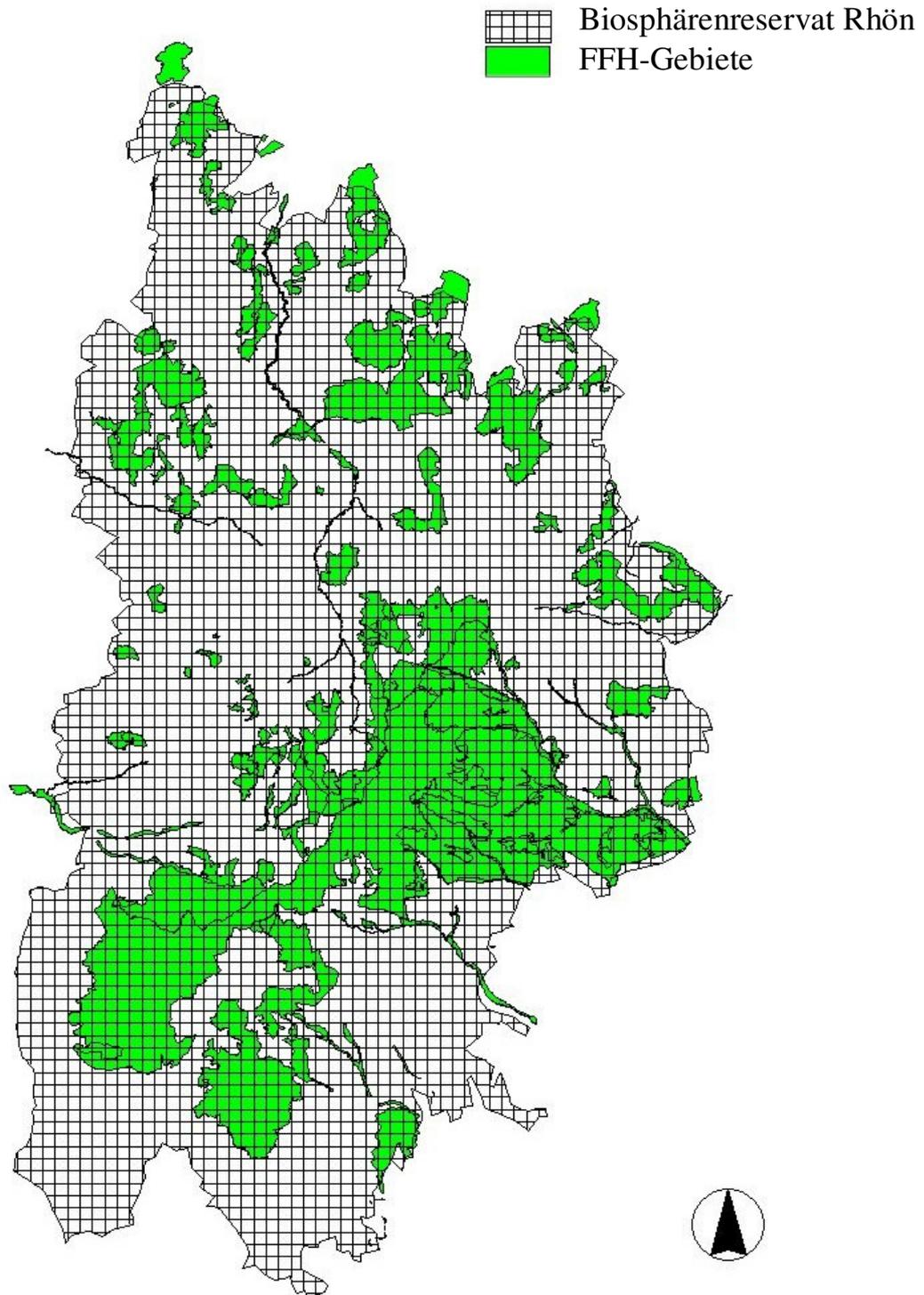


Anhang – Abbildung 10: Zonierungskarte des Biosphärenreservats Rhön

Von der hessischen Verwaltungsstelle des Biosphärenreservats Rhön zur Verfügung gestellt (unveröffentlicht)

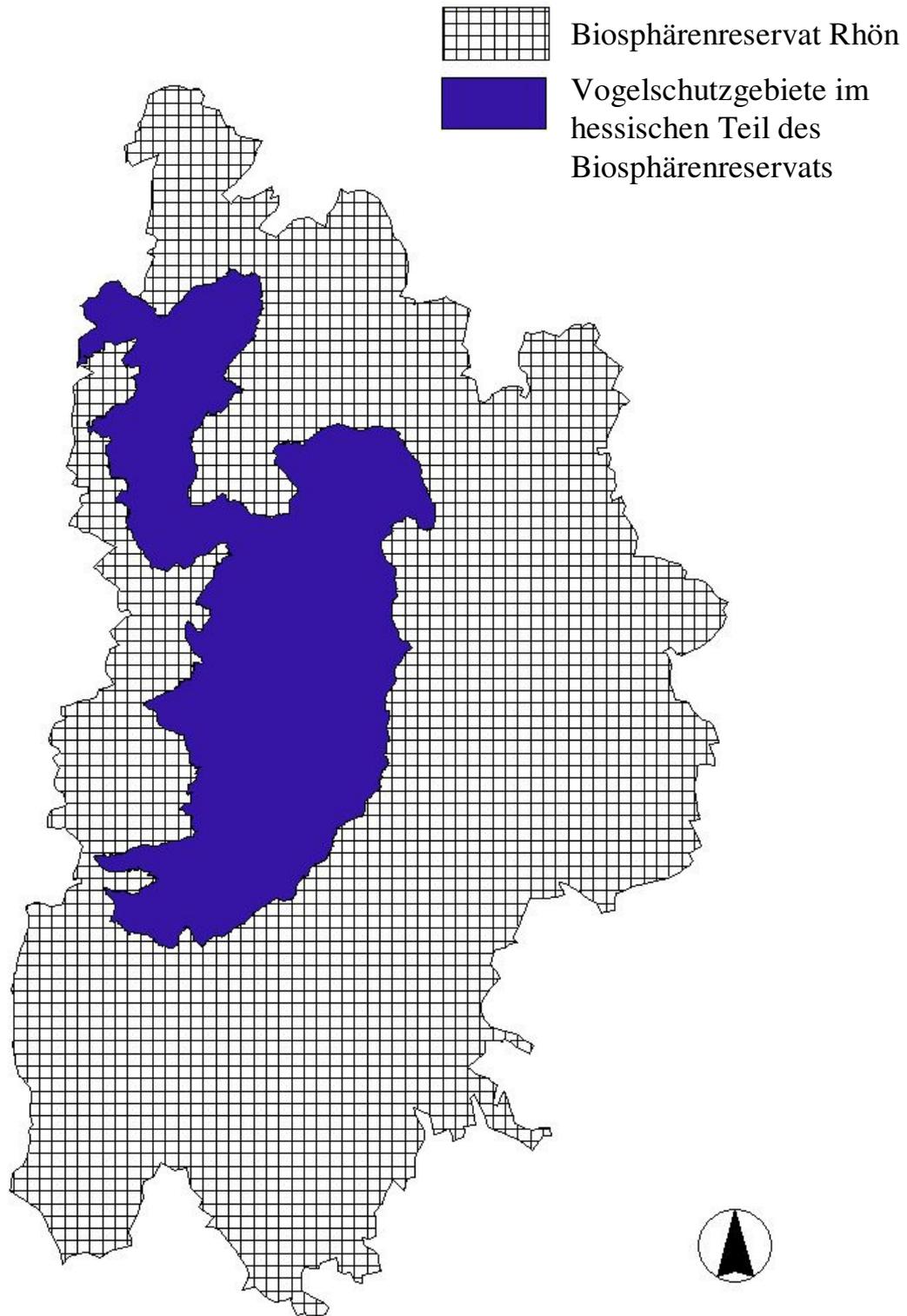


Anhang – Abbildung 11: Baumartenverteilung
im hessischen Teil des Biosphärenreservats Rhön
Quelle: Eigene Darstellung nach GREBE 1995, S. 97



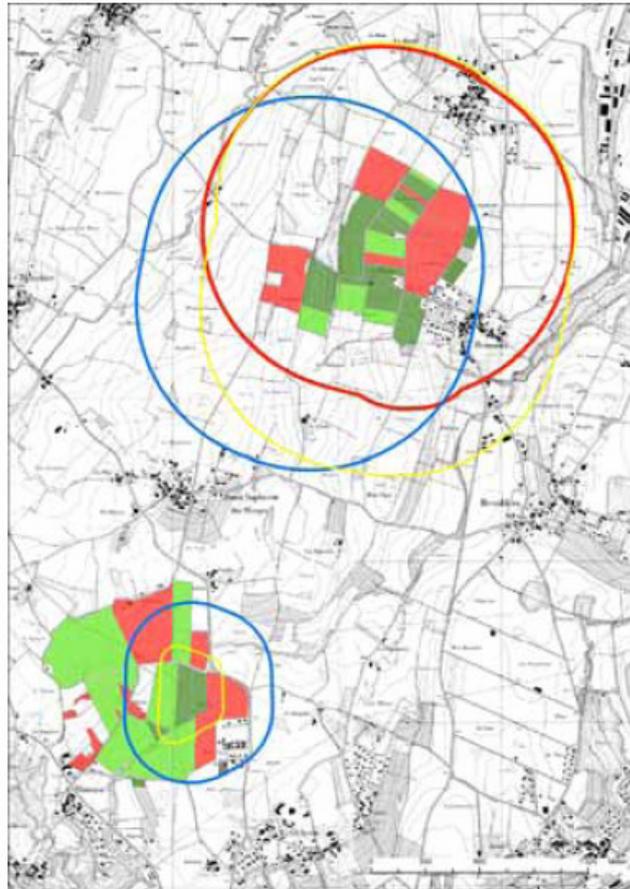
Anhang – Abbildung 12: Karte der FFH-Gebiete im Biosphärenreservat Rhön

Von der hessischen Verwaltungsstelle des Biosphärenreservats Rhön zur Verfügung gestellt (unveröffentlicht)



Anhang – Abbildung 13: Karte der Vogelschutzgebiete

Bezieht sich auf den hessischen Teil des Biosphärenreservats Rhön
Von der hessischen Verwaltungsstelle des Biosphärenreservats Rhön zur Verfügung
gestellt (unveröffentlicht)



Anhang – Abbildung 14: Sicherheitsabstände für Fruchtfolgen

Kartographische Darstellung der Sicherheitsabstände für die Fruchtfolgen 2003 (rot), 2004 (blau) und 2005 (gelb). Dunkelgrün sind Flächen nach den Richtlinien der Bio SUISSE, hellgrün nach jenen der IP SUISSE³⁵ und rot solche, die ohne Label produziert werden.

Daten: Übersichtsplan SERVICE DE L'INFORMATION SUR LE TERRITOIRE DU CANTON DE VAUD; Felderhebungen FiBL

Quelle: SCHLATTER & OEHEN 2004, S. 9

³⁵ Bei BIO SUISSE und IP SUISSE handelt es sich um zertifizierte, nach ‚Ökolandbaukriterien‘ bewirtschaftete Flächen der Schweiz.

Anhang – Tabelle 11: Empfehlungen für Sicherheitsabstände

Empfehlungen des FiBL für Sicherheitsabstände zwischen gentechnisch veränderten und gentechnikfreien Kulturen auf Grundlage des gegenwärtigen Wissensstandes zur Auskreuzung

Quelle: Eigene Darstellung nach NOWACK HEIMGARTNER 2005, S. 34

Kultur	Sicherheitsdistanz (m)
Mais	mehr als 1.000
Kartoffeln	10
Raps	bis zu 4.000
Weizen	bei normalen Liniensorten 100
Roggen	mindestens 2.000
Sonnenblumen	1.000
Triticale	100
Kunstwiesen	500

Anhang – Tabelle 12: Ökologischer Landbau in Deutschland

Die Daten beziehen sich auf das Jahr 2004

Quelle: Eigene Darstellung nach BMELV 2006a

	Ökologisch bewirtschaftete Fläche (Öko-Fläche) (ha)	Erzeugende Öko-Betriebe insgesamt	Öko-Fläche in LF des Landes (%)	Öko-Fläche des Landes an Öko-Fläche in Deutschland (%)	Öko-Betriebe an Betrieben in Deutschland (%)	Öko-Betriebe des Landes an Öko-Betrieben in Deutschland (%)
Bundesland						
Baden-Württemberg	86.416	4.852	6,0	11,3	8,9	29,2
Bayern	132.044	4.708	4,0	17,2	3,6	28,4
Brandenburg	129.745	615	9,7	16,9	9,8	3,7
Hessen	55.971	1.467	7,4	7,3	6,4	8,8
Mecklenburg-Vorpommern	105.532	590	7,8	13,7	11,8	3,6
Niedersachsen	61.172	1.078	2,3	8,0	1,9	6,5
Nordrhein-Westfalen	51.084	1.387	3,4	6,7	2,7	8,4
Rheinland-Pfalz	18.957	539	2,7	2,5	2,4	3,2
Saarland	5.006	64	6,5	0,7	3,8	0,4
Sachsen	22.548	293	2,5	2,9	4,0	1,8
Sachsen-Anhalt	40.825	272	3,5	5,3	6,0	1,6
Schleswig-Holstein	29.915	454	3,0	3,9	2,4	2,7
Thüringen	27.479	234	3,5	3,6	5,0	1,4
Stadtstaaten zusammen	1.197	50	4,9	0,2	6,3	0,3
Summe	767.891	16.603	4,5	100,0	4,1	100,0

Anhang – Tabelle 13: Wahrscheinlichkeit für vertikalen Genfluss

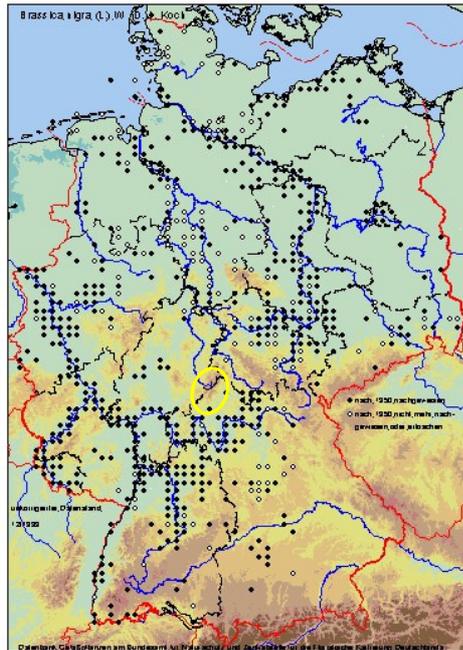
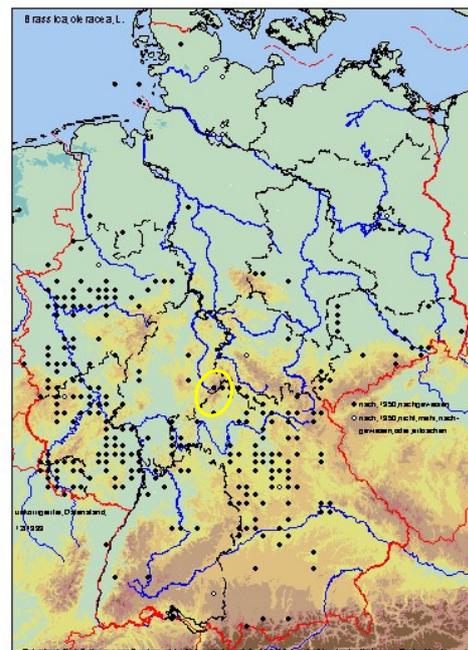
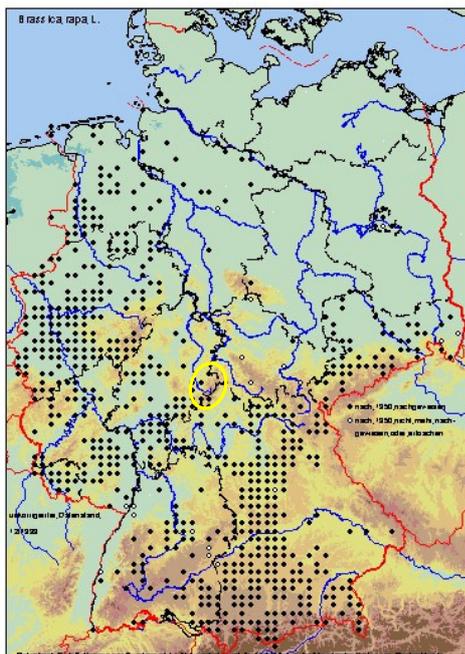
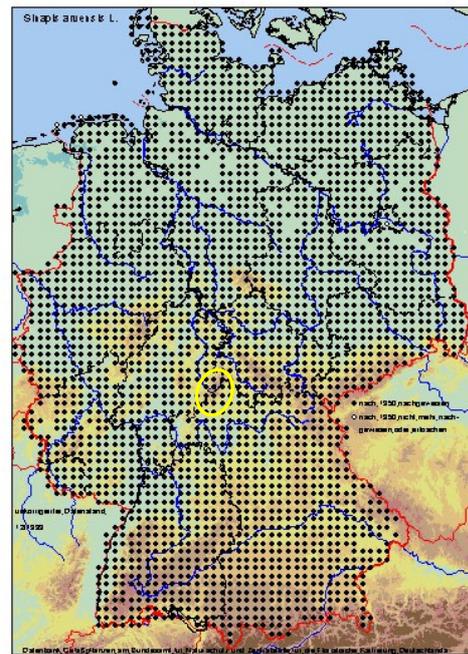
Wahrscheinlichkeit für vertikalen Genfluss zwischen Kulturarten und in Deutschland wild vorkommenden Arten, unabhängig von gentechnischer Veränderung

Quelle: Eigene Darstellung nach MARQUARD & DURKA 2005, S. 53

Kulturart	Wildarten
sehr hoch / hoch	
Wiesen-Schwingel (<i>Festuca pratensis</i>)	Wilde Schwingel-Arten: Wiesen-Schwingel (<i>F. pratensis</i> , Wildformen), Riesen-Schwingel (<i>F. gigantea</i>), Verschiedenblättriger Schwingel (<i>F. heterophylla</i>), Rohr-Schwingel (<i>F. arundinacea</i>); Weidelgras-Arten: Ausdauerndes Weidelgras (<i>Lolium perenne</i>), Vielblütiges Weidelgras (<i>L. multiflorum</i>), Lolchschwingel (<i>Festulolium loliaecum</i> = Intergenerischer Hybrid <i>F. pratensis</i> x <i>L. perenne</i>)
Weidelgras-Arten (<i>Lolium perenne</i> & <i>L. multiflorum</i>)	Wildes Weidelgras (<i>L. perenne</i> & <i>L. multiflorum</i>), Schwingel-Arten (<i>Festuca</i> spp.)
Straußgras-Arten (<i>Agrostis stolonifera</i> , <i>A. capillaris</i>)	Wilde Straußgras-Arten (<i>A. capillaris</i> , <i>A. stolonifera</i> , <i>A. castellana</i> , <i>A. gigantea</i>)
Bastard-Luzerne (<i>Medicago x varia</i>)	Sichelklee (<i>M. falcata</i>), Bastard-Luzerne (<i>M. x varia</i> und <i>M. x varia x falcata</i>)
Möhre (<i>Daucus carota</i> ssp. <i>sativus</i>)	Wilde Möhre (<i>Daucus carota</i> ssp. <i>carota</i>)
Rotklee (<i>Trifolium pratense</i> -Kultivar)	Wilder Rotklee (<i>Trifolium pratense</i>)
Weiß-Klee (<i>Trifolium repens</i> -Kultivar)	Wilder Weiß-Klee (<i>Trifolium repens</i>)
Zuckerrübe (<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>)	Wilde Rübe (<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>maritima</i> = <i>Beta maritima</i>)
Kohl, Blumenkohl etc. (<i>Brassica oleracea</i>)	Wilder Kohl (<i>Brassica oleraca</i>)
Endivie (<i>Cichorium intybus</i> var. <i>foliosum</i>)	Wegwarte (<i>Cichorium intybus</i>)
Kultur-Apfel (<i>Malus domestica</i>)	Wild-Apfel (<i>Malus sylvestris</i>). Kultur-Apfel (<i>M. domestica</i> , verwildert)
Pflaume (<i>Prunus domestica</i>)	Schlehe (<i>P. spinosa</i>), Pflaume (<i>P. domestica</i> , verwildert)
Pappeln (<i>Populus</i> spp.)	Schwarz-Pappel (<i>P. nigra</i>), Zitter-Pappel (<i>P. tremula</i>)
niedrig	
Grüner Salat (<i>Lactuca sativa</i>)	Kompass-Lattich (<i>Lactuca serriola</i>), Gift-Lattich (<i>L. virosa</i>) (<i>L. serriola</i> + <i>L. virosa</i> sind mögliche Eltern von <i>L. sativa</i>)
Bastard-Luzerne (<i>Medicago x varia</i>)	Hopfenklee (<i>Medicago lupulina</i>), Zwerg-Schnecken-Klee (<i>M. minima</i>), Arabischer Schneckenklee (<i>M. arabica</i>)
Rotklee (<i>Trifolium pratense</i> -Kultivar)	Mittelklee (<i>Trifolium medium</i>) und >20 weitere Klee-Arten
Wiesen-Schwingel (<i>Festuca pratensis</i>)	Flut-Schwaden (<i>Glyceria fluitans</i>), Gefalteter Schwaden (<i>G. notata</i>)
Pflaume (<i>Prunus domestica</i>)	Vogel-Kirsche (<i>Prunus avium</i>), Traubenkirsche (<i>Prunus padus</i>)
Raps (<i>Brassica napus</i> ssp. <i>oleifera</i>)	Rübsen (<i>Brassica rapa</i> = <i>B. campestris</i>), Wilder Kohl (<i>B. oleraca</i>), Schwarzer Senf (<i>B. nigra</i>), Grausenf (<i>Hirschfeldia incana</i>), Weißer Senf (<i>Sinapis alba</i>), Acker-Senf (<i>S. arvensis</i>)
Kohl, Blumenkohl etc. (<i>Brassica oleracea</i>)	Rübsen (<i>Brassica rapa</i> = <i>B. campestris</i>), Schwarzer Senf (<i>B. nigra</i>)
Gerste (<i>Hordeum vulgare</i>)	Gerste-Arten (<i>Hordeum</i> spec.)
Saat-Lein (<i>Linum usitatissimum</i>)	Ausdauernder Lein (<i>L. perenne</i>), Wiesen-Lein (<i>L. catharticum</i>)
Schwarze Johannisbeere (<i>Ribes nigrum</i>)	Ährige Johannisbeere (<i>R. spicatum</i>), Alpen-Johannisbeere (<i>R. alpinum</i>)
Himbeere (<i>Rubus idaeus</i>)	Brombeeren (<i>Rubus fruticosus</i> agg.), Kratz-Beere (<i>Rubus caesius</i>)

minimal	
Weiß-Klee (<i>Trifolium repens</i>)	andere Klee-Arten (<i>Trifolium spec.</i>)
Kartoffel (<i>Solanum tuberosum</i>) und Tomate (<i>S. lycopersicum</i>)	Schwarzer Nachtschatten (<i>S. nigrum</i>), Bittersüßer Nachtschatten (<i>S. dulcamara</i>)
Kohl, Blumenkohl etc. (<i>Brassica oleracea</i>)	andere Kreuzblütler (<i>Eruca spec.</i> , <i>Erucastrum spec.</i> , <i>Diplotaxis spec.</i>)
Weizen (<i>Triticum aestivum</i>)	Gerste-Arten (<i>Hordeum spec.</i>), Quecken-Arten (<i>Elytrigia spec.</i>)
Gerste (<i>Hordeum vulgare</i>)	Quecken-Arten (<i>Elytrigia spec.</i>)
Roggen (<i>Secale cereale</i>)	Gerste-Arten (<i>Hordeum spec.</i>)
Saubohne (<i>Vicia faba</i>)	Wicken-Arten (<i>Vicia spp.</i>)
Erdbeere (<i>Fragaria x ananassa</i>)	Wilde Erdbeeren (<i>Fragaria vesca</i> , <i>F. viridis</i> , <i>F. moschata</i>)
Mais (<i>Zea mays</i>), Garten-Bohne (<i>Phaseolus vulgaris</i> & <i>Phaseolus coccineus</i>), Erbse (<i>Pisum sativum</i>), Gurke (<i>Cucumis sativus</i>), Sonnenblume (<i>Helianthus annuus</i>)	keine nahen Verwandten

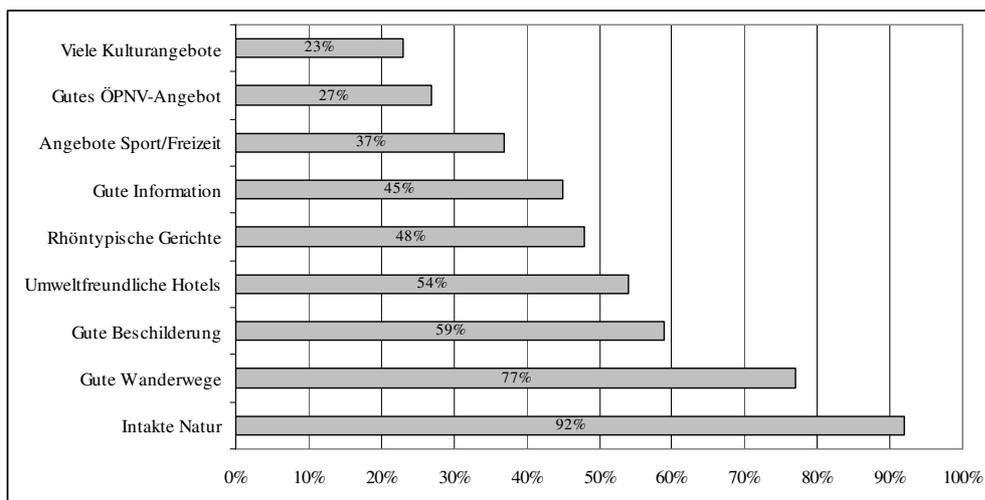
Zur Differenzierung der Arten werden in dieser Tabelle auch die lateinischen Artbezeichnungen angegeben.

Schwarzer Senf (*Brassica nigra*)Gemüse-Kohl (*Brassica oleracea*)Stoppelrübe (*Brassica rapa*)Acker-Senf (*Sinapsis arvensis*)

Anhang – Abbildung 15: Verbreitungskarten

Von oben links nach unten rechts: Gemüse-Kohl, Schwarzer Senf, Stoppelrübe und Acker-Senf; im Bereich der gelben Markierung befindet sich das Biosphärenreservat Rhön

Quelle: BFN 2006c



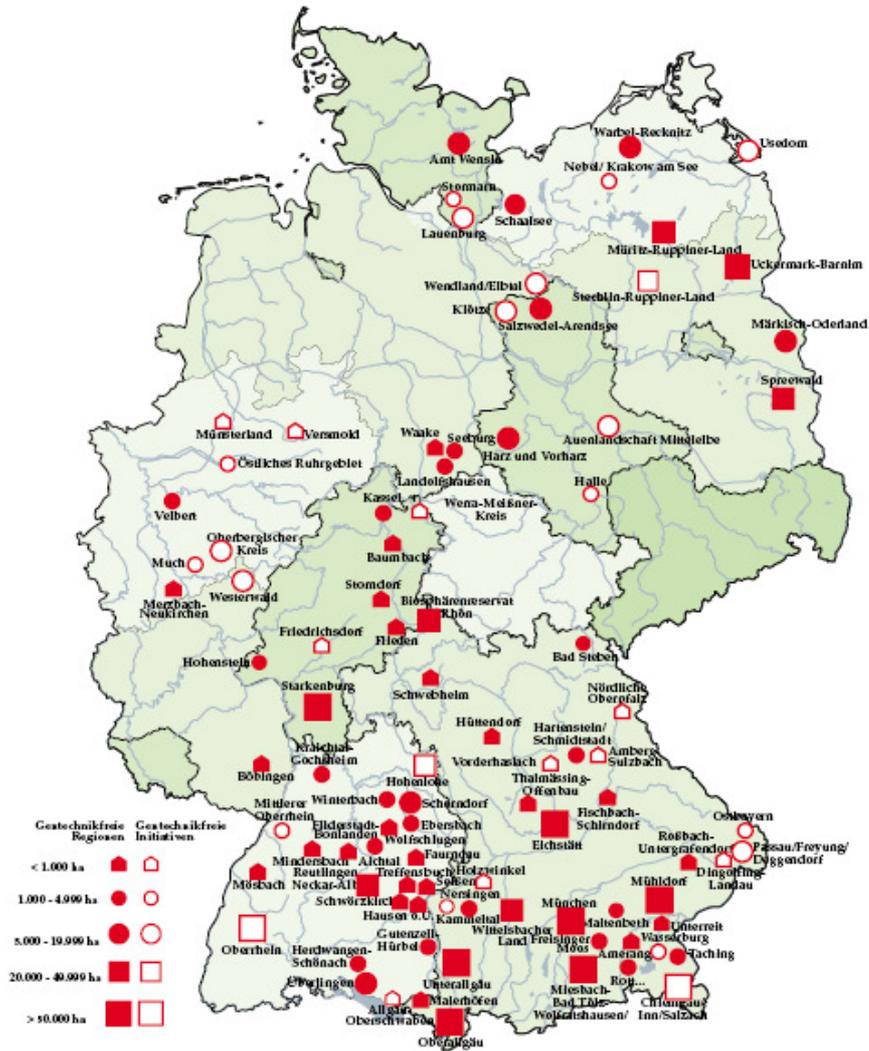
Anhang – Abbildung 16: Erwartungen an die Urlaubsregion Rhön

Quelle: Eigene Darstellung nach ENGELS & JOB-HOBEN 2004, S. 114

Anhang – Tabelle 14: Bestimmungen für GFR, GFR-Initiativen und Gf-Höfe

Quelle: Eigene Darstellung nach MOLDENHAUER & WEBER 2006

Gentechnikfreie Region (GFR)	<p>Teilregionen (innerhalb einer Gemeinde oder Gemarkung) und großflächige Gebiete (mehrere Gemeinden, ein Landkreis oder Natur-, Kultur- oder Wirtschaftsraum) mit zusammenhängender Wirtschaftsfläche</p> <p>mind. 2/3 der Fläche gentechnikfrei bewirtschaftet</p> <p>kein gv-Saatgut und kein gv-Futtermittel</p> <p>Selbstverpflichtungserklärung = Transparenz</p> <p>Dokumentation von Beschlüssen = Transparenz</p> <p>Laufzeit der Verpflichtung ist 1 Jahr</p>
Initiative zu GFR (GFR-Initiative)	<p>muss die Kriterien von GFR erfüllen, hat jedoch keine zusammenhängende Wirtschaftsfläche bzw. keinen Flächendeckungsgrad von 2/3</p>
Gentechnikfreier Hof (Gf-Hof)	<p>Einzelerklärung</p> <p>Betrieb bzw. Hof, der sich zu gentechnikfreier Flächennutzung verpflichtet</p> <p>kein gv-Saatgut und kein gv-Futtermittel</p> <p>Selbstverpflichtungserklärung = Transparenz</p> <p>Dokumentation von Beschlüssen = Transparenz</p> <p>Dokumentation von Veränderungen der Pachtverträge = Transparenz</p> <p>Laufzeit der Verpflichtung 1 Jahr</p>



Anhang – Abbildung 17: Gentechnikfreie Regionen in Deutschland

Stand: 01.05.2006

Quelle: MOLDENHAUER & WEBER 2006b

Anhang – Tabelle 15: Gentechnikfreie Betriebe im Biosphärenreservat Rhön

Quelle: Eigene Darstellung nach einer Mitteilung der hessischen Verwaltungsstelle des Biosphärenreservats Rhön 2005

	Anzahl der Betriebe ges.	Ges. LF der Betriebe	LF Unterzeichnerfläche (ha)	Unterzeichnerfläche (%)
Landkreis				
Rhön-Grabfeld	1.646	48.655	17.824	36,6
Fulda	2.616	62.565	22.609	36,1
Wartburgkreis	501	53.430	9.233	17,3
Schmalkalden-Meiningen	335	40.730	13.311	32,7
Gesamt	5.098	205.380	62.977	30,7
Gemeinden im Biosphärenreservat Rhön				
Rhön-Grabfeld	656	13.153	4.375	33,3
Fulda	1.680	38.639	15.471	40,0
Wartburgkreis	235	18.515	9.233	49,9
Schmalkalden-Meiningen	121	18.708	9.216	49,3
Gesamt	2.692	89.015	38.295	43,0

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese Arbeit einschließlich der eingefügten Abbildungen, Tabellen und Karten, soweit nicht anders gekennzeichnet, selbst angefertigt und keine andern als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle Textstellen, die im Wortlaut oder dem Sinn nach aus anderen Werken entstammen, sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Münster, den 26. Juni 2006

Anika Sauer