

Tobias Bartholomäus Hirzinger

**Auswirkungen  
der EU-Gentechnikgesetzgebung  
auf die Lebensmittelindustrie  
in Deutschland –  
eine ökonomische Analyse**







Tobias Bartholomäus Hirzinger

**Auswirkungen der EU-Gentechnikgesetzgebung  
auf die Lebensmittelindustrie  
in Deutschland – eine ökonomische Analyse**



Herbert Utz Verlag · München

## **Wirtschafts- und Sozialwissenschaften**

Band 48

Zugl.: Diss., München, Techn. Univ., 2008

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH · 2008

ISBN 978-3-8316-0802-7

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München  
089-277791-00 · [www.utzverlag.de](http://www.utzverlag.de)

## **Danksagung**

Die Anfertigung dieser Arbeit und ihre Veröffentlichung wurden durch eine Vielzahl von Personen unterstützt, denen ich an dieser Stelle ganz herzlich danken möchte.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. Menrad für die Überlassung des Themas, die wertvollen fachlichen Ratschläge und die intensive Betreuung der vorliegenden Arbeit.

Bei Herrn Prof. Dr. G. Karg bedanke ich mich herzlich für die fachlichen Anregungen und die freundliche Übernahme des Koreferates.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Dr. J. Wesseler, der mir einen Forschungsaufenthalt in Wageningen ermöglichte, bei dem ich mich in die Investitions- und Entscheidungstheorie einarbeiten konnte.

Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Prof. Dr. A. H. Meyer und Herrn T. Mettke von der Rechtsanwaltskanzlei Meyer-Meisterernst und bei Frau Dr. S. Pfaff vom EHI, die mich bei der Einarbeitung in die rechtlichen Rahmenbedingungen der Gentechnikgesetzgebung unterstützt haben, sowie bei Herrn J. Bez für die kollegiale Zusammenarbeit.

Ein ganz großes Dankeschön gilt den Mitarbeitern des Wissenschaftszentrums in Straubing, für die schöne gemeinsame Zeit an diesem neuen Wissenschaftsstandort. In diesem Zusammenhang gilt mein besonderer Dank Frau D. Rönsch, deren ständige Hilfsbereitschaft auch zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Meine akademische Laufbahn wurde von Herrn Karl Murr gefördert und unterstützt, dafür bedanke ich mich ganz besonders.

Ganz herzlich bedanke ich mich auch bei Frau S. Beeck, für ihre tatkräftige Unterstützung.

Der größte Dank gilt meiner Familie und Steffi, die mich liebevoll unterstützt und mir immer Rückhalt gegeben haben.



## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Abbildungsverzeichnis:</b> .....	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis:</b> .....	<b>VIII</b>
<b>Formelverzeichnis:</b> .....	<b>X</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis:</b> .....	<b>XI</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Rahmenbedingungen für die Nutzung von GVO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Struktur der Lebensmittelindustrie .....	5
2.2 Gentechnik in der Lebensmittelindustrie .....	6
2.2.1 Technologie.....	6
2.2.2 Pflanzen .....	10
2.2.3 Tiere .....	14
2.2.4 Zutaten und Zusatzstoffe .....	17
2.2.5 Technische Hilfsstoffe .....	18
2.3 Gesetzliche Regulierung der Gentechnik .....	19
2.3.1 Cartagena Protocol on Biosafety .....	20
2.3.2 Freisetzungs-Richtlinie (2001/18/EG) .....	20
2.3.3 Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 über genetisch veränderte Lebensmittel und Futtermittel.....	20
2.3.3.1 Begriffsdefinition GVO.....	21
2.3.3.2 Zulassung.....	21
2.3.4 Kennzeichnung .....	22
2.3.4.1 Kennzeichnungspflichtige GVO .....	22
2.3.4.2 Nicht kennzeichnungspflichtige GVO.....	22
2.3.4.3 Schwellenwerte für die Kennzeichnungspflicht.....	24
2.3.4.4 Art und Weise der Kennzeichnung.....	24
2.3.4.5 Sorgfaltspflichten.....	24

2.3.5	Verordnung (EG) Nr. 1830/2003 über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von GVO und über die Rückverfolgbarkeit von aus GVO hergestellten Lebens- und Futtermitteln.....	25
2.3.5.1	Informationspflicht der Akteure .....	25
2.3.5.2	Speicherung der Daten .....	25
2.3.5.3	Sanktionen bei Verstößen.....	25
2.3.6	Neuartige Lebensmittel- und Lebensmittelzutaten-Verordnung (NLV).....	26
2.3.7	Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz – GenTG) .....	26
2.4	Nachweismethoden für gentechnisch veränderte Organismen .....	27
2.4.1	Nachweis eingeführter Proteine (Schnelltests) .....	28
2.4.2	Nachweis der neu eingeführten DNA (PCR-Methode) .....	29
2.5	Gewährleistung, Haftung und Versicherungsschutz bei GVO-Verunreinigung.....	30
2.5.1	Gewährleistung .....	30
2.5.2	Haftung.....	31
2.5.3	Versicherungsschutz.....	31
2.6	Akzeptanz der Gentechnik.....	32
2.6.1	Einflussgrößen auf die Akzeptanz.....	33
2.6.2	Akzeptanz der Gentechnik bei Lebensmitteln.....	35
2.6.3	Kaufbereitschaft für gv-Lebensmittel.....	37
<b>3</b>	<b>Stand der Umsetzung der Gentechnikgesetzgebung .....</b>	<b>41</b>
3.1	Methodik.....	41
3.1.1	Erhebung der Daten.....	41
3.1.2	Auswertung der Daten .....	45
3.2	Ergebnisse .....	46
3.2.1	Struktur der Stichprobe .....	46
3.2.2	Umsetzung der Gentechnikgesetzgebung.....	49
3.3	Fazit.....	66

<b>4 Strategien zur Umsetzung der Gentechnikgesetzgebung .....</b>	<b>69</b>
4.1 Stand der Literatur .....	69
4.2 Methodik.....	72
4.3 Vermeidung der GVO-Kennzeichnungspflicht .....	75
4.3.1 Zucker .....	76
4.3.1.1 Rahmenbedingungen .....	76
4.3.1.2 GVO-Verunreinigungspotential .....	78
4.3.1.3 Maßnahmen bei GVO-Vermeidung.....	87
4.3.1.4 Kosten bei GVO-Vermeidung.....	92
4.3.2 Weizenstärke .....	97
4.3.2.1 Rahmenbedingungen .....	97
4.3.2.2 GVO-Verunreinigungspotential .....	100
4.3.2.3 Maßnahmen bei GVO-Vermeidung.....	112
4.3.2.4 Kosten bei GVO-Vermeidung.....	115
4.3.3 Raps- und Sojaöl.....	120
4.3.3.1 Rahmenbedingungen .....	120
4.3.3.2 GVO-Verunreinigungspotential .....	123
4.3.3.3 Maßnahmen bei GVO-Vermeidung.....	136
4.3.3.4 Kosten bei GVO-Vermeidung.....	142
4.3.4 Fazit.....	149
4.4 GVO-Verwendung und Kennzeichnung.....	156
4.4.1 Gesetzlich geforderte Maßnahmen.....	156
4.4.2 Kosten der gesetzlich geforderten Maßnahmen .....	158
4.4.3 Fazit.....	161
4.5 Koexistente Produktion von gv- und GVO-freien Produkten.....	161
4.5.1 Örtliche Trennung .....	162
4.5.2 Räumliche Trennung.....	165
4.5.3 Zeitliche Trennung .....	167
4.5.4 Fazit.....	170

<b>5 Markteintritt mit gv-Lebensmitteln - eine Entscheidung unter Ungewissheit.....</b>	<b>175</b>
5.1 Stand der Literatur .....	176
5.2 Methodik.....	177
5.2.1 Auswahl der Bewertungsmethode .....	178
5.2.2 Beschreibung der Bewertungsmethode .....	182
5.3 Berechnung und Ergebnis.....	186
5.3.1 Einmalige Entscheidung.....	187
5.3.1.1 Erstellung der Formel .....	188
5.3.1.2 Ergebnis .....	190
5.3.2 Mehrstufige Entscheidung.....	199
5.3.2.1 Erstellung der Formel .....	199
5.3.2.2 Ergebnis .....	203
5.3.3 Fazit.....	206
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>212</b>
<b>Glossar .....</b>	<b>216</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>221</b>
<b>Anhangsverzeichnis .....</b>	<b>231</b>

## Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1:	Gentechnik in der Lebensmittelindustrie -----	2
Abb. 2:	Entwicklung der weltweiten Gesamtanbaufläche von gv-Pflanzen	11
Abb. 3:	Anteil der Länder an der weltweiten Gesamtanbaufläche für gv-Pflanzen (2005)-----	12
Abb. 4:	Anteil der gv-Pflanzen an der weltweiten Gesamtproduktion ausgewählter Kulturen (2005)-----	13
Abb. 5:	Akzeptanzentwicklung der Gentechnik in ausgewählten Ländern der EU (1996 bis 2002) -----	36
Abb. 6:	Kaufabsicht der EU-Bürger für gv-Lebensmittel in Abhängigkeit von der Schulbildung (2004) -----	39
Abb. 7:	Jahresumsatz der befragten Betriebe in Abhängigkeit von der Branche -----	47
Abb. 8:	Mitarbeiterzahl der befragten Betriebe in Abhängigkeit von der Branche -----	48
Abb. 9:	Organisation des Qualitätsmanagements der befragten Betriebe in Abhängigkeit von der Branche -----	49
Abb. 10:	Anteil der befragten Betriebe die Fortbildungskurse für Mitarbeiter zur Umsetzung der Gentechnikgesetzgebung durchführten -----	50
Abb. 11:	Strategie zur Umsetzung der Gentechnikgesetzgebung der befragten Betriebe in Abhängigkeit von der Branche -----	52
Abb. 12:	Bewertung der Vorteile oder Nachteile von GVO von den befragten Betrieben in Abhängigkeit von der Branche -----	53
Abb. 13:	Herkunft der Rohstoffbezüge der befragten Betriebe in Abhängigkeit von der Branche -----	55
Abb. 14:	Aufwand der GVO-Vermeidung der befragten Betriebe in Abhängigkeit von der Branche -----	57
Abb. 15:	Unterschiede bei der GVO-Vermeidung zwischen der Lebens- und Futtermittelindustrie bei den befragten Betrieben -----	62
Abb. 16:	Unterschiede der GVO-Vermeidungskosten zwischen der Lebens- und Futtermittelindustrie bei den befragten Betrieben -----	64
Abb. 17:	Zusammenhang zwischen der Bewertung der Vor- und Nachteile von GVO und den anfallenden GVO-Vermeidungskosten bei den befragten Betrieben -----	65

Abb. 18:	Zusammenhang zwischen regionaler Herkunft der Rohstoffe und den Maßnahmen zur GVO-Vermeidung bei den befragten Betrieben -----	66
Abb. 19:	Empfängergruppen für Zucker in Deutschland (2004/05)-----	78
Abb. 20:	Hauptrisiken einer GVO-Verunreinigung entlang der Supply Chain von Zucker -----	79
Abb. 21:	Datenfluss bei der Bestellung und Auslieferung von Zuckerrübensaatgut-----	90
Abb. 22:	Regionale Verteilung des Zuckerrübenanbaus und der Zuckerfabriken in Deutschland-----	91
Abb. 23:	Hauptrisiken einer GVO-Verunreinigung entlang der Supply Chain von Weizenstärke -----	101
Abb. 24:	Sensitivität der GVO-Vermeidungskosten eines Weizenstärkeherstellers bei GVO-freier Weizenstärkeproduktion -----	119
Abb. 25:	Standorte der großen Ölmühlen in Deutschland (2006)-----	121
Abb. 26:	Hauptrisiken einer GVO-Verunreinigung entlang der Supply Chain von Raps- und Sojaöl-----	124
Abb. 27:	Konzept der GVO-Vermeidung in der Herstellung von GVO-freiem Sojaöl-----	138
Abb. 28:	GVO-Vermeidung in der Herstellung von Geflügelfutter -----	140
Abb. 29:	Sensitivität der GVO-Vermeidungskosten einer Ölmühle bei GVO-freier Rapssaatverarbeitung -----	148
Abb. 30:	Risikobewertung der einzelnen Akteure hinsichtlich einer GVO-Verunreinigung entlang der Supply Chain von Lebensmitteln ----	152
Abb. 31:	Möglichkeiten der koexistenten Produktion von gv-Lebensmitteln und GVO-freien Lebensmitteln-----	162
Abb. 32:	Mögliche Strategien der koexistenten Produktion von gv- und GVO-freien Lebensmitteln -----	171
Abb. 33:	Modell des Entscheidungsbaums für die Entscheidung des Markteintritts mit gv-Lebensmitteln-----	183
Abb. 34:	Entscheidungsbaum für die einmalige Entscheidung des Markteintritts mit gv-Sojaöl unter Ungewissheit -----	188
Abb. 35:	Kapitalwerte der einmaligen Entscheidung des Markteintritts mit gv-Sojaöl-----	192

Abb. 36:	Kapitalwerte der einmaligen Entscheidung des Markteintritts mit gv-Sojaöl bei einer Erhöhung des Diskontierungssatzes von 0,1 auf 0,2 -----	193
Abb. 37:	Kapitalwerte der einmaligen Entscheidung des Markteintritts mit gv-Sojaöl bei einer Verlängerung des Umsatzverlustes bei A-Nein von 2 auf 5 Perioden -----	195
Abb. 38:	Kapitalwerte der einmaligen Entscheidung des Markteintritts mit gv-Sojaöl bei einer Reduzierung des möglichen Cash Flows $\Delta c(\text{Ja})_t$ von 10% auf 1% des Umsatzes -----	198
Abb. 39:	Entscheidungsbaum der mehrstufigen Entscheidung des Markteintritts mit gv-Sojaöl -----	201
Abb. 40:	Optimaler Zeitpunkt des Markteintritts mit gv-Sojaöl bei zunehmender Eintrittswahrscheinlichkeit von A-Ja -----	204
Abb. 41:	Optimaler Zeitpunkt des Markteintritts mit gv-Sojaöl bei abnehmendem Umsatzverlust bei A-Nein -----	206

## Tabellenverzeichnis:

Tab. 2:	Zusatzstoffe aus GVO in der Lebensmittelindustrie -----	18
Tab. 3:	Technische Hilfsstoffe (Enzyme) die aus oder mit GVO hergestellt werden können-----	19
Tab. 4:	Vergleich der GVO-Analysemethoden zur Entdeckung von GVO-Verunreinigungen-----	28
Tab. 5:	Kaufbereitschaft von gv-Lebensmitteln in ausgewählten Mitgliedsländern der EU (2004)-----	38
Tab. 6:	Angeschriebene Betriebe und Rücklauf der Umfrage-----	44
Tab. 7:	Grundlegende Verfahren bei der statistischen Auswertung von Daten -----	45
Tab. 8:	Grenzwerte zur Bewertung standardisierter Residuen bei statistischen Auswertungen-----	46
Tab. 9:	Anteil der gv-Sorten an der Gesamtanbaufläche der Länder in Prozent-----	54
Tab. 10:	Durchschnittliche Häufigkeit und Kosten von GVO-Tests in der Lebensmittelindustrie in Deutschland -----	59
Tab. 11:	Gesamte jährliche GVO-Analysekosten in den Branchen der Lebensmittelindustrie in Deutschland (2005)-----	61
Tab. 12:	Struktur der Zuckerindustrie in Deutschland -----	77
Tab. 13:	Informationsverwaltung bei der Rüben erfassung -----	83
Tab. 14:	Stand der weltweiten Verbreitung von gv-Zuckerrüben (2006)----	85
Tab. 15:	Importe der Zuckerindustrie in Deutschland nach Erzeugungsländern in Tonnen (2003/04) -----	87
Tab. 16:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung von GVO-freiem Zucker (parallele Erzeugung von gv-Rüben und GVO-freien Rüben im Einzugsgebiet) -----	96
Tab. 17:	Kennzahlen der Stärkeindustrie in Deutschland-----	98
Tab. 18:	Kapazitäten und Marktanteile der deutschen Weizenstärkehersteller-----	99
Tab. 19:	Produktion und Verwendung von Stärke in Deutschland -----	100
Tab. 20:	Stand der weltweiten Verbreitung von gv-Weizen (2007)-----	109
Tab. 21:	Importe der Weizenindustrie in Deutschland nach Erzeugungsländern in Tonnen (2003/04) -----	111

Tab. 22:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung GVO-freier Weizenstärke bei parallelem Handel von gv-Weizen und GVO-freiem Weizen im Einzugsgebiet -----	118
Tab. 23:	Stand der weltweiten Verbreitung von gv-Sojabohnen (2007)----	131
Tab. 24:	Stand der weltweiten Verbreitung von gv-Raps (2007)-----	133
Tab. 25:	Importe der Ölindustrie in Deutschland nach Erzeugungsländern in Tonnen (2003/04) -----	135
Tab. 26:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung von GVO-freiem Sojaöl -----	144
Tab. 27:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung von GVO-freiem Rapsöl bei parallelem Handel von gv-Raps und GVO-freiem Raps im Einzugsgebiet -----	147
Tab. 28:	Investitionsbewertungsverfahren im Überblick-----	179
Tab. 29:	Kapitalwertänderungen einer Ölmühle, die beim Markteintritt mit gv-Sojaöl realisiert werden können -----	191

## Formelverzeichnis:

Formel 1:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung von GVO-freiem Zucker in Gentechnik freier Region -----	93
Formel 2:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung von GVO-freiem Zucker bei gleichzeitigem Handel von gv- und GVO-freien Rüben -----	95
Formel 3:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung von GVO-freier Weizenstärke bei gleichzeitigem Handel von gv- und GVO-freiem Weizen-----	117
Formel 4:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung von GVO-freiem Sojaöl bei gleichzeitigem Handel von gv- und GVO-freien Sojabohnen-----	143
Formel 5:	GVO-Vermeidungskosten in der Herstellung von GVO-freiem Rapsöl bei gleichzeitigem Handel von gv-Raps und GVO-freiem Raps-----	145
Formel 6:	Cash Flow Änderung bei Markteintritt und Akzeptanz von gv-Lebensmitteln -----	184
Formel 7:	Berechnung des Faktors, mit dem die Cash Flow Erhöhung aus Einsparung der GVO-Vermeidungskosten berechnet werden kann -----	185
Formel 8:	Cash Flow Änderung bei Markteintritt und fehlender Akzeptanz von gv-Lebensmitteln -----	185
Formel 9:	Entscheidungskriterium der Kapitalwertmethode-----	186
Formel 10:	Berechnung der $\Delta KW_{GVO}$ der einmaligen Entscheidung des Markteintritts mit gv-Sojaöl -----	189
Formel 11:	Berechnung der $\Delta KW_{GVO}$ der mehrstufigen Entscheidung des Markteintritts mit gv-Sojaöl -----	202

## Abkürzungsverzeichnis:

Abb.	Abbildung
AHB	Allgemeine Versicherungsbedingungen für die Haftpflichtversicherung
AOSCA	Association of Official Seed Certifying Agencies
BLL	Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e. V.
BSE	Bovine spongiforme Enzephalopathie
Bt	Bacillus Thuringiensis
bzw.	beziehungsweise
CRL	Community Reference Laboratory
DNA	Deoxyribonucleic Acid
DNS	Desoxyribonukleinsäure
EG	Europäische Gemeinschaft
EHI	Europäisches Handelsinstitut
Elisa	Enzyme linked immunosorbent assay
EU	Europäische Union
FDA	Food and Drug Administration
FUGATO	Funktionelle Genom-Analyse im Tierischen Organismus
GDV	Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft
GenTG	Gentechnikgesetz
GfK	Gesellschaft für Konsum-, Markt- und Absatzforschung
GPS	Global Positioning System
gv	Gentechnisch verändert
GVO	Gentechnisch veränderter Organismus
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Point
IP	Identity Preserved
KW	Kapitalwert
ΔKW	Kapitalwertänderung
LKW	Lastkraftwagen
PCR	Polymerase Chain Reaction
Tab.	Tabelle

Weitere gängige Abkürzungen in der Deutschen Sprache sind nicht aufgeführt.



## 1 Einleitung

Wegen ihrer vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten gilt die Gentechnik als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts (Menrad et al., 2003). Die Gentechnik bietet aber nicht nur Chancen, sondern sie ist auch mit Risiken verbunden (Hucho et al., 2005). Die öffentliche Debatte über die Nutzung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) im Lebensmittelbereich wird in Europa besonders intensiv geführt und bewirkte in Deutschland zumindest eine partielle Ablehnung „gentechnisch veränderter Lebensmittel“ (gv-Lebensmittel)<sup>1</sup>. Durch die restriktive Haltung gegenüber gv-Lebensmitteln in der Europäischen Union (EU) wurde der weltweite Lebensmittelmarkt einer Umstrukturierung unterworfen, die weit über den europäischen Kontext hinausgeht. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass die Verbraucherakzeptanz neben anderen Einflussgrößen eine bestimmende Variable für die Profitabilität und das Entwicklungspotential von gv-Lebensmitteln in Europa ist (Evenson und Santaniello, 2004).

Weltweit sind gv-Lebensmittel bereits Realität und werden insbesondere in den Ländern Süd- und Nordamerikas seit Jahren konsumiert. Beispielsweise betrug 2005 der Anteil von gv-Soja 57%, der von gv-Raps 18% und der von gv-Mais 25% an der weltweiten Gesamtanbaufläche dieser Kulturen (Clive, 2006). Aber nicht nur der Anteil von gv-Pflanzen nimmt weltweit stetig zu. Bei der Herstellung von Lebensmitteln werden Anwendungen der Gentechnik auch im Bereich der Zutaten, Zusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe eingesetzt. Dabei können beispielsweise gv-Enzyme bei der Käseherstellung oder gv-Hefen beim Brauen von Bier verwendet werden.

Die Wahlfreiheit der Verbraucher zwischen gv- und nicht gv-Lebensmitteln wird in der EU und in Deutschland durch die gesetzlich verpflichtende Kennzeichnung von gv-Produkten erreicht. Eine Maßnahme, die durch die Verordnung (EG) Nr. 1829/2003 geregelt ist. Die gesetzliche Kennzeichnungspflicht wird ausgelöst, wenn der GVO-Anteil im Lebens- und Futtermittel über 0,9% liegt. Diese Kennzeichnungsvorschrift ist Teil umfangreicher gesetzlicher Regelungen, die den Umgang mit GVO im Lebensmittelbereich auf internationaler, auf EU- und nationaler Ebene in Deutschland regeln.

---

<sup>1</sup> Mit gv-Lebensmittel werden in dieser Arbeit Lebensmittel bezeichnet, die selbst gentechnisch verändert sind oder gentechnisch veränderte Bestandteile enthalten.

In Deutschland steht die Lebensmittelindustrie damit in einem Spannungsfeld zwischen den Verbrauchern, die weithin GVO ablehnen, der Gentechnikgesetzgebung, die umfangreiche Maßnahmen im Umgang mit GVO fordert, und einer weltweit zunehmenden Verbreitung von GVO auf der Rohstoffseite.

Die ökonomische Bewertung der Auswirkungen der Gentechnikgesetzgebung auf die Lebensmittelindustrie in Deutschland ist das Ziel dieser Arbeit. Es wird analysiert, mit welchen Strategien die Gentechnikgesetzgebung in der Lebensmittelindustrie in Deutschland umgesetzt und dabei der Unternehmensgewinn gesteigert werden kann.

### **Aufbau der Arbeit**

Für die Unternehmen in der Lebensmittelindustrie ist der ökonomische Erfolg einerseits von der Akzeptanz und der Zahlungsbereitschaft der Kunden für ihre Produkte und andererseits von Rohstoffkosten und weiteren Produktionsfaktoren abhängig. Neben diesen Einflussfaktoren sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen ein weiterer wichtiger Bestandteil, den jedes Unternehmen in der Lebensmittelindustrie beachten muss, um seine ökonomischen Ziele zu erreichen. Diese Zusammenhänge gelten auch für Rohstoffe aus GVO, die die Unternehmen in der Lebensmittelindustrie in Deutschland einsetzen und verwenden können, wie dies in Abb. 1 dargestellt ist.



Quelle: Eigene Darstellung, 2007

**Abb. 1: Gentechnik in der Lebensmittelindustrie**

Die in Abb. 1 dargestellten Zusammenhänge der ökonomischen Auswirkungen der Gentechnikgesetzgebung in der Lebensmittelindustrie sind bislang noch in keiner wissenschaftlichen Arbeit umfassend für Deutschland untersucht worden. Daher erfolgt dies in dieser Arbeit anhand folgender Vorgehensweise:

### **Kapitel 1: Einleitung**

In der Einleitung wird kurz erläutert, vor welchem Hintergrund und weshalb diese Arbeit erstellt wurde und welche Vorgehensweise dazu gewählt worden ist.

### **Kapitel 2: Rahmenbedingungen für die Nutzung von GVO**

Das Kapitel 2 beginnt mit einer kurzen Beschreibung der Lebensmittelindustrie in Deutschland. Im Anschluss daran werden die Anwendungsmöglichkeiten der Gentechnik im Lebensmittelbereich erläutert. Es folgen eine Einführung in die geltende Gentechnikgesetzgebung und eine Analyse der Verbraucherakzeptanz in Deutschland gegenüber GVO in Lebensmitteln.

### **Kapitel 3: Aktuelle Umsetzung der Gentechnikgesetzgebung**

Die derzeitige Umsetzung der Gentechnikgesetzgebung und deren ökonomische Auswirkungen auf die Lebensmittelindustrie in Deutschland werden mit einer empirischen Studie, basierend auf einer Befragung von Unternehmen, untersucht.

### **Kapitel 4: Umsetzungsmöglichkeiten der Gentechnikgesetzgebung**

Die Auswertung der Umfrage zeigt, dass die Lebensmittelindustrie bis jetzt ausschließlich die Strategie der GVO-Vermeidung verfolgt. Deshalb werden im Anschluss weitere Umsetzungsmöglichkeiten der Gentechnikgesetzgebung in der Lebensmittelindustrie hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit und den ökonomischen Folgen auf der Basis von standardisierten Experteninterviews untersucht. Befragt werden dazu die Hersteller von Zucker, Weizenstärke, Raps- und Sojaöl.

### **Kapitel 5: Markteintritt mit GVO – eine Entscheidung unter Ungewissheit**

In Kapitel 5 wird gezeigt, dass der Unternehmensgewinn mit gv-Produkten unter gewissen Voraussetzungen gesteigert werden kann. Da aber keine gesicherten statistischen Daten über die Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft der Verbraucher für gv-Produkte vorliegen, stellt

der Markteintritt mit gv-Produkten eine Entscheidung unter Ungewissheit dar. Die ökonomische Bewertung des Markteintritts mit gv-Produkten unter Ungewissheit erfolgt in dieser Arbeit in Kapitel 5 anhand einer Entscheidungsbaum-Analyse.

## 2 Rahmenbedingungen für die Nutzung von GVO

Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen für die Nutzung von GVO in der Lebensmittelindustrie in Deutschland beschrieben.

### 2.1 Struktur der Lebensmittelindustrie

Unter dem Begriff Nahrungswirtschaft („Agribusiness“) wird in Anlehnung an Besch und Thimm die Gesamtheit aller für die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln ablaufenden Wirtschaftsprozesse verstanden (Reichhold, 1994). Lässt man den Bereich des Außenhandels und der Gastronomie zunächst außer Acht, so kann die Nahrungswirtschaft vertikal d. h. der Absatzkette folgend, in drei große Funktionsstufen untergliedert werden (Stecker et al., 1996):

- Den Bereich der Landwirtschaft
- Das Ernährungsgewerbe (produzierendes Ernährungsgewerbe, Ernährungsindustrie, Ernährungshandwerk) und Ernährungshandel (Erfassungsgroßhandel, Lebensmittelgroßhandel, Fachgroßhandel mit Nahrungs- und Genussmitteln, Lebensmitteleinzelhandel)
- Den privaten Verbrauch von Nahrungs- und Genussmitteln als letztes Glied der Verwertungskette.

Die Abgrenzung zwischen Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie ist nach der Definition des Statistischen Bundesamtes durch das Kriterium „Standort der Erzeugung“ möglich. So zählt ein Betrieb dann zur Lebensmittelindustrie, wenn der Standort der Rohstoffherzeugung bzw. –gewinnung nicht mit dem Be- und Verarbeitungsort übereinstimmt (Strecker et al., 1996).

Die wirtschaftliche Tätigkeit der Lebensmittelindustrie ist auf die Be- und Verarbeitung in erster Linie landwirtschaftlicher Erzeugnisse ausgerichtet. Daher wird sie zum verarbeitenden Gewerbe gerechnet und damit vom Ernährungshandel unterschieden, auch wenn die Grenzen zum Groß- und Einzelhandel mit Lebensmitteln teilweise fließend sind (Reichhold, 1994). Im Fokus dieser Arbeit steht die Lebensmittelindustrie, da sich bei der Literaturarbeit gezeigt hat, dass hinsichtlich der ökonomischen Auswirkungen, die die Gentechnikgesetzgebung auf diese hat, noch Forschungsbedarf besteht.

Die deutsche Lebensmittelindustrie umfasste im Jahr 2006 insgesamt 5.900 Betriebe, in denen 519.300 Mitarbeiter beschäftigt waren. Der Jahresumsatz, der 2006 in der Lebensmittelindustrie in Deutschland erwirtschaftet wurde, betrug 138,2 Milliarden Euro.

## 2.2 Gentechnik in der Lebensmittelindustrie

Die Bio- und Gentechnologie sind Anwendungsgebiete, die biologische Systeme zur Stoffumwandlung, Stoffneusynthese und Stoffproduktion einsetzen. Diese Verfahren sind nicht grundsätzlich neu und wurden bereits 5.000 v. Chr. dazu verwendet, Bier herzustellen. Bei der Herstellung von Bier wird durch Enzyme Stärke in Zucker gespalten und später teilweise in Alkohol umgesetzt. Weitere Anwendungsgebiete der Biotechnologie waren die Herstellung von Wein, Essig, Sauerteig sowie länger haltbarer Milch. In der Biotechnologie verwendet man unterschiedliche Methoden, beispielsweise mikrobiologische und biochemische. Seit der Strukturaufklärung der Erbsubstanz im Jahr 1953 werden in diesem Zusammenhang auch gentechnologische Methoden entwickelt (Steinhoff, 2005). Oft wird die Gentechnologie fälschlicherweise mit der Biotechnologie gleichgesetzt. Die Gentechnologie stellt aber als Gesamtheit aller Methoden und Verfahren zur Isolierung, Erforschung, Veränderung und Übertragung von Erbmaterial lediglich ein Teilgebiet der modernen Biotechnologie dar (Jungbluth, 2000). Sie lässt erstmals eine gezielte und kontrollierte Veränderung von Genen in Menschen, Tieren, Pflanzen, Bakterien, etc. zu. Gentechnologische Verfahren werden sowohl zur Erforschung der Erbsubstanz selbst als auch zu ihrer gezielten Veränderung eingesetzt (Steinhoff, 2005).

### 2.2.1 Technologie

Als Verfahren der Biotechnologie wird die Gentechnologie heute im Bereich der Ernährung mit verschiedenen Zielrichtungen in der Landwirtschaft, der Futtermittel- und in der Lebensmittelindustrie eingesetzt (Genius, 2003). Die geschichtliche Entwicklung der Gentechnologie ist im Folgenden abgebildet:

- **1944** Ein Team um den Amerikaner Oswald Avery veröffentlicht Aufsehen erregende Forschungsergebnisse. Sie zeigen, dass genetische Information nicht in Eiweißen gespeichert ist, sondern in Desoxyribonukleinsäure, kurz DNS (oder englisch: DNA).
- **1953** Der Amerikaner James Watson und der Brite Francis Crick beschreiben die Struktur der DNA: die berühmte Doppelhelix. Dabei sind zwei DNA-Fäden miteinander verschraubt und bilden eine Art verdrehte Strickleiter.
- **1973** Den kalifornischen Forschern Stanley Cohen und Herbert Boyer gelingt es, artfremdes Erbmaterial auf einen anderen Organismus zu übertragen: Sie schleusen Gene aus Mikroorganismen, später auch aus Fröschen und Säugetieren, in Darmbakterien ein – die Geburtsstunde der Gentechnik.

- **1975** Bei der so genannten Asilomar-Konferenz im US-Staat Kalifornien diskutieren führende Wissenschaftler über mögliche Risiken der Gentechnologie.
- **1980** Mit Hilfe eines Bakteriums (*Agrobacterium tumefaciens*) schleust Jozef Schell, Direktor des Max-Planck-Instituts für Züchtungsforschung in Köln, DNA in Pflanzenzellen ein. Dieses Verfahren wird zur Grundlage der gentechnischen Pflanzenzüchtung.
- **In den 80 er Jahren** werden erste Versuche mit gv-Pflanzen gemacht. Allmählich beginnt sich eine breite Öffentlichkeit mit der Technologie kritisch auseinander zu setzen.
- **1994** Das erste Gentech-Gemüse, die „Flavr-Savr“-Tomate (zu Deutsch: Geschmacksretter), kommt in den USA in die Supermärkte, wird aber später wieder vom Markt genommen. In Deutschland wurde sie als „Anti-Matsch-Tomate“ bekannt, weil sie nach dem Pflücken länger fest bleibt. Auch in reifem Zustand übersteht sie Transporte und muss daher nicht grün gepflückt werden.
- **März 1996** Die beginnende BSE-Krise beschädigt in manchen europäischen Ländern das Vertrauen der Öffentlichkeit in die Lebensmittelindustrie.
- **1996** Die EU erlaubt den Import von gv-Sojabohnen aus den USA zur Weiterverarbeitung in der Lebens- und Futtermittelindustrie. Damit gelangen auch in Europa erstmals Inhaltsstoffe aus gv-Pflanzen in die Nahrungsmittelkette. Die Umweltschutzorganisation Greenpeace startet eine europaweite Anti-Gentech-Kampagne.
- **Februar 1997** Die Geburt des Klonschafs Dolly sorgt weltweit für Aufsehen. Eine intensive Debatte über Gentechnik und Ethik setzt ein.
- **1997** Die EU erlässt die „Novel Food“-Verordnung. Danach müssen „neuartige“ Lebensmittel, darunter auch solche aus gv-Organismen, ein strenges Zulassungsverfahren durchlaufen und entsprechend gekennzeichnet werden.
- **Herbst 1998** Die Firma Nestlé bringt den Schokoriegel „Butterfinger“ auf den Markt. Er enthält Cornflakes, die aus gv-Mais hergestellt wurden. Greenpeace protestiert.
- **Ende 1998** In Indien werden Felder mit gv-Baumwolle von Gentechnik-Gegner verbrannt.
- **Frühjahr 1999** Europäische Supermarktketten erklären aus Angst vor Imageverlusten, bei Eigenmarken auf Gentech-Zutaten zu verzichten.

- **Juni 1999** Verschiedene EU-Länder sprechen sich gegen die Zulassung neuer Gentech-Pflanzen zu kommerziellen Zwecken aus.
- **Juni 1999** Nestlé nimmt den Butterfinger wieder vom Markt.
- **1999/2000** Zahlreiche Forschungsprojekte, bei denen das Erbgut von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen entschlüsselt wird, laufen auf Hochtouren oder sind geplant. Auch das Genom des Menschen wird entschlüsselt.
- **2000** Wissenschaftler berichten in der Fachzeitschrift „Science“, dass sich Reis durch einen gentechnischen Eingriff mit Provitamin A anreichern lässt. Das als „Golden Rice“ bekannte Getreide könnte die in Entwicklungsländern oft durch Vitamin-A-Mangel verursachten Erblindungen vermeiden helfen.
- **2001** Der EU-weiten „Eurobarometer“-Umfrage zufolge ist die Mehrheit der Bevölkerung skeptisch gegenüber gv-Lebensmitteln eingestellt. Weltweit werden inzwischen Gentech-Pflanzen auf mehr als 50 Millionen Hektar Fläche angebaut.
- **2002** Gentechnisch gegen einen Fraßschädling geschützte Baumwolle wird inzwischen von vielen Bauern in China angepflanzt. Nach einem Bericht der Fachzeitschrift „Science“ senkt der Einsatz der Gentech-Baumwolle den Verbrauch an gesundheitsschädlichen Pestiziden und verringert gleichzeitig die Produktionskosten.
- **2002** Das Genom von zwei Unterarten der Reispflanze ist entschlüsselt. Damit könnte Reis – die wichtigste Nahrungspflanze der Welt – durch gentechnische Eingriffe ertragreicher gemacht und damit der Hunger in Entwicklungsländern gelindert werden (Klein, 2003).

Im Folgenden wird kurz die technologische Vorgehensweise der Gentechnik erläutert. Im Fokus der Gentechnologie steht die Erbsubstanz DNA (Desoxyribonucleinsäure). Die DNA kann mit chemischen Verfahren auf einfache Weise aus Zellen isoliert und von anderen Stoffen abgetrennt werden. Um einen gewünschten Abschnitt der DNA zu erhalten und weiter untersuchen zu können, sind zwei Schritte nötig: Beim ersten Schritt wird die gewonnene DNA mit Restriktionsenzymen behandelt. Restriktionsenzyme sind Proteine aus Bakterien, die wie „molekulare Scheren“ DNA in definierte Fragmente zerschneiden. Im zweiten Schritt wird mit der Polymerase Kettenreaktion (PCR) eine hohe Kopienzahl erzeugt. Hierbei erfolgt die Vervielfältigung durch ein Eiweiß, das in hitzeliebenden Bakterien die Funktion der DNA-Verdopplung erfüllt. Durch die beiden Verfahren erhaltene Fragmente werden dann mittels Gel-Elektrophorese der Größe nach aufgetrennt. Dabei lässt man die Fragmente in einem elektronischen Feld durch ein