

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>v</b>
<b>1. Einleitung und Problemstellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Zielsetzung der Studie.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Konzeption und Vorgehensweise .....</b>	<b>5</b>
3.1    Konzeption der Studie .....	5
3.2    Vorgehensweise .....	6
<b>4. Tierzucht und landwirtschaftliche Nutztierhaltung .....</b>	<b>11</b>
4.1    Übersicht über Anwendung der Gentechnik .....	11
4.2    Gendiagnostik und Genanalytik (Genomics) .....	12
4.2.1    Zielsetzung gendiagnostischer und genanalytischer Verfahren in der Tierzucht .....	12
4.2.2    Methodischer Ansatz der Gendiagnostik .....	13
4.2.3    Weitere Anwendungsbeispiele der Gendiagnostik und Genanalytik .....	15
4.2.4    Vorteile und Folgen gendiagnostischer und genanalytischer Verfahren in der Tierzucht und Tierproduktion.....	18
4.3    Transgene Tiere.....	19
4.3.1    Zielsetzung der Herstellung transgener Tiere .....	19
4.3.2    Methoden und Erfolgsraten des Gentransfers .....	20
4.3.3    Anwendungsbereiche für den Einsatz transgener Tiere in der Landwirtschaft.....	25
4.3.3.1    Wachstum.....	25
4.3.3.2    Krankheitsresistente Tiere.....	27
4.3.3.3    Milchqualität .....	28
4.3.3.4    Wollproduktion .....	30

4.3.4	Folgen der gentechnischen Veränderung von Tieren.....	31
4.3.5	Gentechnisch veränderte Insekten.....	32
4.3.6	Gentechnisch veränderte Fische.....	32
4.4	Gene Pharming.....	33
4.4.1	Definition und Zielsetzung des Gene Pharming .....	33
4.4.2	Anwendungsbereiche für das Gene Pharming .....	34
4.4.3	Vor- und Nachteile des Gene Pharming im Vergleich mit Alternativen.....	38
4.4.4	Problembereiche des Gene Pharming .....	43
4.4.4.1	Herstellung einer Herde von transgenen Tieren für die Produktion.....	43
4.4.4.2	Pharmawirkstoffe aus der Milch transgener Tiere – Anforderungen an Produkt und Prozess.....	45
4.4.4.3	Ökonomische Notwendigkeit zur Verkürzung des FuE-Prozesses und Zulassungsprozesses.....	46
4.5	Exkurs: Klonierung von Tieren.....	51
4.5.1	Definition Klonierung.....	51
4.5.2	Prinzip der Klonierung.....	52
4.6	Tierernährung und Tiergesundheit.....	55
4.7	Sonstige Anwendungen.....	58
4.8	Stand und Perspektiven.....	58
<b>5.</b>	<b>Pflanzenzucht.....</b>	<b>61</b>
5.1	Übersicht über Anwendung der Gentechnik.....	61
5.2	Methoden und Techniken.....	63
5.2.1	Genomsequenzierung.....	63
5.2.2	Markergestützte Züchtung.....	66
5.2.3	Gentransfer.....	68
5.2.4	Promotoren, Markergene.....	71
5.3	Gentechnik bei landwirtschaftlichen Nutzpflanzen .....	75
5.3.1	Bearbeitete Pflanzenarten.....	76

	<b>Seite</b>
5.3.2	Ziele der gentechnischen Veränderung ..... 76
5.3.3	Eigenschaften ..... 78
5.3.3.1	Input-Traits ..... 78
5.3.3.2	Output-Traits ..... 88
5.4	Gentechnik bei Dauerkulturen und Zierpflanzen ..... 92
5.4.1	Obstarten ..... 92
5.4.2	Reben ..... 94
5.5	Zierpflanzen ..... 96
5.6	Gentechnik bei Nicht-Nahrungsmittelpflanzen ..... 98
5.6.1	Nachwachsende Rohstoffe ..... 98
5.6.2	Phytoremediation ..... 100
5.6.3	Pharmazeutika/Wirkstoffproduktion ..... 101
5.7	Freisetzungsversuche mit transgenen Pflanzen ..... 106
5.8	Stand und Perspektiven ..... 114
<b>6.</b>	<b>Forstwirtschaft ..... 119</b>
6.1	Übersicht über Anwendungen der Gentechnik ..... 119
6.2	Methoden und Techniken ..... 121
6.2.1	Gentransfer über <i>Agrobacterium tumefaciens</i> ..... 121
6.2.2	Gentransfer über ballistische Verfahren ..... 124
6.2.3	Protoplastentransformation ..... 124
6.2.4	<i>In-vitro</i> -Regenerationssysteme ..... 125
6.3	Gentechnik bei Forstpflanzen ..... 125
6.3.1	Pflanzenarten ..... 125
6.3.2	Ziele der gentechnischen Veränderung ..... 126
6.3.3	Eigenschaften ..... 127
6.3.4	Offene Fragen ..... 130
6.4	Stand und Perspektiven ..... 131

	Seite
<b>7. Landwirtschaft (insbesondere Pflanzenbau)</b> .....	<b>133</b>
7.1 Aktueller Stand der kommerziellen Nutzung transgener landwirtschaftlicher Nutzpflanzen .....	133
7.1.1 Länder.....	133
7.1.2 Pflanzenarten.....	137
7.1.3 Eigenschaften .....	142
7.2 Erfahrungen mit dem Anbau transgener Nutzpflanzen.....	143
7.2.1 Inputfaktoren .....	145
7.2.2 Outputfaktoren .....	147
7.2.3 Erfahrungen mit einzelnen Kulturarten.....	149
7.2.4 Fazit.....	155
7.3 Ökonomische Aspekte.....	155
7.3.1 Markt für Saatgut .....	155
7.3.2 Struktur und Aktivitäten von Agrarbiotechnologieunternehmen in Deutschland.....	158
7.3.3 Handel mit transgenen Pflanzen und Verarbeitungsprodukten .....	162
7.3.3.1 Handel mit Soja und Sojaprodukten.....	162
7.3.3.2 Handel mit Mais und Maisprodukten.....	163
7.3.4 Strukturwirkungen in der Landwirtschaft .....	165
7.4 Stand und Perspektiven .....	166
<b>8. Lebensmittelproduktion</b> .....	<b>169</b>
8.1 Übersicht über die Anwendung der Gentechnik .....	169
8.2 Gendiagnostik und Genanalytik.....	169
8.2.1 Methoden.....	170
8.2.1.1 Molekulare Hybridisierung .....	170
8.2.1.2 Polymerase-Kettenreaktion (PCR).....	171
8.2.2 Qualitätssicherung.....	173
8.2.2.1 Mikrobielle Kontamination .....	173
8.2.2.2 Art-/Herkunftsnachweis .....	175
8.2.3 Nachweis von gentechnisch veränderten Organismen.....	176

	<b>Seite</b>
8.3	Herstellung von Hilfs- und Zusatzstoffen ..... 176
8.3.1	Enzyme ..... 177
8.3.2	Zusatzstoffe ..... 184
8.4	Gentechnisch veränderte Starterkulturen ..... 186
8.5	Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Organismen ..... 189
8.6	Stand und Perspektiven ..... 190
<b>9.</b>	<b>Sicherheitsforschung und Risikobewertung ..... 193</b>
9.1	Potenzielle Risiken durch die Gentechnik ..... 193
9.1.1	Risiken durch transgene Tiere ..... 193
9.1.2	Risiken durch transgene Pflanzen ..... 195
9.1.2.1	Genübertragung zwischen verschiedenen Pflanzenarten und -sorten ..... 196
9.1.2.2	Horizontaler Gentransfer ..... 199
9.1.2.3	Auswilderung transgener Pflanzen und ihrer Hybride ..... 200
9.1.2.4	Auswirkungen auf Tiere im Ökosystem ..... 202
9.1.2.5	Resistenzentwicklungen gegen transgene Pflanzen ..... 204
9.1.2.6	Entstehen neuer Viren ..... 205
9.1.2.7	Nutzungsintensität beim Anbau transgener Pflanzen ..... 206
9.1.3	Risiken durch den Verzehr gentechnisch veränderter Lebensmittel ..... 208
9.1.3.1	Toxizität ..... 208
9.1.3.2	Allergien ..... 210
9.1.3.3	Antibiotikaresistenzen ..... 213
9.1.4	Monitoring nach Inverkehrbringen ..... 216
9.2	Unabsichtliche Kontamination durch gentechnisch verändertes Material ..... 217
9.3	Rückverfolgbarkeit gentechnisch veränderter Organismen ..... 224
9.4	Nachweismethoden für gentechnisch veränderte Organismen ..... 225
9.4.1	Ansatzpunkte für ein Nachweisverfahren ..... 225
9.4.2	Phänotypischer Nachweis ..... 226

	<b>Seite</b>
9.4.3	Nachweis der neu eingeführten Proteine..... 227
9.4.4	Nachweis der neu eingeführten DNA (PCR)..... 228
9.4.5	Fazit..... 231
9.5	Stand und Perspektiven ..... 232
<b>10.</b>	<b>Rechtliche Regelungen..... 237</b>
10.1	Internationale Regelungen..... 237
10.1.1	Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt ..... 237
10.1.2	Cartagena Protocol on Biosafety..... 238
10.1.3	Internationale Regelungen zum Schutz geistigen Eigentums..... 239
10.2	Rechtliche Regelungen in der EU ..... 240
10.2.1	Systemrichtlinie (98/81/EG) ..... 240
10.2.2	Freisetzungsrichtlinie (90/220/EWG) ..... 241
10.2.3	Novellierung der Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG)..... 243
10.2.4	Novel Food-Verordnung (258/97/EG)..... 245
10.2.5	Vorschläge der EU-Kommission für eine Verordnung über genetisch veränderte Lebens- und Futtermittel sowie zur Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von GVO und Produkten aus GVO ..... 248
10.2.6	Biopatentrichtlinie (98/44/EG)..... 252
10.2.7	Weitere Regelungen der EU..... 253
10.3	Nationale Regelungen ..... 254
10.3.1	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG) ..... 254
10.3.2	Gentechnikgesetz (GenTG)..... 255
10.3.3	Neuartige Lebensmittel- und Lebensmittelzutaten- Verordnung (NLV)..... 257
10.3.4	Saatgutverkehrsgesetz ..... 259
10.4	Stand und Perspektiven ..... 259
<b>11.</b>	<b>Zusammenfassung..... 263</b>
<b>12.</b>	<b>Literatur ..... 275</b>