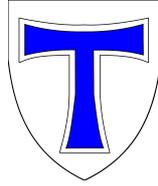


Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II  
Professur für Organischen Landbau  
Fachbereich 09: Agrarwissenschaften, Ökotröphologie und Umweltmanagement  
Justus-Liebig-Universität Giessen



Bachelorarbeit

**Biotechnik versus Biotechnologie: Begriffsbestimmung  
und Einsatzfelder unter besonderer Berücksichtigung des  
ökologischen Landbaus**

Zur Erlangung des akademischen Grades *Bachelor of Science*

vorgelegt von

Sylvia Ewers

September 2012

Erstprüfer: Herr Prof. Dr. G. Leithold

Zweitprüfer: Herr Prof. Dr. H. Hummel

## **Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in dieser oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Marburg, den 23.09.2012

Sylvia Ewers

## **Danksagung**

Ich bedanke mich an dieser Stelle bei all denjenigen, die mich während der Anfertigung dieser Arbeit unterstützt und motiviert haben.

Besonderer Dank gilt:

Herrn Prof. Dr. Leithold für die sehr gute Betreuung und Beratung.

Herrn Prof. Dr. Hummel für seine Beratung, die hervorragende Versorgung mit Literatur sowie die sehr gute Betreuung.

Allen denen, die mich durch ihre Teilnahme an meiner Umfrage unterstützt haben.

Des Weiteren gilt großer Dank Alexandra Riffel, Tamara Adamzik und Helen Hornischer. Sie haben viel Zeit und Arbeit in das Korrekturlesen meiner Arbeit investiert und mich so vor dem einen oder anderen Fehler bewahrt.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinem Mann Benjamin Ewers, er hat mich während des Studiums vor allem emotional unterstützt. Gerade in der Phase des Endspurts wusste er mir in jeder Hinsicht zu helfen. Auch meinen Eltern möchte ich danken, dass sie für mich da sind, egal welche (Um-)Wege ich in meinem Leben gehe.

**DANKE!**

## **Kurzzusammenfassung**

Die Begriffe „Biotechnologie“ und „Biotechnik“ werden im allgemeinen sowie im wissenschaftlichen Sprachgebrauch überwiegend synonym verwendet. Auch die durch die Fachliteratur gegebenen Definitionen lassen keine klare Abgrenzung zu.

Die Biotechnologie versteht sich als interdisziplinäres Forschungsgebiet, das lebende Organismen oder Teile von diesen für die Produktion von Gütern nutzt. Sie weist eine mehrere tausend Jahre alte Geschichte auf, in welcher vor allem die Gentechnik in den letzten Jahrzehnten immens an Bedeutung gewann. Insbesondere der Gentechnik – als Teilbereich der Biotechnologie – steht die Gesellschaft ambivalent gegenüber.

Verschiedene biotechnologische Methoden finden Einsatz in der marinen Forschung, in Medizin, Pharmazie, Landwirtschaft und anderen industriellen Feldern. Das Einsatzfeld der Biotechnologie umfasst sowohl die konventionelle als auch die ökologische Landwirtschaft.

Einen Einblick in das Verständnis und die Akzeptanz der Gesellschaft zur Biotechnologie sollen die Ergebnisse einer durchgeführten Fragebogenaktion geben. Meinungen zu folgenden vier Thesen wurden eingeholt:

1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem Interesse und der Fähigkeit, den Begriff Biotechnologie einzuordnen.
2. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der Akzeptanz der Biotechnologie.
3. Die Akzeptanz biotechnologischer Maßnahmen im ökologischen Landbau wird geschwächt durch die negative Verknüpfung mit dem Begriff Gentechnik.
4. Die Mehrheit der deutschen Gesellschaft verwendet die Begriffe Biotechnologie und Gentechnik synonym.

Als Ergebnis lässt sich keine der Thesen 1 – 4 eindeutig bestätigen; jedoch zeigen die Ergebnisse der Umfrage eine allgemein verbreitete Unwissenheit zur Biotechnologie unter den Befragten auf.

## **Abstract**

In Germany, the terms “biotechnology“ and “biotechnique“ are being used in general and scientific circles largely as synonyms. Also the definitions given in the scientific literature do not clearly differentiate between the 2 terms.

Biotechnology is perceived as an interdisciplinary research field which uses organisms or their parts for the production of goods. Biotechnology has a history of several thousand years. During the last decade, gene techniques gained immensely in importance. Society in Germany perceives gene techniques – as part of biotechnology – with ambivalence. Various biotechnological methods are being used in marine, medical,

pharmaceutical and agricultural research as well as in industrial fields. Biotechnology includes both conventional and organic agriculture.

General perception and acceptance by society of biotechnology is being portrayed by the results of a questionnaire. It tries to obtain answers to the following testable hypotheses:

1. There is a connection between general scientific interest and the specific ability of defining the term biotechnology.
2. There is a connection between the acceptance of gene techniques and the acceptance of biotechnology.
3. The acceptance of biotechnological procedures in ecological agriculture is weakened by the negative connotation with the term gene technique.
4. The majority of German society uses the terms biotechnology and gene technique as synonyms.

None of the above hypotheses could be confirmed precisely. Rather, the results obtained show a general lack of knowledge regarding biotechnology among those being quizzed.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>ii</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>iv</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>v</b>
<b>1 Einleitung &amp; Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>2 Aufbau und methodisches Vorgehen</b>	<b>4</b>
<b>3 Begriffe</b>	<b>7</b>
3.1 Biotechnologie versus Biotechnik . . . . .	7
3.1.1 Etymologie . . . . .	7
3.1.2 Begriffsbestimmungen in der wissenschaftlichen Literatur . . . . .	8
3.1.3 Biotechnologie versus Biotechnik . . . . .	13
3.2 Gentechnik . . . . .	13
3.3 Ökologischer Landbau . . . . .	14
3.4 Zusammenfassung . . . . .	16
<b>4 Die Biotechnologie</b>	<b>17</b>
4.1 Biotechnologische Methoden im historischen Kontext . . . . .	17
4.1.1 Prä-Pasteur-Ära (bis 1865) . . . . .	19
4.1.2 Pasteur-Ära (1865 bis 1940) . . . . .	21
4.1.3 Antibiotika-Ära (1940 bis 1960) . . . . .	24
4.1.4 Post-Antibiotika-Ära (1960 bis 1975) . . . . .	25
4.1.5 Neue Biotechnologie (1975 bis heute) . . . . .	27
4.2 Einsatzfelder der Biotechnologie . . . . .	28
4.2.1 Die “Farben” der Biotechnologie . . . . .	28
4.2.2 Die verschiedenen Einsatzfelder der grünen Biotechnologie . . . . .	31
4.3 Biotechnologie im ökologischen Landbau . . . . .	35
4.3.1 Rechtliche Grundlagen . . . . .	36
4.3.2 Einsatzfelder im Ökologischen Landbau . . . . .	37
4.4 Gesellschaftliche Wahrnehmung . . . . .	38
4.5 Zusammenfassung . . . . .	41
<b>5 Umfrageergebnisse</b>	<b>42</b>
5.1 Häufigkeitsverteilungen . . . . .	42

*Inhaltsverzeichnis*

---

5.2	These 1 . . . . .	46
5.3	These 2 . . . . .	49
5.4	These 3 . . . . .	51
5.5	These 4 . . . . .	53
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>56</b>
6.1	Diskussion der Umfrageergebnisse . . . . .	56
6.2	Generaldiskussion . . . . .	58
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>62</b>
<b>8</b>	<b>Ausblick</b>	<b>65</b>

# Abbildungsverzeichnis

3.1	Betriebskreislauf im ökologischen Landbau. Quelle: Eigene Darstellung nach Neuerburg und Padel (NEUERBURG, PADEL 1992), Bilder: AELF Bayern (AELF 2012), RLV (RLV 2012), H. Hornischer (HORNISCHER 2012) . . . . .	15
4.1	Die Entwicklung der Biotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach BMFT, S. 15 (BMFT 1990) . . . . .	17
4.2	o.l.: Waidmühle auf dem ega-Gelände in Erfurt. Quelle: Heimatverein Hochstedt e.V. (HOCHSTEDT 2012); u.l.: Bild einer typischen Thüringer Waidmühle. Quelle: Gemeinde Mülverstedt (MÜLVERSTEDT 2012); r.: Färberwaid <i>Isatis tinctoria</i> . Quelle: Hirschmugl, Produkte im Einklang mit der Natur (HIRSCHMUGL 2012) . . . . .	20
4.3	o.l.: Bau eines Emscherbrunnen in Bochum, 1910. Quelle: Emschergenossenschaft (EMSCHERGENOSSENSCHAFT 2012); u.l.: Gesamtansicht einer Kläranlage, Emscherbrunnen Bochum-Langendeer. Quelle: Ruhrverband (RUHRVERBAND 2012); r: Plan eines Emscherbrunnen aus dem Jahr 1913. Quelle: Stadtentwässerung Nürnberg (Stadtentwässerung Nürnberg 2012) . . . . .	23
4.4	Die Ergebnisse des Griffith-Experiments. Quelle: Eigene Darstellung nach I. Rahman, Montgomery College Maryland, 2008 (RAHMAN 2012) . . . . .	25
4.5	Codon Sonne. Darstellung der möglichen Basen-Triplets zur Identifizierung der 20 Aminosäuren. Quelle: TFH Wildau, (BIOSYSTEMTECHNIK/-INFORMATIK) . . . . .	26
4.6	Die Interessengebiete in der Biotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach Trevan et. al (TREVAN 1993) . . . . .	29
4.7	Dargestellt ist der prozentuelle Anteil derer, die folgender Ansicht sind: "Die genannten technologischen Entwicklungen werden unsere Art zu Leben positiv beeinflussen." 2005 und 2010 im Vergleich. Befragte: Bewohner der EU-Mitgliedsstaaten. Abkürzungen: SE = Solarenergie, WE = Windenergie, CIT = Computer- und Informationstechnologie, B&G = Biotechnologie und Gentechnik, WF = Weltraumforschung, NT = Nanotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach Eurobarometer 2005 und 2010 (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010, GASKELL 2006) . . . . .	39
5.1	Wie stark verbinden Sie die genannten Bereiche mit Biotechnologie? Aufgeführt sind die vorgegebenen Bereiche und die dazugehörigen relativen Häufigkeiten der Antworten. . . . .	42

5.2	Wie stark verbinden Sie die genannten Bereiche mit Biotechnologie? Aufgeführt sind die vorgegebenen Anwendungen der einzelnen Bereiche und die dazugehörigen relativen Häufigkeiten der Antworten. . . . .	43
5.3	Einstellung der Befragten gegenüber Gentechnik. Abgebildet sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen Antworten der Teilnehmer. . . . .	44
5.4	Einstellung der Teilnehmer gegenüber biotechnologischen Methoden im ökologischen Landbau. Abgebildet sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen Antworten der Teilnehmer. . . . .	45
5.5	Um wissenschaftliche Informationen zu erhalten, nutzen die Befragten die aufgeführten Quellen unterschiedlich stark. Abgebildet sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen Antworten der Teilnehmer. . . . .	47
5.6	Zusammenhang zwischen den Antworten zur Frage: "Wie stark verbinden sie die folgenden Bereiche mit dem Begriff Biotechnologie" in Abhängigkeit zum wissenschaftlichen Interesse, angegeben als relative Häufigkeiten. . . .	48
5.7	"Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?" Dargestellt sind die Korrelationsgraphen zu den Antworten auf die Fragen: [1] Der Einsatz biotechnologischer Methoden in der Landwirtschaft ist unnötig. [2] Die Verwendung von Gentechnik zur Verbesserung von Pflanzeigenschaften ist falsch. [3] Biogasanlagen, welche aus Biomüll Energie gewinnen, sind eine sinnvolle alternative Energiequelle. [4] Die Verwendung von Nanofasern als Träger für Duftstoffe ... sollte gefördert werden. [5] Ein Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen in Deutschland ist richtig. [6] Mikroorganismen sollten zur Käseherstellung genutzt werden. . . . .	50
5.8	"Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?" Dargestellt sind die Korrelationsgraphen zu den Antworten auf die Fragen: [1] Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau Pflanzenwirkstoffe zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden. [2] Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau Fraßhemm- oder -lockstoffe zur Schädlingskontrolle eingesetzt werden. [3] Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau Pyrethrum als Insektizid zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt wird. [4] Die Verwendung von Gentechnik zur Verbesserung von Pflanzeigenschaften ist falsch. [5] Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau bestimmte biotechnologische Methoden eingesetzt werden... [6] Ein Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen in Deutschland ist richtig. . . . .	52
5.9	Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten der verschiedenen Antworten zur Verknüpfung der vorgegebenen Bereiche mit dem Begriff Biotechnologie.	54

# Tabellenverzeichnis

3.1	Übersicht über verschiedene Definitionen des Begriffes <b>Biotechnologie</b> . . . . .	9
3.2	Tätigkeitsfelder der Biotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach Georgescu und Vollborn (GEORGESCU, VOLLBORN 2002), S. 15 . . . . .	10
3.3	Übersicht über verschiedene Definitionen des Begriffes <b>Biotechnik</b> . . . . .	12
4.1	Die Geschichte der Biotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach Präve et al. (PRÄVE 1994) und BIOTEchnikum (BIOTECHNIKUM 2012) . . . . .	18

# Abkürzungsverzeichnis

AELF	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELF	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie
Bt	<i>Bacillus thuringiensis</i>
CIT	Computer- und Informationstechnologie
cry	crystal
DNA	Deoxyribonucleic acid
E.coli	<i>Escherichia coli</i>
EG	Europäische Gemeinschaft
ega	Erfurter Gartenbauausstellung
et al.	et alia
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
GVL	Gentechnisch veränderte Lebensmittel
GVO	Gentechnisch veränderter Organismus
HGP	Human Genom Project
IFOAM	International Federation of Organic Agriculture Movements
Jh.	Jahrhundert
JLU	Justus-Liebig-Universität
KB	Künstliche Besamung
KE	Kernenergie

## *Tabellenverzeichnis*

---

mab	monoclonal antibody
MAS	Marker Assisted Selection
MPIPZ	Max-Planck-Institut für Pflanzenzüchtungsforschung
MS	Microsoft
n. Chr.	nach Christus
NT	Nanotechnologie
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OTA	Office of Technology Assessment
PCR	Polymerase Chain Reaction
R	Statistikprogramm zur Datenauswertung
RLV	Rheinischer Landwirtschaftsverband
S.	Seite
SCP	Single cell protein
SE	Solarenergie
SIT	Sterile Insect Technique
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Ti	Tumor induzierend
UN	United Nations
v. Chr.	vor Christus
VO	Verordnung
WE	Windenergie
WF	Weltraumforschung

# 1 Einleitung & Zielsetzung

Durch die vielfältige und uneindeutige Verwendung der Begriffe Biotechnologie und Biotechnik in der Literatur ist keine klare, allgemeingültige Abgrenzung und Zuordnung der Begriffe gegeben. Das führt dazu, dass der Leser<sup>1</sup> die Begriffe mit dem im Artikel oder Buch beschriebenen Sachverhalt allgemeingültig gleich stellt. Das große und vielseitige Anwendungsfeld der Biotechnologie und Biotechnik kann so nicht erfasst werden und dem Leser fällt es schwer, die Begriffe richtig einzuordnen. Die Zuordnung der Begriffe in Fachkreisen sollte *unumstritten* sein. Wichtige Entscheidungen über Finanzierungen und Investitionen für die Forschung und Entwicklungen in diesen Bereichen werden jedoch nicht nur von fachkundigen Wissenschaftlern getroffen, sondern von Politikern, Wirtschaftsmanagern und dem Bürger, welcher die Wählerschaft und die Kaufkraft darstellt. Eine allgemein gültige und sinnvolle Definition der Begriffe ist demnach wünschenswert und förderlich.

Mit der Entdeckung der DNA-Struktur durch James D. Watson und Francis Crick im Jahr 1953 wurde der Grundstein für die Gentechnik gelegt (PRÄVE 1994). Die Entwicklung der rekombinanten DNA-Technik durch Stanley N. Cohen und Herbert W. Boyer im Jahr 1973 bereitete den Einzug dieser gänzlich neuen Technologie in das Feld der Biotechnologie und in unseren Alltag (BUD 1995).

Gegenüber der Gentechnik hatte die bundesdeutsche Bevölkerung von Beginn an kritische Vorbehalte. So sind laut einer europaweit durchgeführten Umfrage im Jahr 1978 durch die Europäische Kommission ca. 45 % der Bundesdeutschen der Ansicht, dass die Gentechnik nicht akzeptable Gefahren berge (KLIMENT 2010). Eine im Jahr 2010 durchgeführte Befragung zeigt zwar eine rückläufige Tendenz, jedoch waren noch immer 33 % der Meinung, dass Biotechnologie und Gentechnik einen negativen Einfluss auf unsere Art zu Leben haben. Bemerkenswert ist hier, dass beide Begriffe Gentechnik und Biotechnologie zeitgleich verwendet wurden (EU-Kommission 2011).

Die Brisanz des Themas Gentechnik ist auch an der Justus-Liebig-Universität (JLU) Gießen deutlich geworden. Hier wurde im Jahr 2008 ein Versuchsfeld durch eine Gruppe besorgter Bürger besetzt. Als Grund nannten die Besetzer auf Ihrer Homepage (UNBEKANNT 2012) unter anderem den Vorwurf, dass Gentechnikforschung lediglich durch das Interesse an Profit und Kontrolle vorangetrieben wird und Landwirte in Abhängigkeiten gestürzt werden, da sie das gentechnisch veränderte Saatgut nicht selbst vermehren können. Man ignoriere mit der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen den Willen der Bevölkerung und verfolge nur wirtschaftliche Interessen (UNBEKANNT 2012). Die Gentechnikgegner haben durch ihre dreiwöchi-

---

<sup>1</sup>Im Folgenden sind auf Grund der leichteren Lesbarkeit bei allgemeinen Personenbezügen beide Geschlechter gemeint.

ge Feldbesetzung die Ausbringung gentechnischer Gerste verhindert (GAZ 2008). Von der Gruppe der Gentechnik-Befürworter im Bereich der Landwirtschaft wird hingegen die stetig wachsende Weltbevölkerung und der dadurch steigende Bedarf an Nahrungsmitteln als durch gentechnische Methoden zu lösendes Problem hervorgebracht (NÜSSLEIN-VOLHARD 2012).

Der ökologische Landbau beschreibt eine nachhaltig wirtschaftende Nahrungsmittelproduktion. Der Einsatz von gentechnologischen Methoden ist mit den Prinzipien des ökologischen Landbaus nicht vereinbar. Es sollen nur biologische Prozesse und möglichst systeminterne Ressourcen genutzt werden, dazu zählen GVO nicht (NEUERBURG 2011). Durch die breite Ablehnung gentechnologischer Methoden in der Landwirtschaft in der Bevölkerung sollte die Entwicklung und Optimierung ökologisch vertretbarer landwirtschaftlicher Methoden im besonderen Interesse stehen. Am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II der JLU Gießen lief ein durch das Programm zur Innovationsförderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz finanziertes Projekt aus dem Bereich Biotechnik im Ökolandbau. Hier wurden Nanofasern als Träger für Pheromone zur Schadinsektenregulierung erprobt und auf ihre Umsetzbarkeit und möglichen Risiken untersucht. Das Projekt endete im September 2010 (FISA 2012). Trotz weiteren Forschungsbedarfs war eine Weiterfinanzierung des Projektes nicht möglich. Hier stellt sich der Widerspruch zwischen dem offensichtlichen Bedarf an einer steigenden Produktionskapazität im ökologischem Landbau und der unzureichenden Förderung der Forschung zu ökologisch vertretbaren biotechnologischen Verfahren dar. Ein möglicher Grund könnte ein falsches Bild in der Öffentlichkeit sein, was unter Biotechnologie zu verstehen ist. Die gegebenenfalls negative Besetzung des Begriffs könnte durch die synonyme Verwendung mit dem Begriff der Gentechnik hervorgerufen werden. Kann zur Förderung eines neutralen Bildes und zum besseren Verständnis der Begriff "Biotechnik" als alternative Bezeichnung verwendet werden?

Da der Begriff Gentechnik im Bereich Landwirtschaft negativ behaftet ist, ist eine klare Abgrenzung zum Begriff Biotechnologie wichtig. Um die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft in Zukunft zu gewährleisten, ist Forschung im Bereich der Biotechnologie im Ökolandbau unerlässlich.

Grundlegendes Ziel dieser Arbeit ist die klare und eindeutige Begriffsbestimmung der Begriffe "Biotechnik" und "Biotechnologie". Dabei liegt der Fokus sowohl auf fachwissenschaftlichen Definitionen wie auch auf der Erörterung der gesellschaftlichen Wahrnehmung. Es soll untersucht werden, welchen Bedeutungswandel die Begriffe durchlaufen haben und ob ein eindeutiger Unterschied zwischen den Begriffen und den dazugehörigen Bereichen existiert. Des Weiteren soll die Akzeptanz der Gesellschaft gegenüber biotechnologischen Methoden untersucht werden. Besonderes Augenmerk liegt dabei auch auf dem Bereich des Ökologischen Landbaus. Die folgenden Fragen stellen sich:

- Was ist Biotechnologie?
- Was ist Biotechnik?

- Gibt es Unterschiede zwischen den Begriffen Biotechnologie und Biotechnik?
- Welchen geschichtlichen Verlauf nahm die Biotechnologie?
- Welche biotechnologischen und biotechnischen Methoden erlaubt der ökologische Landbau?
- Welche Einsatzfelder und -schwerpunkte gibt es im ökologischen Landbau?
- Werden die Begriffe Biotechnologie und Gentechnik in der deutschen Bevölkerung synonym verwendet?
- Ist in dem synonymen Verständnis die Ablehnungshaltung gegenüber der Biotechnologie, vor allem im ökologischen Landbau, begründet?

Mit der Beantwortung dieser Fragen soll mit dieser Arbeit eine Aussage darüber getroffen werden, ob es tatsächlich der Gleichstellung der Gentechnik mit der Biotechnologie verschuldet ist, dass die Forschung im Bereich der Biotechnik und Biotechnologie im ökologischen Landbau kaum eine Lobby hat. Die genaue Herangehensweise an diese Fragen wird in Kapitel 2 erläutert.

## 2 Aufbau und methodisches Vorgehen

Grundlage für die Beantwortung der Fragen aus Abschnitt 1 ist eine genaue Definition der Begriffe, welche in Kapitel 3 vorgenommen wird.

Zunächst findet die etymologische Betrachtung beider Begriffe statt. Im Anschluss wird untersucht, welche Begriffsdefinitionen in der fachwissenschaftlichen Literatur verwendet werden. Diese werden gegenübergestellt und miteinander verglichen. Mit den gewonnenen Erkenntnissen werden in Abschnitt 3.1 die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Begriffen “Biotechnik” und “Biotechnologie” diskutiert.

Im Verlauf der Arbeit spielen auch die Begriffe “Gentechnik” und “Ökologischer Landbau” eine bedeutende Rolle, zum besseren Verständnis werden diese in den Abschnitten 3.2 und 3.3 erläutert.

Um den Bedeutungswandel der Begriffe zu erörtern, ist es hilfreich, die Historie der Biotechnik und Biotechnologie darzustellen. Eine Betrachtung dieser ermöglicht es, sachliche Gründe für die gesellschaftliche Akzeptanz oder das Fehlen dieser zu finden. In Kapitel 4 wird zunächst die Geschichte der Biotechnologie aufgezeigt. In Abschnitt 4.1 werden einige bedeutende biotechnologische Verfahren aus verschiedenen Epochen genauer betrachtet.

Eine Betrachtung aktueller biotechnologischer Methoden findet in Abschnitt 4.2 statt. Zunächst wird der Einsatz der Biotechnologie ganz allgemein betrachtet, bevor das Augenmerk auf den Bereich der Grünen Biotechnologie, speziell den ökologischen Landbau gelegt wird.

Ein Ziel dieser Arbeit ist es zu erörtern, wie die gesellschaftliche Akzeptanz der Biotechnologie tatsächlich aussieht. Das soll Thema des Abschnitts 4.4 sein.

Die emotionalen und sozioökonomischen Gründe für die Akzeptanz der Biotechnologie werden auch mit Hilfe einer durchgeführten Befragung mittels eines Fragebogens ermittelt. Ein Schwerpunkt hier ist die parallele Betrachtung der Biotechnologie und der Gentechnik. Außerdem wird in der Umfrage speziell nach der Einstellung gegenüber biotechnologischen Methoden im ökologischen Landbau gefragt. Dadurch soll ein möglicher Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der einzelnen Sachverhalte erkannt werden.

Die Ergebnisse der Umfrage werden in Kapitel 5 detailliert erläutert.

Zum Schluss werden in Kapitel 6 die in der Arbeit zusammengetragenen Ergebnisse diskutiert. In Abschnitt 6.1 findet eine Diskussion der Ergebnisse des Fragebogens statt. Anschließend sind in Abschnitt 6.2 die einzelnen Erkenntnisse aus den Kapiteln 3, 4 und 5 zusammengetragen und werden mit Hinblick auf die in Kapitel 1 formulierten Fragen diskutiert.

### **Methodisches Vorgehen bei der Erstellung des Fragebogens**

Der erste Schritt zur Gestaltung der Umfrage war das Aufstellen von Thesen, die mit Hilfe des Fragebogens untermauert oder widerlegt werden sollen. Für diese Umfrage wurden die folgenden Thesen aufgestellt:

1. Es besteht ein Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem Interesse und der Fähigkeit, den Begriff Biotechnologie einzuordnen.
2. Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der Akzeptanz der Biotechnologie.
3. Die Akzeptanz biotechnologischer Maßnahmen im ökologischem Landbau wird geschwächt durch die negative Verknüpfung mit dem Begriff Gentechnik.
4. Die Mehrheit der deutschen Gesellschaft verwenden die Begriffe Biotechnologie und Gentechnik synonym.

Diese Thesen dienten als Grundlage, um geeignete Fragen zu formulieren. Hier gibt es die Möglichkeit, geschlossene oder offene Fragen zu stellen. Erstere geben Antwortmöglichkeiten vor und der Befragte entscheidet sich für eine oder mehrere zutreffende Antworten. Bei offenen Fragen werden keine Antwortmöglichkeiten gegeben, hier kann der Befragte frei antworten (PORST 2011). In dieser Umfrage wurden ausschließlich geschlossene Fragen mit mehreren vorgegebenen Antwortmöglichkeiten gestellt.

Um möglichst viele Menschen zur Teilnahme zu bewegen, wurde die Umfrage so gestaltet, dass nur circa sieben Minuten zur Beantwortung notwendig waren. Suggestive, lange und komplexe Fragen, sowie doppelte Verneinungen wurden vermieden um den Leser nicht zu verwirren und unbeabsichtigte Falschantworten zu minimieren.

Der Fragebogen wurde in fünf Themenkomplexe untergliedert. Der erste beschäftigt sich mit den Interessengebieten und den Informationsquellen der Teilnehmer für wissenschaftliche Informationen. Im Komplex "Biotechnologie" wurde erörtert, welche Bereiche und Einsatzfelder der Befragte mit dem Begriff Biotechnologie verbindet. Um Aussagen über die Einstellung zur Gentechnik und zur Biotechnologie treffen zu können, wurde der Komplex "Einstellung" entwickelt. Der vierte Komplex "Ökologischer Landbau" beschäftigte sich mit der Einstellung der Teilnehmer zum Einsatz der Biotechnologie im Ökologischen Landbau. Für die Überprüfung der Repräsentativität der Umfrage waren "Angaben zur Person" von jedem Teilnehmer zu machen. Diese wurden auf Grundlage statistischer Daten zur Bevölkerung Deutschlands ausgewählt, welche auf der Internetseite des

Statistischen Bundesamts einzusehen sind (STATISTISCHES BUNDESAMT 2012). So musste der Befragte Angaben zu seiner Altersgruppe, seinem Geschlecht, höchsten beruflichen Bildungsabschluss und Beschäftigungsverhältnis machen (vgl. Anhang 1: Fragebogen).

Umgesetzt wurde die Umfrage mit Hilfe von *Lime Survey* (LIMESURVEY 2012), einer Datenerhebungs-Software für Onlineumfragen. Hier standen verschiedene Fragentypen und -attribute zur Verfügung. Des Weiteren bietet das Programm Exportfunktion der Ergebnisdaten in MS Excel, SPSS, R und andere Datenauswertungsprogramme.

Die Umfrage wurde auf einem Server für drei Wochen online gestellt und war somit für alle interessierten Teilnehmer über den temporären Link <http://umfrage.zapto.org> erreichbar. Nach Ablauf der angegebenen Zeitspanne wurde der Link deaktiviert.

Um die Stichprobe so heterogen wie möglich zu gestalten, fand die Verteilung des Umfrage-Links über den eigenen privaten E-Mail-Verteiler statt. Die eingeladenen Personen wurden gebeten, den Link wiederum weiterzusenden. Zusätzlich wurde auf der Seite des sozialen Netzwerks *Facebook* (FACEBOOK 2012) eine "öffentliche" Gruppe gegründet, auf der das Vorhaben kurz erläutert und der Link zur Umfrage angegeben wurde. Die Datenauswertung fand mit den Programmen *Mathwork*, *MatLab*, *OriginLab*, *Origin* und *Microsoft Excel* statt.

# 3 Begriffe

## 3.1 Biotechnologie versus Biotechnik

### 3.1.1 Etymologie

Um die Begriffe Biotechnik und Biotechnologie auf deren Bedeutung zu untersuchen, hilft es, die Begriffe in ihre Einzelbestandteile zu zerlegen und die Herkunft der Wortteile Bio, Technik und Technologie genauer zu betrachten.

Bio ist vom griechischem *bíos* abgeleitet, was mit “Leben” übersetzt wird und als Wortbildungselement gleichbedeutend mit “Leben”, “Lebewesen”, “Lebensvorgänge” oder “lebensgemäß” verwendet wird.

Der Begriff Technik findet seinen Ursprung im griechischen *technikós*, abgeleitet von *téchnē* und wird mit “Handwerk” und “Kunstfertigkeit” übersetzt. Im weiteren Sinne betrachtet ist hier eine spezielle Art des Vorgehens oder der Ausführung von Handlungen gemeint. Beschrieben werden sollen alle künstlichen, materiellen Gebilde, welche einen bestimmten Nutzen folgen, sowie menschliche Handlungen, durch die Sachsysteme entstehen oder verwendet werden.

Technologie bedeutet, aus dem spätgriechischem *technología* abgeleitet, “einer Kunst gemäße Abhandlung”. Der Begriff wird häufig gleichgesetzt mit dem Begriff Technik, soll aber vielmehr als Wissenschaft von der Technik verstanden werden. Als Verfahrenskunde wird der Begriff Technologie in den Ingenieurwissenschaften verstanden. Betrachtet wird der technologische Prozess eines Verfahrens, man sieht die Technologie als Verfahrens- und Methodenlehre (BROCKHAUS 2012).

Überträgt man die einzelnen Betrachtungen auf die Begriffe Biotechnik und Biotechnologie, kommt man zu folgendem Ergebnis:

Der Begriff Biotechnik beinhaltet die Wortteile Bio und Technik. Zusammen mit den oben angeführten Definitionen können unter Biotechnik Vorgehen oder Handlungen verstanden werden, welche Lebewesen oder Lebensvorgänge einbeziehen. Des Weiteren kann Biotechnik als die Menge der materiellen, künstlichen Gebilde gesehen werden, welche Lebewesen zur Herstellung benötigen oder diese als Vorbild haben.

Biotechnologie, bestehend aus den Wortteilen Bio und Technologie, kann nach obigen Wortbedeutungen als die Wissenschaft um die Biotechnik verstanden werden. Sie erklärt und betrachtet den Prozess, welcher stattfindet, wenn ein bestimmtes Verfahren Lebensvorgänge oder Lebewesen einbezieht.

Die Brockhaus-Enzyklopädie (BROCKHAUS 2012) siedelt die Biotechnik zwischen Biologie und Physik an. Sie ist eine wissenschaftliche Disziplin, “die versucht, biologische Objekte, Konstruktionen und Mechanismen mit technisch-physikalischen Begriffen und Mitteln zu beschreiben und zu erklären, um sie letztlich technisch nutzbar zu machen.” Es geht bei der Biotechnik also zunächst um das Verstehen von Leben und Lebewesen, um dieses dann beschreiben und letztendlich für ein fortschrittlicheres Handeln nutzen zu können.

Ähnlich sieht jedoch auch die Definition des Begriffes Biotechnologie aus, die nach Brockhaus ein “multidisziplinäres Wissenschaftsgebiet von der technischen Nutzbarmachung der Eigenschaften und Fähigkeiten von Lebewesen, Zellen oder deren Bestandteilen” (BROCKHAUS 2012) ist.

Während bei den Begriffen Technik und Technologie noch Unterschiede in den Definitionen gesehen werden, nämlich zum Einen das Handwerk und zum Anderen die Wissenschaft um das Handwerk, so werden bei den Begriffen Biotechnik und Biotechnologie diese Grenzen nicht gesetzt. Eine klare lexikalische Abgrenzung findet kaum statt.

### **3.1.2 Begriffsbestimmungen in der wissenschaftlichen Literatur**

#### **Biotechnologie**

Es gibt viele Definitionen für den Begriff Biotechnologie. Einige davon sind in Tabelle 3.1 aufgelistet. Die älteste Definition aus dem Jahr 1919 stammt von Karl Ereky. Der ungarische Agraringenieur prägte den Begriff in seinem Werk “Biotechnologie der Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Großbetriebe” (EREKY 1919) und beschreibt ihn wie folgt: “Auf Grund des gleichen Gedankenganges weist der Verfasser alle die Arbeitsvorgänge, bei denen aus den Rohstoffen mit Unterstützung lebender Organismen Konsumartikel erzeugt werden, dem Gebiete der Biotechnologie zu”. Im Großen und Ganzen hat sich diese Definition bis heute gehalten. Die Nutzung lebender Organismen, Teile und Produkte dieser, spielen in allen hier aufgeführten fachwissenschaftlichen Begriffsbestimmungen eine zentrale Rolle. Die Tabelle 3.1 zeigt eine Übersicht über die Definitionen in den verschiedenen Literaturstellen.

Häufigste Grundlage der Begriffsbestimmungen in der Literatur ist die Definition der OECD. Das BMFT verwendet seit 1990 eine von der OECD modifizierte Beschreibung, welche auch Georgescu und Vollborn (GEORGESCU. VOLLBORN 2002), sowie Wagner und Feldmann (WAGNER. FELDMANN 2006) später verwenden. Diese beinhaltet die Einteilung in klassische, moderne und molekulare Biotechnologie. Das Bundesministerium für Forschung und Technik gibt hier eine allgemeine, alle Bereiche der Biotechnologie umfassende Beschreibung. Die Tabelle 3.2 zeigt eine Zusammenfassung der verschiedenen Bereiche durch Georgescu und Vollborn. Ihre Darstellung umfasst alle Einsatzfelder der biotechnologischen Methoden.

Tabelle 3.1: Übersicht über verschiedene Definitionen des Begriffes **Biotechnologie**

Jahr	Definition
1919	“[...] [D]er Verfasser [weist] alle die Arbeitsvorgänge, bei denen aus den Rohstoffen mit Unterstützung lebender Organismen Konsumartikel erzeugt werden, dem Gebiete der Biotechnologie zu.” Ereky, S. 5 (EREKY 1919); Wagner und Feldmann, S. 3 (WAGNER. FELDMANN 2006)
1991	One definition from 1984 “described biotechnology as any technique that uses living organisms (or Parts of organisms) to make or mode products, to improve plants or animals, or to develop micro-organisms for specific uses.” OTA, S. 5 (COMPANY 1992)
1989	“Biotechnologie: integrierte Anwendung von Biochemie, Mikrobiologie und Verfahrenstechnologie zur Nutzung des Potentials von Mikroorganismen und Zell- und Gewebekulturen bzw. Teilen von diesen.” Parey, S.12 (NEUBERT 1989); MPIPZ, S. 240 (MPIZ 1992);
1992	“»Biotechnology« means any technological application that uses biological systems, living organisms, or derivatives thereof, to make or modify products or processes for specific use.” United Nations, S. 3 (UNITED NATIONS 1992)
1994	“Die Nutzung biologischer Organismen, Systeme und Prozesse auf der Grundlage wissenschaftlicher und technischer Prinzipien für die Produktion von Gütern und Dienstleistungen zum Wohle des Menschen” (nach OECD) BMELF, S. 28 (BMELF 1994); Thiemann, S. 3 (THIEMAN 2007)
1998	“Biotechnology is the application of knowledge of living systems in order to use those systems or their components for industrial purposes. [...] This includes [...] biological science, [...] aspects of chemistry, chemical technology, engineering, and specialist disciplines in specific industries[...].” Baines, S. 66 (BAINS 1998)
2005	“Biotechnology: The use of genetically modified organisms and/or modern techniques and processes with biological systems for industrial production.” Agrios, S. 56 (AGRIOS 2005)
2008	Biotechnology is “the application of science and technology to living organisms, as well as parts, products and models thereof, to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods and services.”(OECD) BMBF, S. 38 (BMBF 2008); Beuzekom, S. 9 (VAN BEUZEKOM. ARUNDEL 2009); Ruane, S. 359 (RUANE. SONNINO 2011); Trevan, S. 2 (TREVAN 1993); Glössl, S. 22 (GÖSSL 2012)

Wagner und Feldmann hingegen beschränken sich in Ihrer Darstellung der Biotechnologie auf den Bereich der Phytomedizin.

Im Folgenden werden die Sichtweisen zu den drei Bereichen zusammengefasst dargestellt.

*Die klassische Biotechnologie:* In der klassischen Biotechnologie sind in den Literaturquellen große Unterschiede zu finden. Georgescu und Vollborn verstehen hierunter Veränderungen auf Phänotypenebene, die unter Nutzung der vorhandenen Gegebenheiten in Flora und Fauna und durch Veränderung der Umgebungspara-

### 3 Begriffe

Tabelle 3.2: Tätigkeitsfelder der Biotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach Georgescu und Vollborn (GEORGESCU, VOLLBORN 2002), S. 15

	<b>Klassische Biotechnologie</b>	<b>Moderne Biotechnologie</b>	<b>Molekulare Biotechnologie</b>
Grundlage	Nutzung der vorhandenen ubiquitären Fauna und Flora	Gezielte Suche nach neuen Organismen und Nutzung der vorhandenen; zusätzlich Nutzung von einzelnen Funktionseinheiten	Gentechnik – direkte Analyse und gezielte Veränderungen von Genen, Übertragung von gentechnischen Material auch über die Artsschranken hinweg
Innovation	Verbesserung der Nutzung und Kultivierung von Organismen	Neue Vermehrungs- und Reproduktionstechniken (Mikrovermehrung, Bioreaktoren, Steriltechnik, Zellkulturtechnik, Enzymtechnik)	Hybridomtechnik, Zellfusion, vektorvermittelte Gentechnik
Technologischer Ansatz	Am Gesamtorganismus auf Phänotypebene und durch Veränderung der Umgebungsparameter	Am Gesamtorganismus auf Organ-, Zell- und Molekularebene	Am Genom selbst
Wissensgrundlage	Erfahrungswissen, Alltagswissen	Agrarwissenschaften, Biochemie, Medizin, Mikrobiologie, Molekularbiologie, Zellbiologie	Molekulargenetik, Zellbiologie
Beispiele von Produkten	Milchprodukte, alkoholische Getränke, Butanol, Ethanol, Glycerin	Antibiotika, Cortison, Enzyme, Östrogene, Vitamine, Alkaloide	Blutgerinnungsfaktor VIII, Insulin, Interleukin-2, menschliches Wachstumshormon, Waschmittelenzyme, Betaseron

meter hervorgerufen werden(vgl. Tabelle 3.2).

Feldmann und Wagner gehen noch weiter. Für sie beinhaltet die moderne Biotechnologie die technische Produktion von Mikroorganismen oder auch höheren Organismen wie Nematoden und Insekten. Eine großtechnische Herstellung kann dank Neuerungen in der Bioverfahrenstechnik stattfinden. Bekanntestes Anwendungsbeispiel ist der Einsatz im biologischen Pflanzenschutz. Hier werden die Mikroorganismen selbst oder von ihnen gebildete Stoffwechselprodukte eingesetzt. Eine Resistenzinduktion durch Aktivierung natürlicher Abwehrmechanismen und der Einsatz von Antagonisten zur Schädlingskontrolle sowie der biologisch-chemische Pflanzenschutz werden ebenfalls diesem Bereich der Biotechnologie zugeordnet. Zu letzterem zählt die Herstellung von Insektiziden, welche aus Pflanzenextrakten, pilzlichen Naturstoffen oder Bakterien hergestellt werden, sowie biotechnologisch hergestellte Pheromone (WAGNER, FELDMANN 2006). Des Weiteren werden klassische biotechnologische Verfahren bei der Herstellung alkoholischer Getränke, Brot und Käse genutzt. Erste Klärsysteme und Entsorgungsverfahren gehören ebenfalls zur klassischen Biotechnologie (BMFT 1990).

*Die moderne Biotechnologie:* In der modernen Biotechnologie werden neue Vermehrungs- und Reproduktionstechniken auf Organ-, Zell- und Molekularebene angewendet. Produktions- und Entsorgungstechniken, die den aktuellen wissenschaftlichen und technischen Standards angepasst sind, kommen zum Einsatz. So werden in der Pflanzenzüchtung die klassischen Methoden erweitert. Während vormals Pflanzen gekreuzt und anschließend selektiert wurden, ist es nun möglich, die Ausgangslinien und das Zuchtmaterial auf molekularer Ebene zu charakterisieren (BMFT 1990, GEORGESCU. VOLLBORN 2002, WAGNER. FELDMANN 2006). Feldmann und Wagner zählen zusätzlich gentechnische Methoden zum Bereich der modernen Biotechnologie. Hier werden mittels verschiedener Methoden Gene in das gewünschte Akzeptorgenom integriert (WAGNER. FELDMANN 2006). Eine ausführlichere Beschreibung der Gentechnik ist in Kapitel 3.2 zu finden.

*Die molekulare Biotechnologie:* Georgescu und Vollborn sehen, im Gegensatz zu Feldmann und Wagner, die gesamte Gentechnik der molekularen Biotechnologie zugehörig (vgl. Tabelle 3.2).

Die molekulare Biotechnologie beinhaltet Methoden und Konzepte aus der Zell-, Molekular- und Strukturbiologie. Sie besteht aus Genomforschung, molekularen Diagnostik, Proteomik<sup>1</sup> und Transkriptomik<sup>2</sup>. Ziel ist es, die Wirt-Pathogen-Interaktion zu verstehen. Die Gensequenzierung und die Erforschung der Funktionen dieser Sequenzen sollen als Grundlage für mögliche Anwendungen in der klassischen und modernen Biotechnologie dienen (WAGNER. FELDMANN 2006).

Eine weitere Einteilung der Biotechnologie ist die durch Neubert vorgenommene Untergliederung in “Alte Biotechnologie” und “Neue Biotechnologie”. Zur Alten Biotechnologie gehören alle traditionellen Verfahren, bei denen Mikroorganismen zum Einsatz kommen. Hierzu zählen klassische Fermentationsprodukte, wie Bier, Wein und Essig, die Herstellung von Sauer- und Hefeteig sowie die Ansäuerung von Gemüse und Futtermitteln. Pasteurs Entdeckung, dass die Gärung ein von lebenden Zellen abhängiger Prozess ist, machte ab Mitte des 19. Jahrhunderts eine bewusste Nutzung dieser Erkenntnisse für sterile Fermentation möglich (NEUBERT 1989). Zur Neuen Biotechnologie gehört die Manipulation von Genen. Sie ermöglicht die gezielte Herstellung von Antibiotika, Insulin, Vitaminen, Enzymen und Polysacchariden. Konventionelle Fermentationsverfahren werden durch enzymatische Verfahren abgelöst, die gentechnisch verbesserte Enzyme einsetzen. Diese verwendeten Enzyme werden mittels Gentechnik dahingehend optimiert, dass sie spezifischer wirksam sind und die biochemischen Prozesse beschleunigen. Im Bereich der Landwirtschaft zählen Verfahren der Gewebe-, Zell- und Protoplastenkulturen

---

<sup>1</sup>Die Gesamtheit aller Proteine eines Organismus, Gewebes, einer Zelle oder Körperflüssigkeit wird als Proteom bezeichnet. Die Proteomik ist die quantitative Analyse dieser (BROCKHAUS 2012).

<sup>2</sup>Ein Transkriptom umfasst alle zu einem bestimmten Zeitpunkt aktiven Gene. Aktiv sind die Gene, welche in dem Moment von DNA in mRNA übersetzt wurden. Die Transkriptomik beschäftigt sich mit Analysen auf DNA- und mRNA-Ebene (BROCKHAUS 2012).

sowie die Gentechnik zur neuen Biotechnologie (NEUBERT 1989).

### Biotechnik

Im Gegensatz zur Biotechnologie wird der Begriff Biotechnik in der verwendeten Literatur weniger häufig definiert. Die verschiedenen Definitionen sind in Tabelle 3.3 aufgeführt.

Tabelle 3.3: Übersicht über verschiedene Definitionen des Begriffes **Biotechnik**

Jahr	Definition
1920er	Francé definiert die Biotechnik in den 1920er Jahren als “Versuch des Menschen [...], die Natur nachzuahmen.” Bud, S. 79 (BUD 1995)
1989	“Die biotechnischen Verfahren zur Schädlingsbekämpfung nutzen physikalische oder chemische Elemente von biologischen Reaktions-, Regulations und Interaktions-Mechanismen, abstrahiert von ihrer natürlichen Bedeutung für den Organismus, mehr oder weniger zweckentfremdet aus” Krieg, (KRIEG. FRANZ 1989)
2002	“Biotechnik umfasst alle technischen Verfahren, die eine Einwirkung des Menschen auf landwirtschaftliche Nutztiere und Pflanzen beinhalten. Darunter fallen i.w.S auch alltägliche Vorgänge wie der maschinelle Milchentzug, i.e.S. ist aber speziell in der Tierzucht meist der wissenschaftliche Technikeinsatz in Form von Reproduktionstechnik [...] gemeint, aber auch die Gentechnik” Alsing, S. 91 (ALSING 2002)
2007	“In biotechnischen Verfahren werden natürliche Reaktionen der Schädlinge auf bestimmte physikalische oder chemische Reize von ihrer natürlichen Bedeutung für den Organismus „zweckentfremdet“ und für die Schaderregerbekämpfung genutzt” Hallmann et al., S. 287 (HALLMANN 2007); Börner, S. 417 (BÖRNER 2009)
2011	“Mehr formell können wir die Biotechnik als die Anwendung wissenschaftlicher und technischer Prinzipien zur Produktion biologischer Materialien und Agenzien definieren” Dingermann et al., S. 15 (DINGERMANN 2011)

Seinen Ursprung hat der Begriff in den 1920er Jahren. In dieser Zeit prägt Raoul Francé den Begriff in seinem Werk “Bios - die Gesetze des Lebens”. Er beschreibt die Biotechnik als Nachahmungsprozess der Natur. Auch in späteren Definitionen wird der Begriff verwendet, wenn technische Verfahren zum Einsatz kommen, welche natürliche Prozesse und Reaktionen nutzen oder als Vorbild haben. Alsing ordnet der Biotechnik zusätzlich technische Verfahren zu, welche Einwirkungen auf Pflanzen oder Tiere haben, sowie die Reproduktions- und Gentechnik.

Dettner und Peters (2010), sowie Alsing (2002) nennen den Einsatz von physikalischen und chemischen Reizen bei der biotechnischen Schädlingsbekämpfung. Zu den physikalischen Reizen zählen optische Reize, Ausschneiden oder Abkratzen schädlicher Organismen, Absammeln oder akustische Signale. Lockstoffe, Hemmstoffe,

Abschreckstoffe oder Pheromone sind chemische Reize, welche zur Schädlingskontrolle eingesetzt werden können (ALSING 2002, PETERS. DETTNER 2010).

In dem Programm “Biotechnologie 2000” vom BMFT werden biotechnische Prozesse beschrieben als “integrierte Anwendung verschiedener natur- und ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen[...]” (vgl. BMFT (1990), S. 9). Jedoch wird im gleichen Absatz der Begriff Biotechnologie definiert. Es wird also ein enger Zusammenhang zwischen den beiden Begriffen gesehen (BMFT 1990).

### 3.1.3 Biotechnologie versus Biotechnik

In der Etymologie der Begriffe findet eine Abgrenzung dahingehend statt, dass die Biotechnologie die Lehre und das Wissen um die Biotechnik ist. Doch wie in Abschnitt 3.1.1 dargestellt, zieht die Brockhaus-Enzyklopädie in der Definition der Begriffe keine klare Grenze. Es wird der Eindruck gewonnen, dass die Begriffe synonym verwendet werden können.

Betrachtet man die unterschiedlichen aufgeführten Definitionen der Biotechnologie und der Biotechnik in verschiedener Fachliteratur, so fällt auf, dass sich diese in ihren Aussagen teilweise überschneiden. Zusammenfassend wird die Biotechnologie als ein interdisziplinäres Fachgebiet beschrieben. Sie umfasst Bereiche der Biologie, Chemie, Ingenieurs- und Agrarwissenschaften sowie verschiedener anderer Fachrichtungen. Auch die Biotechnik umfasst verschiedene naturwissenschaftliche sowie technische Disziplinen.

Wichtigstes Merkmal in allen aufgeführten Definitionen der Biotechnologie ist, dass lebende Organismen für die Produktion notwendig sind. Der Einsatz von Pheromonen, Fraßhemm- bzw. -lockstoffen und die Herstellung von Insektiziden aus Mikroorganismen und Pflanzenextrakten werden sowohl der klassischen Biotechnologie als auch der Biotechnik zugeordnet.

Die Gentechnik wird als Teilbereich der Biotechnologie gesehen. Sie ist weder parallel zu betrachten noch mit der Biotechnologie gleichzusetzen. Einzelne Methoden der Gentechnik werden nach Alsing (2002) auch der Biotechnik zugeordnet. Es ist nicht möglich eine klare Grenze zwischen den Definitionen der beiden Begriffe zu ziehen. Es werden sowohl Bereiche der Biotechnologie der Biotechnik zugeordnet wie auch umgekehrt. So sind zum Beispiel die Gentechnik oder Insektizide auf Basis von Mikroorganismen, als Bereiche der Biotechnologie, auch der Biotechnik zugeordnet. Umgekehrt werden biotechnische Verfahren, wie zum Beispiel die Verwendung von Antagonisten in der Schädlingskontrolle, der Biotechnologie zugesprochen (vgl. Abschnitt 3.1.2).

## 3.2 Gentechnik

Mit dem Begriff Gentechnik werden alle molekularbiologischen Methoden zusammengefasst, deren Ziel die Manipulation des Genoms ist (ALSING 2002). Er kann

synonym zum Begriff Gentechnologie verwendet werden. Die Gentechnik ist ein Teilgebiet der Biotechnologie, welches in den 1960er Jahren seinen Anfang fand. Eingeleitet wurde sie durch die vollständige Entschlüsselung des Genetischen Codes im Jahr 1966 (PRÄVE 1994). Keller und Brunner (2002) definieren die Gentechnik als “das Einbringen von im Reagenzglas (in vitro) neu kombinierten Erbmateriale in ein Lebewesen. Die Gentechnik umfasst also nicht alle Vorgänge, die eine genetische Veränderung bewirken. Mutationszüchtung, Hybridzüchtung und das Einkreuzen von Chromosomen aus Wildarten sind keine gentechnischen Vorgänge. [...]” (vgl. Leist, S. 111 (LEIST 2006)). Eine Veränderung des Erbmateriale, welches durch klassische Züchtungsmethoden oder moderne Reproduktionsmethoden herbeigeführt wird, zählt also nicht zum Bereich der Gentechnik. Mit Hilfe gentechnischer Methoden erzeugte Pflanzen oder Tiere werden transgen bezeichnet.

Die Gefahren und Risiken der Gentechnik erreichten dank der Konferenz von Asimolar eine breite Öffentlichkeit. In Asimolar tagten im Februar 1975 Wissenschaftler aus 17 Ländern und erreichten durch ihre Diskussionen die intensivere Beschäftigung mit den Risiken. In Folge dessen wurden in den USA vom National Institute of Health Regeln für die weitere Forschung in der Gentechnik festgelegt. Auch in Deutschland wurden im Jahr 1978 “Richtlinien zum Schutz vor Gefahren durch in vitro neu kombinierte Nukleinsäuren” veröffentlicht. Heute regelt das Gentechnikgesetz die Forschung im Bereich der Gentechnik und den Einsatz gentechnischer Methoden (BROCKHAUS 2012).

### 3.3 Ökologischer Landbau

In der Landwirtschaft wird unterschieden zwischen konventionellem, integriertem und ökologischem Landbau.

Zur konventionellen Landwirtschaft gehört die industrielle, integrierte und extensive Produktion von Lebens- und Futtermitteln. Die industrielle Landwirtschaft weist einen sehr hohen Spezialisierungsgrad auf und die Produktion findet mit den aktuellsten Entwicklungen statt. Ein Pestizideinsatz ist hier oft unerlässlich.

Der integrierte Landbau ist ein standort- und umweltgerechtes Pflanzenproduktionssystem. Im Vergleich zum konventionellen Landbau berücksichtigt er naturverträgliche Aspekte im Bereich Pflanzenschutz stärker. Unkraut- und Schädlingsbekämpfung werden möglichst bodenschonend durchgeführt. Extensive Landwirtschaft findet auf Standorten statt, die ohne Einflussnahme durch den Menschen eine sehr geringe Produktivität aufweisen.

Die ökologische Landwirtschaft unterscheidet sich von den bereits erläuterten Wirtschaftsweisen grundlegend. Eine ganzheitliche Betrachtung des Betriebs und seiner Vorgänge ist entscheidend. Der Einsatz chemisch-synthetischer Hilfsmittel ist untersagt, die Produktionsintensität wird zurückgenommen (ALSING 2002, HERRMANN. PLAKOLM 1991).

Laut der Internationalen Vereinigung der ökologischen Landbaubewegungen IFOAM basiert die ökologische Landwirtschaft auf dem Prinzip der Gesundheit, der Ökologie, der Gerechtigkeit und der Fürsorge. Die Gesundheit unseres Planeten ist aufrecht zu erhalten. Tiere sollen artgerecht gehalten, Rohstoffquellen sowie Umweltressourcen nachhaltig verwendet und zwischenmenschliche Beziehungen gerecht und respektvoll geführt werden. Sowohl die Entwicklung neuer Technologien und die Forschung im Bereich ökologischer Landwirtschaft, als auch die Anwendung von traditionellen Wissen sollen als Lösungsgrundlage bei Problemstellungen herangezogen werden. Genmanipulationen gelten als unkalkulierbar und sind verboten (IFOAM). Der landwirtschaftliche Betrieb soll als geschlossenes ökologisches System betrachtet werden, in welches so wenig wie möglich Betriebsmittel ein- oder ausgeführt werden. Ein Modell eines geschlossenen Betriebskreislaufs ist in Abbildung 3.1 zu sehen.

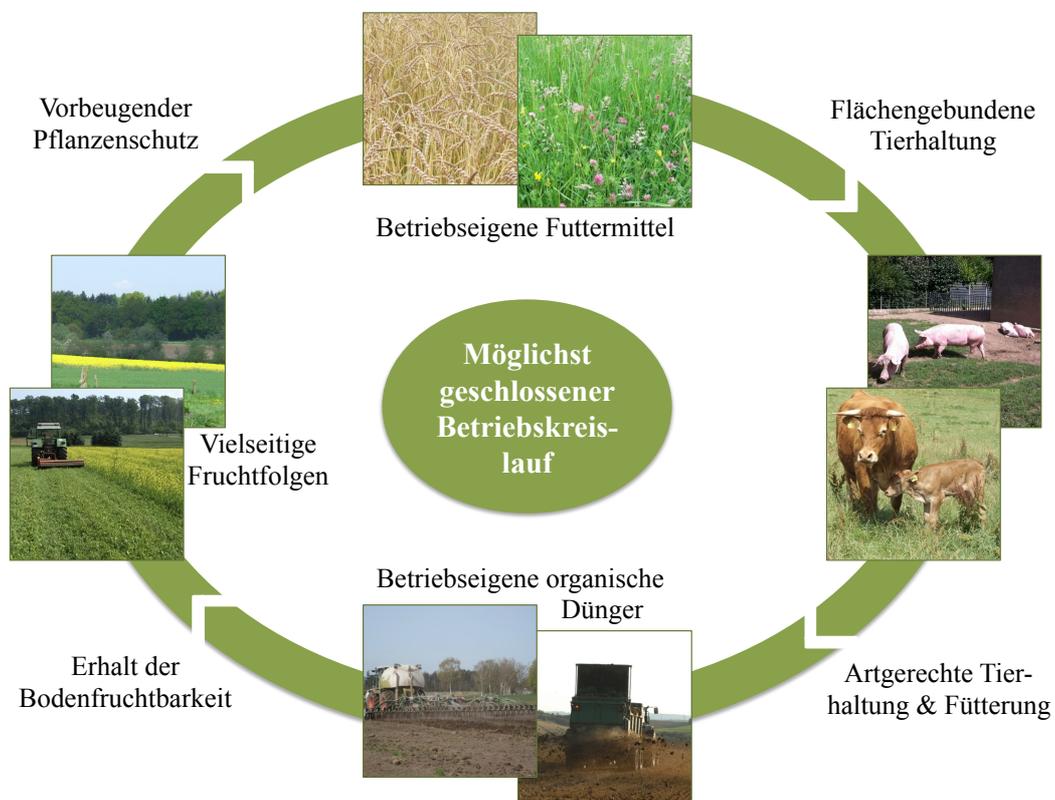


Abbildung 3.1: Betriebskreislauf im ökologischen Landbau.

Quelle: Eigene Darstellung nach Neuerburg und Padel (NEUERBURG, PADEL 1992), Bilder: AELF Bayern (AELF 2012), RLV (RLV 2012), H. Hornischer (HORNISCHER 2012)

Tiere, welche flächengebunden und artgerecht gehalten werden müssen, liefern organischen Dünger. Dadurch und durch den Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten, sowie bodenschonender Bodenbearbeitung wird die Bodenfruchtbarkeit

verbessert. Eine weite Fruchtfolge als vorbeugender Pflanzenschutz sowie die Verwendung betriebseigener Futtermittel sind ebenfalls anzustreben. Seit 1991 sind die geltenden Bedingungen in der EG-Öko-Verordnung festgehalten, welche eingehalten werden müssen, um Produkte mit dem Label “ökologisch” oder “biologisch” zu bezeichnen. Hier wird unter anderem geregelt, welche Dünge- und Pflanzenschutzmittel erlaubt sind oder wie viel Fläche den verschiedenen Nutztieren zusteht. Nach den Richtlinien wirtschaftende Betriebe können sich zertifizieren lassen, sich Bio-Betrieb nennen und das EU-Bio-Siegel für ihre Produkte verwenden. Des Weiteren gibt es verschiedene Bio-Verbände. Ihre Mitglieder müssen sich zusätzlich zu den Verordnungen der EG-Öko-VO noch an eigene, in den Verbandsrichtlinien festgehaltene Regeln halten. In Deutschland sind die drei größten Anbauverbände Bioland, Naturland und Demeter (ALSING 2002).

### 3.4 Zusammenfassung

In Kapitel 3 wurde dargestellt, welche Definitionen für die Begriffe Biotechnologie und Biotechnik vorliegen. Dabei ist in Abschnitt 3.1 deutlich geworden, dass mit beiden ein weites Feld beschrieben wird, sich deren Definitionen jedoch auch überschneiden. Dadurch ist es möglich, dass ein negatives Bild zur Biotechnologie auch Einfluss auf die Akzeptanz biotechnischer Methoden hat. Doch hierfür muss zunächst festgestellt werden, ob dieses negative Bild tatsächlich besteht.

Es wurde ebenfalls gezeigt, dass in wissenschaftlicher Literatur keine synonyme Verwendung der Begriffe Gentechnik und Biotechnologie stattfindet. Die Gentechnik, welche in Kapitel 3.2 kurz vorgestellt wurde, ist lediglich eine Teildisziplin der Biotechnologie. Zum Ende von Kapitel 3 wird in Abschnitt 3.3 der Ökologische Landbau kurz vorgestellt, da es in dieser Arbeit auch um die Einstellung gegenüber der Biotechnologie im Ökologischen Landbau geht. Somit sind die für diese Arbeit wichtigen Begriffe definiert.

Ist die Definition der Biotechnologie bekannt, kann auch deren Historie untersucht werden. Anhand des Wissens kann dargestellt werden, wann biotechnologische Methoden angewandt wurden. Im Folgenden Kapitel wird auf die Geschichte der Biotechnologie eingegangen. Mit Kenntnis dieser wird versucht, den Bedeutungswandel des Begriffes aufzuzeigen. Die Vielfältigkeit der Biotechnologie, die bereits angedeutet wurde, wird weiter untermauert durch die Darstellung der verschiedenen Einsatzfelder der Biotechnologie, mit besonderem Blick auf die Landwirtschaft. Außerdem wird untersucht, wie die Biotechnologie in der Gesellschaft wahrgenommen wird.

# 4 Die Biotechnologie

## 4.1 Biotechnologische Methoden im historischen Kontext

Im Folgenden soll ein Einblick in die Geschichte der Biotechnologie gewährt werden. Nimmt man die Definition von Karl Ereky, der den Begriff Biotechnologie 1919 als Gesamtheit aller Verfahren versteht, welche zur Herstellung lebende Organismen nutzen, so kann die Biotechnologie bis weit vor der christlichen Zeitrechnung verfolgt werden (vgl. Kapitel 3.1). Eine Übersicht über die wichtigsten Ereignisse in der Geschichte der Biotechnologie gibt die Tabelle 4.1.

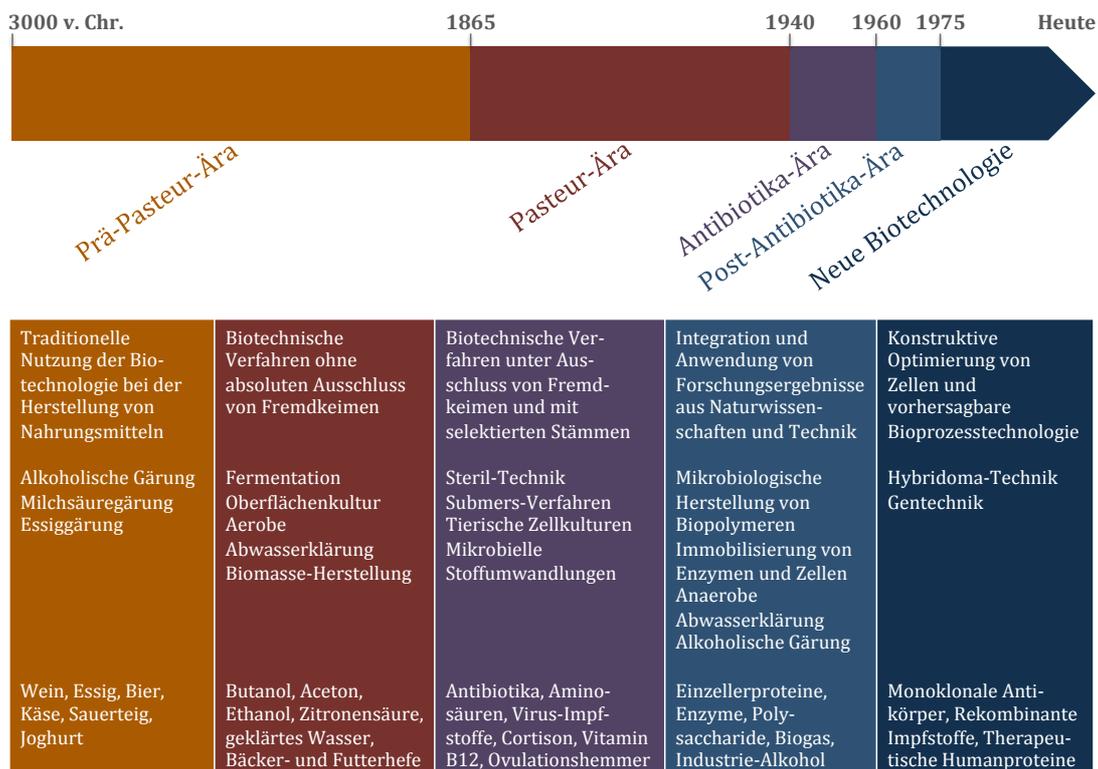


Abbildung 4.1: Die Entwicklung der Biotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach BMFT, S. 15 (BMFT 1990)

## 4 Die Biotechnologie

Tabelle 4.1: Die Geschichte der Biotechnologie.

Quelle: Eigene Darstellung nach Präve et al. (PRÄVE 1994) und BIOTECHNIKUM (BIOTECHNIKUM 2012)

<b>Zeit</b>	<b>Entwicklung</b>
5000 v.Chr.	Gärprozesse zur Herstellung von Brot, Wein und Bier;
500 v.Chr.	China: Nutzung antibiotischer Wirkung von Tofu-Schimmelkulturen
100 v.Chr.	China: Einsatz gemahlener Chrysanthemen-Samen als Insektizid
1150 n. Chr.	Weingeistherstellung (Ethanol)
14. Jh.	Essigherstellende Industrie um Orleans
Um 1680	Sichtbarmachung der Hefezellen durch Leeuwenhoek
1818	Entdeckung der Gärungseigenschaften der Hefen durch Erxleben
1833	Entdeckung der Amylase durch Payen
1857	Beschreibung der Milchsäuregärung durch Pasteur
1870	Verfahrensentwicklung zur Kultivierung von Bakterien durch Koch
1879	Entdeckung der Essigbakterien durch Hansen
1881	Herstellung der Milchsäure auf mikrobiologischem Weg
1897	Nachweis von Gärungsenzymen in Hefen durch Buchner
Ende 19. Jh.	kommunale Abwasseranlagen in Berlin, Hamburg, München u.a. Städten
1915	Zulaufverfahren zur Backhefeherstellung
um 1915	Verfahren zur Großproduktion von Nähr- und Futterhefen durch Delbrück, Hayduck, Henneberg
1915/16	Verfahren zur Butanol-/Acetonherstellung durch Weizmann
1915/16	Sulfitprozeß zur Glycerinherstellung durch Connstein und Lüdecke
ca. 1920	Citronensäureherstellung in Oberflächenverfahren
1928/29	Entdeckung des Penicillins durch Fleming
1941/44	Beginn der Penicillinherstellung
1944	Entdeckung der DNA als Träger für Erbinformationen durch Avery, MacLeod, McCarty
1944	Entdeckung der Streptomycins durch Schatz und Waksman
1949	Submersverfahren zur Essigsäureherstellung; Herstellung von Vitamin B12, techn. mikrobiologische Stoffumwandlungen
1953	Beschreibung der Struktur von DNA durch Watson und Crick
1957	Herstellung von Glutaminsäure durch Kinoshita u.a.
1955/60	Citronensäureherstellung im Submersverfahren
1966	vollständige Entschlüsselung des genetischen Codes
1972	die ersten rekombinierten DNA- Moleküle werden hergestellt
1978	Herstellung von Somatostatin mit Hilfe rekombinierter DNA
1982	Produktion von Humaninsulin mit <i>Escherichia coli</i>
1991/92	praktische Anwendung der Polymerase-Kettenreaktion (PCR)
1997	Entschlüsselung der Genoms der Bäckerhefe
2003	99,9% des menschlichen Genoms sind entschlüsselt
2005	Entschlüsselung des Reis-Genom

Im Jahr 1990 unterteilt das Bundesministerium für Forschung und Technik die Geschichte der Biotechnologie in fünf Abschnitte, die in Abbildung 4.1 dargestellt werden: Prä-Pasteur-Ära, Pasteur-Ära, Antibiotika-Ära, Post-Antibiotika-Ära und Neue Biotechnologie (BMFT 1990). Im Folgenden wird diese Unterteilung übernommen, um die historische Dimension der Biotechnologie aufzuzeigen.

### 4.1.1 Prä-Pasteur-Ära (bis 1865)

Die Prä-Pasteur-Ära ist mit mehreren tausend Jahren die längste Ära der Biotechnologie. Biotechnologische Prozesse werden zunächst jedoch unbewusst genutzt. So wurden Mikroorganismen mehr oder weniger gezielt eingesetzt, um Nahrungsmittel und Getränke zu vergären. Klassische Fermentationsprodukte sind Bier, Wein, Essig, Bäckerhefe, angesäuertes Gemüse oder Sauerteig. Auch die Produktion und das Färben von Leinen und Indigo ist ein sehr altes biotechnologisches Gewerbe. Mit der großtechnischen Produktion von Salpetersäure beginnt die wissenschaftliche Betrachtung dieser Technologie. Beendet wird die Prä-Pasteur-Ära durch die Entdeckung der Mikroorganismen durch Leeuwenhoek (1680). In diesem Abschnitt wird hierauf eingegangen.

Bis zum zweiten Jahrtausend vor Christus stellten die Sumerer Bierbrote aus Grünmalz<sup>1</sup> her, da ihnen bekannt war, dass sich gekeimtes Korn besser vergären lässt. Die Bierbrote verrührten sie mit Wasser, filterten das Gemisch durch Weidenkörbe und ließen die klare Flüssigkeit in Tongefäßen gären (NEUBERT 1989). Das vermutlich älteste Reinheitsgebot für Bier stammt aus der Zeit des Königs Hammurapi, er regierte über Babylon 1792-1750 v. Chr.. Während dieser Zeit erließ er 281 Gesetze zum Verhalten im alltäglichen Leben, festgehalten auf der Gesetzesstele von Hammurapie. Unter anderem beinhaltet das Gesetz Brauvorschriften, die Preisgestaltung des Bieres in Tavernen und die Verteilung von Bierrationen, welche abhängig vom sozialen Status waren (DENNY 2009). Das Bier der Babylonier war vom Geschmack leicht säuerlich, da am Getreidekorn anhaftende Milchsäurebakterien eine Milchsäuregärung verursachten. Auch die Haltbarkeit des Bieres wurde dadurch erhöht. Das Bier im alten Ägypten unterschied sich im Geschmack sehr von den babylonischen Bieren. Das meist dunkle Gebräu wurde aus gerösteten Bierbroten hergestellt und teilweise während der Gärung nachgezuckert. Das Bier war zu dieser Zeit ein keimarmer Trinkwasserersatz (PRÄVE 1994). Das Verwenden von Hopfen als Konservierungsmittel wurde durch die Mönchskultur im Mittelalter etabliert (ULBER 2004).

Neben der Bierbrauerei gibt es viele weitere biotechnologische Verfahren, die bereits vor unserer Zeitrechnung angewandt wurden. Dazu gehört die großtechnische Herstellung von Sojasoße, welche durch Fermentation mittels Schimmelpilzen in China angewandt wurde. Die Produktion von Sauermilchprodukten und Essig

---

<sup>1</sup>Grünmalz ist gekeimtes Korn.

(um 300 v. Chr.) sind ebenfalls zu nennen. In China wurde bereits um 500 v. Chr. die antibiotische Wirkung von Tofu-Schimmelpilzen genutzt. Im alten Ägypten wurde schimmeliges Brot zu einem Breiumschlag verarbeitet und auf infizierte Wunden gelegt, um dort antiseptisch zu wirken (BIOTECHNIKUM 2012, TREVAN 1993).

Ein ebenfalls mehrere tausend Jahre altes Verfahren ist das Herstellen von Leinen. Hierfür wurde der Flachs in Wasser zum Faulen gebracht, ein mikrobieller Prozess, der notwendig war, um die Fasern besser mechanisch lösen und weiter verarbeiten zu können. Mit Indigo konnte Leinen gefärbt werden. Diese Farbe wurde aus der Färberwaidpflanze produziert. Mechanisch vorbehandelt wurde das Färberwaid im Mittelalter in Waidmühlen, wie sie in Abbildung 4.2 dargestellt sind. Anschließend setzte der Gärungsprozess ein. Der Farbstoff aus einer organischen Zuckerverbindung wird dabei freigesetzt und das gelbliche Indoxyl als Zwischenprodukt erhalten. Durch Oxidation wird das Indoxyl in das blaue Indigo umgewandelt (ULBER 2004).



Abbildung 4.2: o.l.: Waidmühle auf dem ega-Gelände in Erfurt. Quelle: Heimatverein Hochstedt e.V. (HOCHSTEDT 2012); u.l.: Bild einer typischen Thüringer Waidmühle. Quelle: Gemeinde Mülverstedt (MÜLVERSTEDT 2012); r.: Färberwaid *Isatis tinctoria*. Quelle: Hirschmugl, Produkte im Einklang mit der Natur (HIRSCHMUGL 2012)

Mit Aufkommen des Schießpulvers im 14. Jahrhundert stieg die Nachfrage nach Salpetersäure, eine großtechnische Produktion begann. Das Schießpulver ist eine Mischung aus Holzkohle, Schwefel und Kalisalpeter. Letzteres wurde in

Salpeterhütten hergestellt. Stickstoffhaltige Medien, wie Urin und Blut, wurden mit Erde vermischt und in Beeten angelegt. Das durch Ammoniakbildner produzierte  $\text{NH}_3$  wurde durch Salpeterbakterien in Salpeter umgewandelt. Das Salpeterhandwerk leitet, trotz zunächst empirischer Erkenntniserlangung, die wissenschaftliche Betrachtung der Biotechnologie ein. Die Salpeterkunde wurde im Rahmen der Montanwissenschaften<sup>2</sup> unterrichtet (ULBER 2004).

Im 16. Jahrhundert ernteten Azteken Algenschlamm aus Seen, hieraus stellten sie einen Kuchen mit käseähnlichem Geschmack her. Dieser Kuchen kann als Vorläufer des Einzelzellerproteins gesehen werden, welches zum Ende der Pasteurära als Nahrungsmittel eingesetzt wurde.

Den wohl bedeutendsten Schritt dieser Ära ging Leeuwenheuk. Er entdeckte im Jahr 1683 die Existenz von Mikroorganismen und wies das Vorhandensein von Hefen in Bier nach. Allerdings bleibt der Zusammenhang zwischen der Existenz dieser und den Produktionsprozessen der Gärung für die nächsten 180 Jahre unbekannt. Erst durch die Beschreibung der Milchsäuregärung durch Pasteur im Jahr 1857 wurde die Bedeutung Leeuwenheuks Entdeckung erkannt und die Pasteur-Ära eingeleitet. Pasteur war als Erster in der Lage, die Beteiligung von Mikroorganismen an der Milchsäuregärung nachzuweisen. Er bewies, dass bestimmte Mikroorganismen für die Fermentation verantwortlich sind (ULBER 2004).

### 4.1.2 Pasteur-Ära (1865 bis 1940)

Durch Pasteurs Entdeckung der mikrobiellen Prozesse bei der Milchsäuregärung beginnt die bewusste Nutzung dieser biotechnologischen Vorgänge. Geprägt ist die Pasteur-Ära, die andauert von 1865 bis 1940, vom Ersten Weltkrieg und dem Beginn des Zweiten Weltkrieges. Dadurch wurden einige biotechnologische Prozesse zur industriellen Reife gebracht.

Robert Koch machte im Jahr 1870 die Entwicklung von Mikroorganismen in Reinkultur möglich, indem er eine Züchtungsmethode auf festem Nährboden und Techniken zur Selektion entwickelte. Dadurch waren sterile Fermentationsprozesse möglich. Dies half bei der Bekämpfung von Infektionskrankheiten, denn die gewünschten Organismen können sich nun in Reinkultur gegen die Standortflora durchsetzen (NEUBERT 1989, PRÄVE 1994, ULBER 2004).

Der steigende Bedarf an Glycerin zur Überwindung der Sprengstoffknappheit während des Ersten Weltkrieges wurde durch ein Verfahren gedeckt, welches fermentativ hergestelltes Glycerin hervorbrachte. Bereits Pasteur hat beobachtet, dass während der alkoholischen Gärung neben Alkohol auch eine geringe Menge

---

<sup>2</sup>Der Begriff montan stammt vom lateinischen *montanus* ab, was für "Berge, Gebirge betreffend" steht. Die Montanwissenschaften beschäftigen sich mit der Forschung und den Erkenntnissen rund um den Bergbau und das Hüttenwesen (BROCKHAUS 2012).

Glycerin gebildet wird. Die deutschen Chemiker Connstein und Lüdecke nahmen diese Erkenntnis 1914 als Ausgangspunkt ihrer Forschung und entwickelten ein Verfahren, in welchem Glycerin in großen Mengen mittels mikrobiellen Prozessen hergestellt werden konnte (MARSCHALL 2000).

Des Weiteren wurde zu Beginn des Ersten Weltkrieges Aceton zur Mangelware. Aceton ist ein wichtiges Lösungsmittel für Sprengstoff. Der Chemiker Weizmann hatte zu der Zeit entdeckt, dass ein bestimmter Bakterienstamm in der Lage war, aus verschiedenen Stärkequellen direkt Aceton und Butanol herzustellen. Diese Kenntnisse nutzte man für die industrielle Produktion. Es wurden Fabriken gebaut, die das sogenannte Weizmann-Verfahren im großindustriellen Stil anwandten. Zum ersten Mal mussten Fermentationsprozesse von solcher Größe steril durchgeführt werden. Traditionell verwendete Eichenfässer wurden durch Aluminiumkessel ersetzt, um eine saubere Produktion zu gewährleisten. Auch nach dem Krieg, als die Nachfrage für die Sprengstoffindustrie zurück ging, wurde das Weizmann-Verfahren industriell genutzt. Das eigentliche Produkt des Prozesses ist Butylalkohol. Er wurde weiter produziert, da er sich als Lösungsmittel für Zelluloselacke eignete, welche in der Autolackierung eingesetzt wurden (BUD 1995).

Die Nahrungs- und Futterhefeproduktion wurde während der Kriege im 20. Jahrhundert ebenfalls voran getrieben. Hefe ist bei der Bier- und Spiritusherstellung ein in großen Mengen anfallendes Abfallprodukt und wurde in der Vorkriegszeit gewinnbringend weiterverarbeitet. Das Produkt gehört zu den Einzellerproteinen bzw. Single Cell Proteins (SCP). Während des Krieges ging die Alkoholproduktion zurück und mit ihr das Angebot an eiweiß- und nährstoffreicher SCPs. Es bestand die Notwendigkeit, die Eiweißhefe technisch herzustellen. Ausgangsmaterial wurde Zuckerrübenmelasse, ein Abfallprodukt der Zuckergewinnung, das noch 50 % Restzucker enthielt. Um die Hefeausbeute zu maximieren, wurden Wildheferassen verwendet, wie *Torula utilis*. Diese wachsen und vermehren sich besonders schnell (MARSCHALL 2000). Einzellerprotein wurde während des Ersten Weltkrieges in Suppen und Wurst verarbeitet. Auch im Zweiten Weltkrieg und in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde SCP in Deutschland eingesetzt, um die Nahrungsmittelknappheit einzudämmen. Später sollten sie gegen die Hungerkrise in der Dritten Welt eingesetzt werden. Die Voreingenommenheit gegenüber Bakterien als Nahrungsmittel ist jedoch groß, sodass heute nur der Einsatz als Tierfuttermittel stattfindet (NEUBERT 1989).

Ebenfalls zu Beginn des letzten Jahrhunderts wurden die ersten Kläranlagen mit anaerober Abwasserbehandlung gebaut. Zunächst war eine komplette Trennung des Abwassers und des sich absenkenden Faulschlamm nicht gegeben. Erst der Bauingenieur Imhoff entwarf einen Brunnen, bei dem der Faulraum abgetrennt war und das Abwasser nicht mehr hindurchfloss. In Abbildung 4.3 ist dieser sogenannte Emscher-Brunnen zu sehen. Im rechten Bereich der Abbildung ist ein Schema des Brunnen dargestellt. Besonderes Merkmal ist die Unterteilung in Absetzteil, trichterförmig

im oberen Bereich des Brunnens, und Faulraum, in dem sich am Grund der Faulschlamm absetzt. Im Jahr 1906 wurde das Patent für das Verfahren angemeldet und der erste Brunnen dieser Art in Essen-Recklinghausen gebaut.

In den folgenden Jahren wurde der Emscher-Brunnen immer weiter entwickelt. So erkannte man zum Beispiel bald, dass die Faulgeschwindigkeit durch die Temperatur beeinflusst wird. Den Faulraum beheizte man gezielt mit Warmwasser, welches zuvor durch das gewonnene Faulgas erwärmt wurde. Im Jahr 1927 ist durch den Ruhrverband das überschüssige Gas aus dem Faulprozess in das städtische Gasnetz eingespeist worden (BISCHOFBERGER 2004).

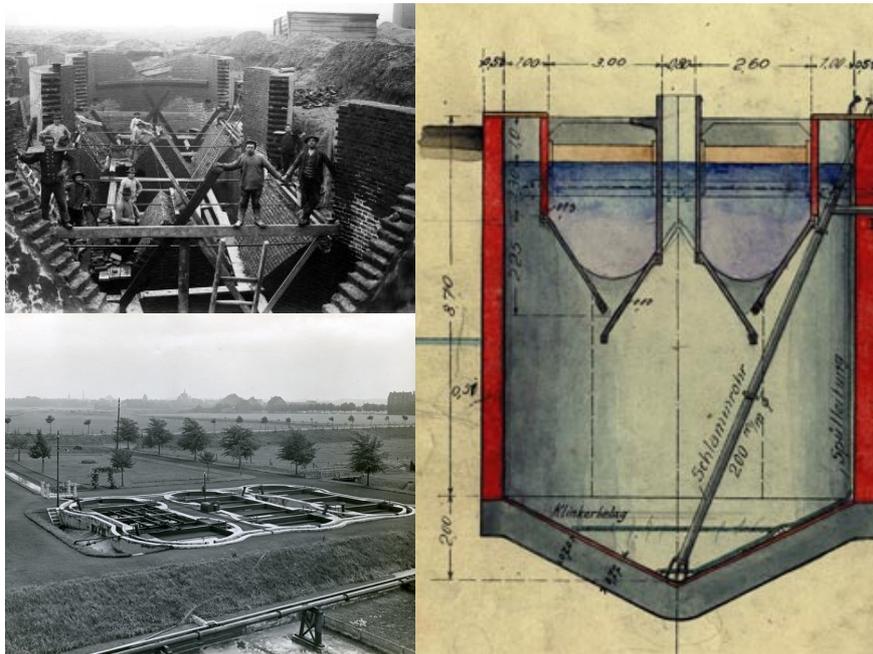


Abbildung 4.3: o.l.: Bau eines Emscherbrunnens in Bochum, 1910. Quelle: Emschergenossenschaft (EMSCHERGENOSSENSCHAFT 2012); u.l.: Gesamtansicht einer Kläranlage, Emscherbrunnen Bochum-Langendeer. Quelle: Ruhrverband (RUHRVERBAND 2012); r: Plan eines Emscherbrunnens aus dem Jahr 1913. Quelle: Stadtentwässerung Nürnberg (Stadtentwässerung Nürnberg 2012)

Im Jahr 1928 entdeckte Fläming die antibiotische Wirkung des Schimmelpilzes *Penicillium notatum* gegenüber Staphylokokken. Diese Entdeckung bleibt zunächst ungenutzt, da das Penicillin durch Enzyme verschiedener Fremdkeime gespalten und unwirksam gemacht werden konnte (NEUBERT 1989, PRÄVE 1994).

### 4.1.3 Antibiotika-Ära (1940 bis 1960)

Der Name dieser Ära verrät bereits die wichtigste Errungenschaft dieser Zeit: das Antibiotikum “Penizillin”. Doch auch auf die Entdeckung der DNA als Träger von Erbinformationen und die Herstellung von Citronensäure im Submersverfahren soll im Folgendem eingegangen werden.

Nachdem Fläming 1928 die antibakterielle Wirkung von *Penicillium notatum* entdeckt hat, vergingen einige Jahre, bevor ein Verfahren entwickelt wurde, um Fremdorganismen auszuschließen, die die Wirkung verhinderten. Erst zum Ende der 30er Jahre des letzten Jahrhunderts gelang es einer Gruppe britischer Wissenschaftler in Oxford, ein solches Verfahren zu entwickeln. Die Mikroorganismen konnten in vollem Umfang, durch Fremdkeime ungestört, wachsen. 1941 isolierte die Gruppe aus Oxford das Antibiotikum “Penizillin” und behandelte damit Patienten. Durch die erhöhte Nachfrage nach keimtötenden Medikamenten, durch den Ausbruch des Zweiten Weltkrieges, schritt die Forschung schnell voran. Man entdeckte viele verschiedene Antibiotika. Außerdem kam es zur Entwicklung verschiedener anderer primärer und sekundärer Stoffwechselprodukte, wie Vitamin B<sub>12</sub><sup>3</sup>, Gibberelline<sup>4</sup> und Alkaloide<sup>5</sup> (BUD 1995, PRÄVE 1994).

Eine weitere große Errungenschaft in der Antibiotika-Ära ist die Erkenntnis, dass DNA Träger von Erbinformationen ist. Bereits im Jahr 1928 entdeckte der Mediziner Griffith, dass bestimmte Bakterienstämme Eigenschaften an andere Bakterienstämme übertragen können. Hierfür verwendete er den Erreger der Lungenentzündung *Streptococcus pneumoniae*. S-Stämme (S für *smooth*) formen große, ebenmäßige virulente Bakterienkolonien, R-Stämme (R für *rough*) bilden avirulente kleine, raue Kolonien. Griffith stellte fest, dass S-Stämme im Versuch mit Mäusen zum Tod führen, während R-Stämme keine letalen Folgen haben. Eine Infektion mit einer Mischung von hitze-inaktivierten S-Stämmen und lebenden R-Stämmen führt wiederum zum Tod der Maus. Es findet eine Transformation der avirulenten R-Stämme in virulente Bakterien statt, die durch die hitze-inaktivierten S-Stämme verursacht wird (siehe Abbildung 4.4). Die Ursache für diese Transformation blieb zunächst unbekannt. Erst Avery, MacLeod und McCarthy können diese im Jahr 1944 aufzeigen. Auf Grundlage der Experimente von Griffith führten Sie diese weiter und behandelten die hitzeinaktivierten Bakterienstämme mit Enzymen, um die Art der chemischen Verbindung zu finden, die für die Transformation verantwortlich ist. Dabei stellten sie fest, dass proteolytische Enzyme und Ribonukleasen keinen Einfluss auf die Transformation hatten, Desoxyribonuklease jedoch einen Einfluss nimmt. Somit konnte gezeigt werden, dass die DNA Ursache für die Transformation und damit Träger der Erbinformationen ist.

---

<sup>3</sup>Das Vitamin B<sub>12</sub> kommt im tierischem und menschlichen Organismus nur in Spuren vor und spielt eine wichtige Rolle bei verschiedenen Nervenzellfunktionen und der Entwicklung und Reifung von roten Blutkörperchen (BROCKHAUS 2012).

<sup>4</sup>Gibberelline sind pilzliche Phytohormone (BROCKHAUS 2012).

<sup>5</sup>Alkaloide sind basisch reagierende, stickstoffreiche Naturstoffe (BROCKHAUS 2012).

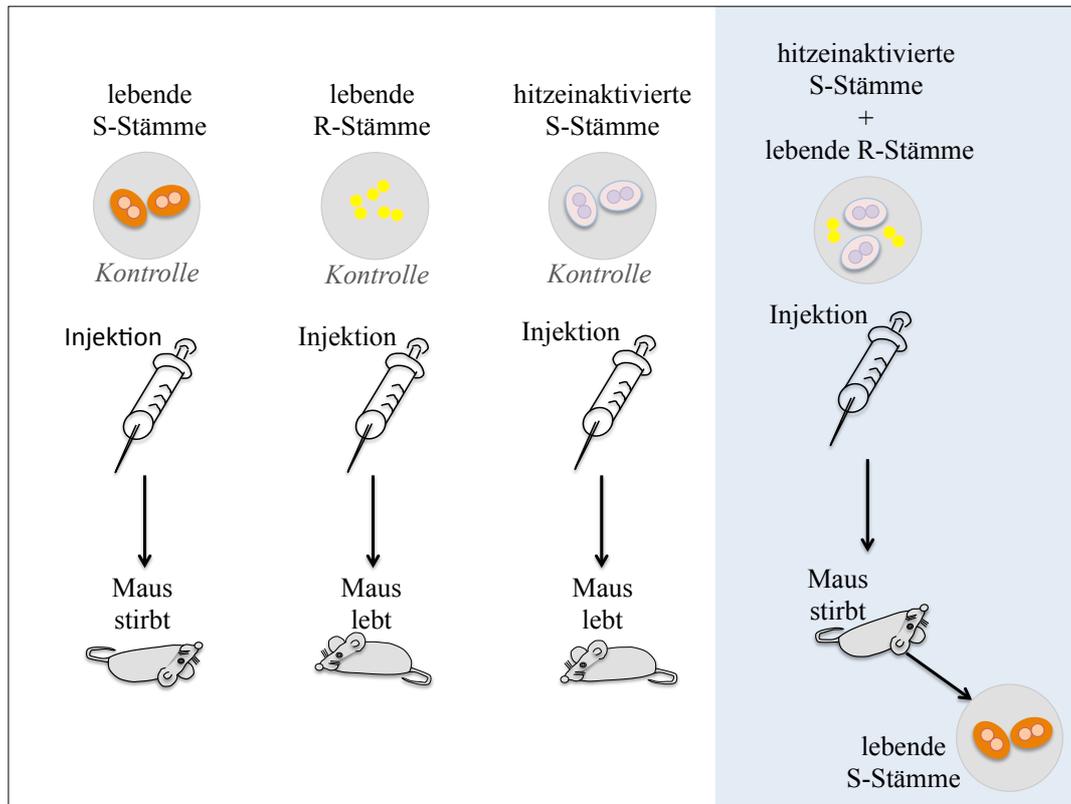


Abbildung 4.4: Die Ergebnisse des Griffith-Experiments. Quelle: Eigene Darstellung nach I. Rahman, Montgomery College Maryland, 2008 (RAHMAN 2012)

Doch erst die Beschreibung der DNA als Doppelhelix durch Watson und Crick im Jahr 1953 brachte Verständnis über die Basis der Funktionen der DNA (GRAW 2005).

In den 1950er Jahren wurde die Herstellung von Citronensäure im Submersverfahren möglich gemacht. Der Pilz *Aspergillus niger* scheidet Citronensäure aus. Zunächst fand die Gewinnung mit einem Oberflächenverfahren in Aluminium-Gärpfannen statt. Doch bis heute wird Citronensäure im Submersverfahren in großen Fermentern produziert. Substrate sind Mellassen, Stärkehydrolysate und Saccharose. Durch die Entwicklung dieses Verfahrens war es möglich, sehr viel größere Mengen an Citronensäure zu gewinnen (MUNK 2008).

#### 4.1.4 Post-Antibiotika-Ära (1960 bis 1975)

Die Post-Antibiotika-Ära beginnt im Jahr 1960 und endet 1975. Wichtige Erkenntnisse für die Gentechnik werden in dieser Zeit gewonnen. Mit der Entdeckung der Restriktionsendonucleasen können erste rekombinante DNA-Moleküle hergestellt werden. Durch die Entschlüsselung des genetischen Codes wird es möglich mensch-

liche Proteine als Wirkstoff herzustellen.

In der Mitte der Sechziger Jahre des letzten Jahrhunderts setzt der Schweizer Mikrobiologe Arber einen weiteren Meilenstein der Gentechnik. Er stellt fest, dass Bakterien sich gegen Viren durch die Produktion von bestimmten Enzymen verteidigen. Diese trennen die virale DNA an einer bestimmten Stelle und machen sie somit unschädlich. Die beteiligten Enzyme gehören zu den Restriktionsendonukleasen, sie sind die wichtigste Entdeckung der Gentechnik (DINGERMAN 2011). Durch Boyer und Cohen wurden diese Enzyme 1972 zum ersten Mal bewusst eingesetzt. Sie stellten die erste rekombinante DNA her, indem sie verschiedene DNA-Fragmente aus Bakterien und Viren isolierten und mittels Restriktionsenzymen in ein Plasmid aus *E.coli* einbrachten. Das veränderte Plasmid wurde wieder in *E.coli* eingeschleust. Durch diese erfolgreich durchgeführten Experimente revolutionierten sie die Gentechnik (CLARK 2009).

In der genetischen Informationsübertragung blieb bis Mitte der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts eine wichtige Frage offen: "Wie ist die Information der Proteinsequenzen in der DNA verschlüsselt?" (vgl. Graw, S. 63) (GRAW 2005). Antwort auf die Frage fanden Crick und Kollegen durch mehrjährige Forschungsarbeit.

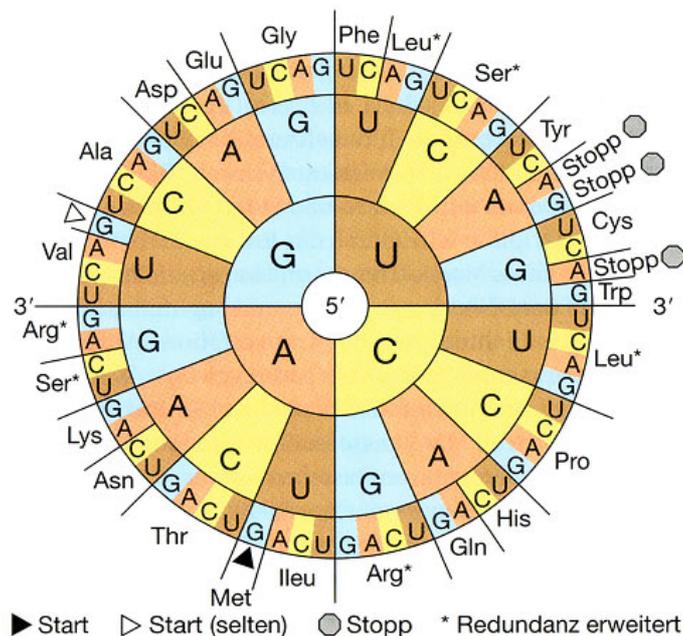


Abbildung 4.5: Codon Sonne. Darstellung der möglichen Basen-Tripletts zur Identifizierung der 20 Aminosäuren. Quelle: TFH Wildau, (BIOSYSTEMTECHNIK/-INFORMATIK)

Zusammengefasst werden kann sie in vier Punkten:

- Eine Aminosäure wird durch Basen<sup>6</sup>-Tripletts kodiert, diese Tripletts werden als Codon bezeichnet.
- Die einzelnen Codons folgen kontinuierlich aufeinander, es gibt keine überlappenden Nukleinsäuresequenzen.
- Eine Aminosäure kann durch mehrere Codons identifiziert werden, d.h. es ist ein degenerierter Code.
- Der Code ist allgemeingültig

Aufgeklärt wurde der genetische Code durch *in vitro*-Experimente. Mit den Erkenntnissen wurden verschiedene Tabellen angefertigt, ein Beispiel ist die Abbildung 4.5, sie zeigt die sogenannte Codon Sonne, in der die möglichen Basen-Tripletts für die verschiedenen Aminosäuren dargestellt sind.

Die Allgemeingültigkeit wurde später angezweifelt. Man stellte fest, dass der Code nur für nahezu alle Organismen gültig ist. Es gibt Ausnahmen, wie z.B. in Mitochondrien von Hefen, *Drosophila* und des Menschen. Warum es diese Abweichungen gibt ist noch nicht bekannt. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass dies Ausnahmen sind und man sieht den Code trotzdem als universell an (GRAW 2005).

### 4.1.5 Neue Biotechnologie (1975 bis heute)

Die Ära der neuen Biotechnologie beginnt im Jahre 1975 und dauert bis heute an. Geprägt ist sie von großen Errungenschaften aus dem Bereich der Gentechnik. Im Folgenden sollen einige davon vorgestellt werden.

1982 wurde Humaninsulin als erstes gentechnisch hergestelltes Medikament zugelassen. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde Insulin aus der Schweinepankreas gewonnen. Dieses tierische Insulin ist zwar wirksam, als Fremdprotein kann es jedoch ein immunogenes Potential besitzen. Außerdem konnten nur begrenzte Mengen hergestellt werden, da der Bedarf an sterilen Schweinen ein logistisches Problem aufwarf. Das Finden einer Alternative war deshalb notwendig. Mittels der Entwicklungen in der Gentechnik konnte ein Abhilfe geschaffen werden. Die genetischen Informationen des menschlichen Insulins werden in die DNA von *E. coli* eingesetzt, welche dann eine Vorstufe des menschlichen Insulins produzieren. Das während dieser Fermentation entstandene Rohprodukt wird weiter verarbeitet, bis es mit dem menschlichen Insulin der Bauchspeicheldrüse identisch ist und an Menschen verabreicht werden kann (DINGERMAN 2011, KOCH. DEGEN 1995).

Revolutioniert wurde die molekularbiologische Forschung durch die Methode der Polymerase-Kettenreaktion (PCR). Erfunden wurde sie 1983 von dem Biochemiker

---

<sup>6</sup>Die Nukleinbasen der DNA sind: Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G) und Cytosin (C) (BROCKHAUS 2012).

Mullis, erstmals angewandt zu Beginn der 1990er Jahre. Mittels PCR ist es möglich, DNA nicht nur zu synthetisieren, sondern auch zu vervielfältigen. Das Besondere dieser Amplifikation der DNA ist, dass sie exponentiell stattfindet. Einsatz findet die Methode der PCR bis heute in allen gentechnisch arbeitenden Forschungslaboren. Als wichtigste molekularbiologische Nachweismethode ist sie unter anderem unerlässlich im Bereich der humangenetischen Diagnostik oder der forensischen Analytik (DINGERMANN 2011).

Im Jahr 1990 wurde das Human Genom Project (HGP) gegründet. Das HGP war ein staatlich gefördertes Programm, das zur Aufgabe hatte, das gesamte menschliche Genom zu sequenzieren. Die verwendete Methode zur Sequenzierung war das *map-based cloning*, dabei wird das Erbgut in einzelne DNA-Fragmente aufgeteilt, die nach und nach entschlüsselt werden. Die gefundenen Informationen werden im Anschluss auf einer Chromosomenkarte zusammengefügt. Die Kartierung ist eine äußerst zeitaufwendige aber auch zuverlässige Methode.

Einen anderen Ansatz verfolgte das Unternehmen *Celera Genomics*, geleitet von Craig Venter. Der sprunghafte Anstieg der Rechnerleistung war dabei ausschlaggebend und entscheidend. Das *shot-gun sequencing* ist eine Methode, bei der das gesamte Genom in viele Einzelstücke zerlegt wird. Die entzifferten Abschnitte werden anschließend anhand der jeweils überlappenden Basenfolgen mit Hilfe von Rechnern und entsprechenden Programmen aneinander gefügt. Hierzu musste zunächst auch auf die öffentlich zugänglichen Chromosomenkarten des HGP zurück gegriffen werden. Als das HGP gerade 85 % des Genoms entschlüsselt hatte, war Venter bereits bei 99 %. Im Jahr 2000 wurde gemeinsam ein Entwurf des menschlichen Genoms veröffentlicht, im Jahr 2003 waren letztendlich 99,9 % des menschlichen Genoms entschlüsselt (BMBFb 2012, CLARK 2009).

## 4.2 Einsatzfelder der Biotechnologie

Durch die in Abschnitt 4.1 dargestellte Geschichte der Biotechnologie konnte bereits ein Eindruck über ihre Vielfältigkeit gewonnen werden. Dieser Abschnitt geht auf die heutigen Einsatzfelder ein. Die verschiedenen Interessengebiete der Biotechnologie sind in Abbildung 4.6 dargestellt, wobei im inneren Kreis die einzelnen Herstellungs- und Dienstleistungsbereiche aufgelistet sind, im äußeren Kreis die dazugehörigen Anwendungen.

Im Folgenden werden einige Anwendungen der Biotechnologie aus dem Bereich der Agrarwissenschaft vorgestellt.

### 4.2.1 Die “Farben” der Biotechnologie

Eine gängige Unterteilung der einzelnen Einsatzfelder der Biotechnologie erfolgt anhand der Zuordnung von Farben. Landwirtschaftliche Anwendungen gehören zur Grünen Biotechnologie, medizinisch-pharmazeutische zur Roten und die industrielle

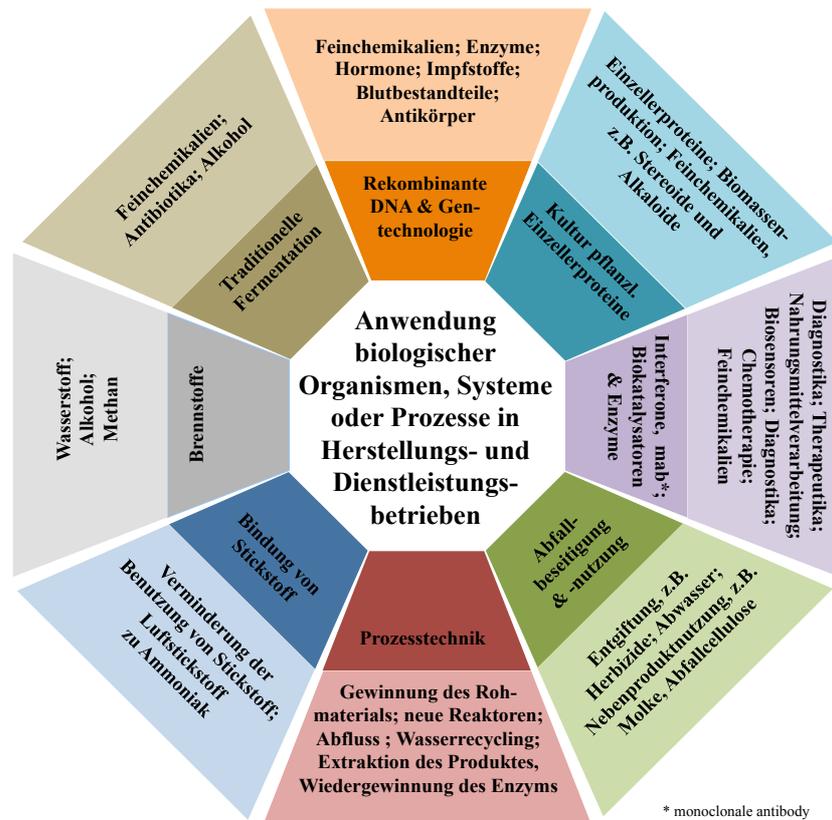


Abbildung 4.6: Die Interessengebiete in der Biotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach Trevan et. al (TREVAN 1993)

Biotechnologie wird Weiße Biotechnologie genannt. Werden marine Organismen eingesetzt, spricht man von der blauen Biotechnologie und biotechnologische Prozesse der Abfall- und Wasserwirtschaft ordnet man der Grauen Biotechnologie zu.

Die **Grüne Biotechnologie**, oder Agrobiotechnologie setzt Verfahren zur Verbesserung von Pflanzeigenschaften ein. Dazu zählen sowohl gentechnische Modifikation, wie auch biotechnologische Verfahren, in denen Veränderungen ohne Zuhilfenahme der Gentechnik erzielt werden (BMBF 2011). Ziele sind unter anderem Resistenzen gegen Schädlinge und Krankheiten, eine bessere Anpassung der Pflanze an widrige Umstände, wie Trockenheit, raues Klima oder salzige Böden. Außerdem soll die Zusammensetzung der Inhaltsstoffe positiv beeinflusst werden, damit nach der Ernte eine bessere Verwertbarkeit gegeben ist (BULLINGER 2006, MUNK 2008, PILZ 2010). Die Agrobiotechnologie kann für die genetische Verbesserung von Pflanzensorten oder verschiedener Tierarten genutzt werden, um Gewinne und Erträge zu erhöhen und die Effizienz zu steigern. Aber auch zu Diagnosezwecken werden biotechnologische Methoden eingesetzt,

um Krankheiten von Pflanzen oder Tieren zu bestimmen und anhand dessen zu behandeln (RUANE. SONNINO 2011).

Pflanzen, als Produkte der grünen Biotechnologie, dienen hauptsächlich zur Ernährung von Menschen und Tieren. Eine immer größere Rolle spielen alternative, pflanzliche Rohstoffquellen.

Das bedeutendste biotechnologische Anwendungsgebiet ist die **Rote Biotechnologie**. Sie deckt den Pharma- und Gesundheitssektor ab. Vor allem die Entwicklung von Therapeutika, Impfstoffen und Diagnostika stehen hier im Vordergrund (RAUEISER 2006). Der größte Teil der Biotechnologie-Unternehmen in Deutschland, nämlich 46,5 % (2011), ist im Bereich Medizin und Gesundheit tätig (BMBF 2011). Das Beschäftigungs- und Umsatzpotential in diesem Bereich ist damit sehr hoch.

Revolutioniert wurde die rote Biotechnologie vor allem durch die Gentechnik. Durch sie wurde die großindustrielle Produktion verschiedener Medikamente möglich. Ein Beispiel ist das in Abschnitt 4.1.5 vorgestellte Humaninsulin. Aber auch die Entwicklungen in der Hybridomtechnik<sup>7</sup>, wie die künstliche Produktion monoklonaler Antikörper<sup>8</sup> (mab) zur Diagnose von bestimmten Viruserkrankungen oder Krebs, sind große Errungenschaften der roten Biotechnologie.

Die aquatische oder auch **Blaue Biotechnologie** nutzt marine Organismen zur Produktion von Nahrung, Kosmetika, Medikamenten und verschiedenen neuen Materialien (BULLINGER 2006). Forschungsschwerpunkte in diesem Bereich sind unter anderem die Identifizierung neuartiger Verbindungen, um diese für verschiedene Anwendungen in den Bereichen Medizin und Industrie nutzbar zu machen. Aber auch die Weltnahrungsproduktion soll mit Hilfe mariner Organismen gesteigert werden. So soll das Anlegen von Aquakulturen helfen, die steigende Nachfrage an marinen Lebensmitteln zu decken. Der Einsatz gentechnischer Methoden ermöglicht die Erzeugung transgener Tiere mit verbesserten Wachstumseigenschaften, aber auch den Schutz vor viralen und bakteriellen Krankheiten (THIEMAN 2007).

Industrielle Technologien umfasst die **Weißer Biotechnologie**. Sie beinhaltet all die biotechnologischen Produkte und Prozesse, welche für chemische Synthesen genutzt, bei der Rohstoff- und Energiegewinnung oder Abfall- und Abwasserbehandlung eingesetzt werden (BMBF 2011). Ziel ist es dabei, industrielle Prozesse mittels Einsatz von Mikroorganismen ökonomischer zu gestalten, indem man Prozessschritte einspart oder den Materialeinsatz reduziert. Aber auch eine ökologische Optimierung von Prozessen spielt eine immer größere Rolle. Die unvermeidliche Produktion von Reststoffen und Emissionen in industriellen Prozessen soll mit

---

<sup>7</sup>Die Hybridomtechnik ist ein Verfahren, bei dem Lymphozyten (zelluläre Bestandteile des Blutes) mit Myelomzellen (Krebszellen) zu Hybridomzellen verschmolzen werden, diese dienen wiederum der Produktion von mab (BROCKHAUS 2012).

<sup>8</sup>Monoklonale Antikörper entstehen bei verschiedenen Erkrankungen, die künstliche Erzeugung erfolgt mittels Hybridomtechnik (BROCKHAUS 2012).

Hilfe biotechnologischer Methoden umweltverträglicher werden (FÖRSTNER 2012). Die Nutzung von Mikroorganismen oder deren Enzymen zur Herstellung von Feinchemikalien<sup>9</sup>, verschiedenen Wirkstoffen und neuen Materialien sowie Kraftstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ist ebenfalls Bestandteil der weißen Biotechnologie (BULLINGER 2006).

Die **Graue Biotechnologie** deckt den Sektor der Umweltbiotechnologie ab. Gemeint sind hier Verfahren zur Beseitigung von Umweltbelastungen und -schäden. Dazu zählen mit Hilfe von Mikroorganismen durchgeführte Bodensanierungen, Abwasser-, Abluft- und Abgasreinigung genauso wie Kompostierung und Altlastensanierung mittels mikrobiellen Prozessen und Techniken zum Nachweis und Abbau von Schadstoffen. Weitere wichtige Punkte der grauen Biotechnologie sind das Erforschen neuer Energieformen sowie das Recyceln und Erhalten von fossilen Energieträgern (FÖRSTNER 2012, RAUEISER 2006).

Einen weiteren neuen Bereich der Biotechnologie hat der Entomologe Vilcinskas eingeführt. Er bezeichnet den Bereich der Insekten-Biotechnologie als **Gelbe Biotechnologie**. In seinem Buch "Insect Biotechnology" definiert er sie wie folgt: "The definition of insect biotechnology provided in this book refers to any technological application that uses insects or derivatives thereof, to make or modify products or processes for specific use in agriculture, food, science, and medicine." (vgl. Vilcinskas, S. 67 (VILCINSKAS 2010a)). Nach Vilcinskas passt die Farbe Gelb zur Insektenbiotechnologie, da zum Einen die Hämolymphe<sup>10</sup> vieler Insekten gelb ist. Zum Anderen stehe Gelb für Asien, wo seit vielen tausend Jahren durch Insekten Seide produziert wird, weshalb man der Insekten-Biotechnologie dort viel offener gegenüber stehe (VILCINSKAS 2010b).

Die Gelbe Biotechnologie beschreibt Vilcinskas als Schnittstelle zwischen Roter, Grüner und Weißer Biotechnologie (VILCINSKAS 2012). So findet sie zum Beispiel Einsatz in der Phytomedizin, wo Antimikrobielle Peptide von Insekten zum Pflanzenschutz eingesetzt werden. Auch im Bereich der Medizin können Insekten helfen bei der Erforschung von Krankheiten (VILCINSKAS 2010a). In der wissenschaftlichen Literatur hat sich die Bezeichnung "Gelbe Biotechnologie" noch nicht durchgesetzt.

### 4.2.2 Die verschiedenen Einsatzfelder der grünen Biotechnologie

Die grüne Biotechnologie umfasst ein sehr weites Feld an Methoden und Einsatzfeldern. In diesem Abschnitt wird deshalb nur ein kleiner Einblick gegeben. Es findet eine Untergliederung in die Bereiche Tier- und Pflanzen-Biotechnologie statt. An dieser Stelle wird knapp auf die wichtigsten Methoden beider Bereiche eingegangen.

---

<sup>9</sup>Feinchemikalien sind technisch hergestellte Chemikalien, die einen sehr hohen Reinheitsgrad aufweisen (BROCKHAUS 2012).

<sup>10</sup>Hämolymphe ist die Körperflüssigkeit von Insekten und anderer wirbelloser Tiere ohne geschlossenen Blutkreislauf. Hauptaufgabe der Hämolymphe ist der Transport von Nährstoffen und die Regelung des Temperatúrausgleichs (BROCKHAUS 2012).

### Tier-Biotechnologie

Das Ziel biotechnologischer Methoden in der Tierzucht ist die Steigerung des wirtschaftlichen Nutzwertes des einzelnen Tieres. Tier-biotechnologische Methoden lassen sich in die Bereiche zell- und fortpflanzungsbiologische Techniken, molekulare Diagnostik, Gentransfer in eukaryotische Zellen und Verwendung transgener Zellen (GELDERMANN, MOMM 1995) einteilen. Die Künstliche Besamung (KB), der Embryonentransfer, die Erbfehlerdiagnose und die Erzeugung transgener Tiere werden im Folgenden näher dargestellt.

Bereits seit 1790 wird die **Künstliche Besamung** mit Hunden und Amphibien durchgeführt. Sie umfasst die instrumentelle Gewinnung des Spermas, die anschließende Konservierung und Portionierung, sowie die Übertragung der Spermien in das Muttertier. Bedeutend hierbei ist die zeitlich unabhängige Verwendung von Vatertieren, da die Samenkonservierung eine Nutzung auch nach längerer Lagerung möglich macht. Der überbetriebliche Einsatz von Vatertieren ermöglicht eine gezielte Paarung von Zuchttieren, das Bilden einer gleichmäßigen Population und einen hohen Zuchterfolg. Durch die Verwendung weniger Vatertiere ist eine Gefahr der KB ein erhöhtes Risiko an Inzucht innerhalb einer Population. Auch die Verbreitung von unerwünschten Erbanlagen kann eine nicht gewollte Folge sein (GELDERMANN, MOMM 1995, GELDERMANN, BARTENSCHLAGER 2005).

Mit Hilfe biotechnologischer Methoden ist es möglich geworden, mehr Embryonen und dadurch Nachkommen von einem Muttertier zu gewinnen, als dieses auf natürlichem Wege erzeugen kann. Durchgeführt wird das Verfahren des **Embryonentransfers** hauptsächlich in der Rinderzucht. Dabei wird mittels Hormonen eine sogenannte Superovulation ausgelöst. Die dadurch gewonnen Eizellen werden vereinzelt besamt. Nach der Gewinnung der Embryonen erfolgt eine Embryonenbeurteilung und anschließend die Konservierung. Der Embryonentransfer findet in geeignete Empfängertiere statt (GELDERMANN, BARTENSCHLAGER 2005).

Durch die Gentechnik ist die **Diagnose von Erbfehlern** möglich geworden. Da deren nachteiligen Effekte einen erhöhten Mehraufwand und Minderertrag verursachen, ist die Erbfehlerprophylaxe ein bedeutender Bereich in der Tierzucht. Mit Hilfe von DNA-Sonden ist es möglich, dass Veränderungen der genetischen Informationen dargestellt werden, besonders bedeutend ist der Nachweis rezessiv vererbbarer Defekte.

Da die Zahl der Mutationen sehr groß ist, stößt die Erbfehlerprophylaxe an ihre Grenzen. Einfach zu diagnostizieren sind bereits bekannte Mutationen. Ist jedoch die genetische Ursache für einen Erbfehler nicht bekannt, sind aufwendigere Methoden notwendig. Es müssen ständig neue Tests entwickelt werden (GELDERMANN, MOMM 1995).

Die **Erzeugung transgener Tiere** ist eine weitere Methode der Tier-Biotechnologie. Hier wird *in vitro* erzeugte DNA in die Körper- oder Keimbahnzellen des Empfängertieres übertragen. Diese Tiere sollen das Transgen in erblicher Form in sich tragen. Der erste DNA-Transfer in die Eizellen beim Wirbeltier fand bereits im Jahr 1977 statt. Berühmteste Errungenschaft ist wohl die Anwendung eines Kerntransfers für die Züchtung des transgenen Schafes Dolly.

Die Ziele der Erzeugung transgener Tiere sind vielfältig. Im Bereich der Landwirtschaft spielt vor allem die Verbesserung von Merkmalen des Nutztieres eine große Rolle. Hier soll ein positiver Einfluss genommen werden auf die Produktion, Reproduktion, Vitalität und Krankheitsresistenz des Tieres. Eine wichtige Rolle spielen transgene Tiere aber auch im Bereich der Medizin. So ist es durch sie möglich, Genfunktionen oder Krankheitsursachen zu analysieren. Sie dienen der Gewinnung von humanen Proteinen oder werden für toxikologische Tests eingesetzt (GELDERMANN, BARTENSCHLAGER 2005).

### **Pflanzen-Biotechnologie**

In der Pflanzenzüchtung ist das Ziel der biotechnologischen Forschung die Verbesserung von Pflanzeigenschaften. Dabei ist die Veränderung von Pflanzengenomen entscheidend. Sie ist jedoch keine Erfindung der Gentechnik. Eine gezielte Veränderung der Gene fand bereits vor der Entdeckung der Gesetzmäßigkeiten der Vererbung durch Mendel statt (FRIEDT 1988). Pflanzen wurden anhand von phänotypischen Merkmalen und bereits bekannten Eigenschaften ausgewählt und miteinander gekreuzt, um dadurch bessere und robustere Sorten zu erhalten. Der Erfolg dieser Kreuzungen konnte wiederum nur durch Beobachtung festgestellt werden. Durch die Errungenschaften in der Genomforschung und die Entwicklung biotechnologischer Methoden konnten Pflanzenzüchtungsprozesse beschleunigt werden. Es können zum Beispiel durch die Marker gestützte Selektion (MAS) Pflanzen auf molekularer Ebene beobachtet und bereits früh im Züchtungsprogramm aussortiert werden, wenn sie nicht die gewünschten Eigenschaften aufweisen (BMBF 2008).

Durch die **Zell- und Gewebekulturtechnik** ist es möglich geworden, komplette Pflanzen *in vitro* zu züchten. Basis hierfür ist die Totipotenz von pflanzlichen Zellen. Das bedeutet, dass aus einer einzelnen Zelle eine komplette Pflanze regeneriert werden kann. Fortschritte in diesem Bereich wurden vor allem erzielt, seit der Schwerpunkt auf Nutzpflanzen, wie Kartoffeln, Raps, Getreide und Leguminosen gesetzt wurde. Mit Hilfe der Zell- und Gewebekulturtechnik ist es unter anderem möglich, eine *in vitro*-Selektion vorzunehmen. Hierbei werden z.B. gegenüber Pathogenen oder Trockenheit resistente Zellen isoliert. Da diese Technik auf Zellebene stattfindet, ist sie auf kleinsten Raum (im Labor) und mit einer Vielzahl an Zellen möglich (PRÄVE 1994). Im Bereich der Forstwirtschaft werden *in vitro*-Methoden seit langem angewandt. Mehrere hundert Millionen Pflanzen werden weltweit durch Züchtung im Reagenzglas vermehrt. Besonders erfolgreich ist dieses Verfahren

bei den Laubbäumen Traubeneiche und Stieleiche und bei den Nadelbäumen Europäische Lärche, Fichte und Douglasie (BMBWFT 1995).

**Mikroorganismen** spielen im Boden bei Bodenbildungsprozessen oder in Symbiose mit Pflanzen bei dessen Nährstoffversorgung eine sehr große Rolle. Diesen Fakt nutzt auch die Biotechnologie. So werden im Kulturpflanzenbau seit vielen Jahren gezielt Mikroorganismen in den Boden eingebracht. Beim Anbau von Sojabohnen werden zum Beispiel die für den Stickstoffhaushalt der Pflanze notwendigen Rhizobien<sup>11</sup> in den Boden injiziert. Das geschieht entweder durch Impfung des Bodens oder durch Umhüllung des Saatgutes (OTTOW 2011).

Ein weiteres Bodenbakterium spielt im biotechnologischen Pflanzenschutz seit circa 40 Jahren eine wichtige Rolle. Das sporenbildende Bakterium *Bacillus thuringiensis* (Bt) besitzt ein Toxin, das während der Sporenbildung im Zellinnern abgelagert und als natürliches Insektizid eingesetzt wird. Präparate mit dem Bt-Toxin werden auf betroffene Flächen ausgebracht und von den Raupen schädlicher Schmetterlinge, Käfer und Zweiflüglern aufgenommen. Im Darm der Raupen wird das Toxin aktiv. Es zerstört die Darmwände und tötet den Schädling. Da es für Menschen und Wirbeltiere ungefährlich ist, kann es bedenkenlos eingesetzt werden. Allerdings sind ähnlich wie bei vielen chemischen Insektiziden auch hier bereits Resistenzbildungen bei verschiedenen Schädlingsstämmen zu beobachten (OTTOW 2011, WAGNER. FELDMANN 2006).

Durch die Gentechnik wurde es möglich, Pflanzen so neu zu kombinieren, wie es durch konventionelle Methoden vorher nicht möglich war. Die Produkte dieser gentechnischen Veränderungen bezeichnet man als transgen (vgl. Abschnitt 3.2). Ziel dieser neuartigen Veränderungen ist das Einbringen von Toleranzen oder Resistenzen gegen pilzliche Krankheiten, Viren, Herbizide oder abiotische Faktoren (Kälte, Salz, Trockenheit etc.). Die erste transgene Lebensmittel-Pflanze ist 1994 in den USA auf den Markt gekommen. Es handelte sich dabei um die FlavrSavr-Tomate. Heute sind auch andere Kulturpflanzen, wie zum Beispiel Mais, Soja oder Raps auf dem Lebensmittelmarkt zugelassen (WAGNER. FELDMANN 2006).

Mit der Entwicklung **transgener Pflanzen mit Herbizidtoleranz** konnten nach Miedaner (MIEDANER 2010) in den USA im Mais- und Sojaanbau bereits 30% Herbizide, ohne daraus folgende Ertragsrückgänge, eingespart werden. Pflanzen mit dieser Toleranz bilden Enzyme, welche die Wirkung von Totalherbiziden<sup>12</sup> aufhebt. Der Landwirt kann dadurch seinen Acker unkrautfrei halten, ohne die Kulturpflanze zu schädigen. Bekannte Totalherbizide sind *Basta*<sup>®</sup> und *Roundup*<sup>®</sup>. Sie haben

---

<sup>11</sup>Rhizobien sind Knöllchenbakterien, sie sind in der Lage Luftstickstoff zu binden, sie leben in Symbiose mit Leguminosen (Hülsenfrüchten) und verbessern dadurch deren Stickstoffhaushalt (OTTOW 2011).

<sup>12</sup>Totalherbizide sind in der Lage die gesamte Vegetation abzutöten, indem sie z.B. die Fotosynthese hemmen (BROCKHAUS 2012).

eine kurze Lebensdauer im Boden und sollen dadurch relativ umweltfreundlich sein (MIEDANER 2010).

Bei der Entwicklung von insektenresistenten **Bt-Mais** macht sich die grüne Gentechnik die bereits erfolgreiche Wirkung des Bt-Toxins zu Nutze. Ein Gen, welches für die Produktion des toxischen Proteins (*cry*-Gen) verantwortlich ist, wird in die Maispflanze übertragen. Es sind mittlerweile circa 140 *cry*-Gene identifiziert, welche jeweils unterschiedliche Spezifität gegen Falter, Zweiflügler und Käfer haben. Dadurch ist ein spezifischer Einsatz in der Erstellung von resistenten Kulturpflanzen möglich (NIERMANN 2011).

Eine weitere bedeutende biotechnologische Errungenschaft im Bereich der Pflanzenzüchtung ist die Entwicklung der **Sterilen-Insekten-Technik (SIT)**. Wobei steril in diesem Zusammenhang nicht bedeutet, dass die Insekten keine Eier oder Sperma mehr produzieren. Die Nachkommen der gezielt in den Befall eingebrachten sterilen männlichen Insekten besitzen allerdings so starke Mutationen, dass sie nicht überlebensfähig sind. Erfolgreich eingesetzt wurde die SIT bereits in Californien gegen den Roten Baumwollkapselwurm *Pectinophora gossypiella*, in Zanzibar gegen die Tsetse-Fliege *Glossina austeni* und in Nord- und Zentralamerika gegen die Neuwelt-Schraubenwurmflye *Cochliomyia hominivorax*.

Die konventionelle Methode der SIT ist die Bestrahlung der männlichen Insekten mit ionisierender Strahlung. Diese löst eine Fragmentierung der Chromosomen aus. Allerdings kann die Bestrahlung die Fitness der dann sterilen Tiere einschränken und somit den Erfolg beeinträchtigen.

An der Fruchtfliege *Ceratitis capitata* ist es gelungen, auf den Einsatz von ionisierender Strahlung zu verzichten, indem man mittels gentechnischer Methoden die männlichen Individuen sterilisiert. Diese transgenen Männchen sind in ihrer Fitness nicht eingeschränkt. Das Verfahren konnte ebenfalls bei der Taufliege *Drosophila melanogaster* angewendet werden und ist auch auf andere Spezies übertragbar (HORN, WIMMER 2002).

### 4.3 Biotechnologie im ökologischen Landbau

Um auf den Einsatz biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau einzugehen ist es wichtig, die rechtlichen Grundlagen zu betrachten. Für den ökologischen Landbau gelten gesonderte gesetzliche Regelungen, welche in der EG-Öko-Verordnung festgehalten sind. Durch sie ist die Anwendung von Biotechnologie limitiert. Im Folgenden werden sowohl rechtliche Rahmenbedingungen als auch biotechnologische Anwendungen vorgestellt.

### 4.3.1 Rechtliche Grundlagen

Die EG-Öko-VO aus dem Jahr 2007 (NEUERBURG 2011) spricht kein Verbot gegen den Einsatz biotechnologischer Methoden aus. Neue Produktionsweisen und Techniken, welche Vorteile und Nutzen für die ökologische Landwirtschaft bringen, sollen ausdrücklich gefördert werden.

Die Verwendung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) ist jedoch strengstens untersagt. Futtermittel, Pflanzenschutz- oder Düngemittel, Bodenverbesserer, Saatgut oder andere für die ökologische Produktion notwendige Produkte dürfen nicht aus oder durch GVO hergestellt sein. Der Einsatz ionisierender Strahlung in der Lebens- und Futtermittelproduktion ist ebenfalls verboten. Diese darf nicht zum Haltbarmachen, Entkeimen oder sonstiger Behandlung der Produkte genutzt werden.

In der Tierhaltung ist eine Vergrößerung des Genpools anzustreben, diese soll vornehmlich auf natürlichen Wege stattfinden. Das Klonen von Tieren und ein Embryonentransfer sind nicht gestattet. Die künstliche Besamung ist jedoch eine erlaubte Methode der Fortpflanzung.

Die Verwendung lebender Organismen und natürlicher oder naturgemäß gewonnener Stoffe für die ökologische Produktion ist gestattet. Ebenso dürfen Erzeugnisse pflanzlichen, tierischen, mikrobiellen oder mineralischen Ursprungs zum Einsatz kommen. Somit dürfen auch verschiedene biotechnologische Methoden angewandt werden. Zu den in der EG-Öko-VO aufgeführten erlaubten Mitteln, welche mit Hilfe von biotechnologischen Methoden hergestellt werden oder biotechnologische Prozesse auslösen, gehören zum Beispiel:

- **Düngemittel und Bodenverbesserer:**  
kompostierte oder fermentierte bio-Haushaltsabfälle,  
kompostiertes oder fermentiertes bio-Pflanzenmaterial,  
Nachstehende Produkte oder Nebenprodukte tierischen Ursprungs (Hufmehl, Hornmehl, Wolle, Milcherzeugnisse etc.)
- **Pestizide und Pflanzenschutzmittel:**  
Azadirachtin (Wirkstoff des Neembaums),  
Pyrethrine (aus *Chrysanthemum cinerariaefolium*),  
Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze),  
Pheromone (flüchtige Signalstoffe)
- **Futtermittelzusatzstoffe und Substanzen für die Tierernährung:**  
Zootechnische Zusatzstoffe (Enzyme und Mikroorganismen),  
Silierzusatzstoffe (Enzyme, Hefen, Bakterien),  
Konservierungsmittel (Milchsäure, Zitronensäure etc.)

Die genannten Mittel stellen nur einen Auszug derer dar, welche in der EG-Öko-VO angegeben sind (NEUERBURG 2011).

### 4.3.2 Einsatzfelder im Ökologischen Landbau

Wie in Abschnitt 4.3.1 bereits dargestellt, gibt es auch im ökologischen Landbau viele Einsatzfelder der Biotechnologie. Einige werden im Folgenden erläutert.

Dem Wirkstoff des Niembaumes (*Azadirachta indica*, Fam.:*Meliaceae*) kam vor allem durch Schmutterer (SCHMUTTERER 1988) großes Interesse im Bereich Pflanzenschutz zu. Der Wirkstoff **Azadirachtin** wurde im Jahr 1968 durch Butterworth und Morgan aus den Samen des Niembaumes isoliert. Im Journal of Insect Physiologie beschreibt Schmutterer bereits 1988 die insektiziden Effekte von Azadirachtin oder Azadirachtin-enthaltenden Extrakten (SCHMUTTERER 1988). Besonders hervorzuheben sind die fraßhemmenden Effekte, zusätzlich wird die Entwicklung der Insekten gestört und die Reproduktionsfähigkeit beeinträchtigt. Des Weiteren ist nach der Aufnahme die Fitness der Tiere sehr beeinträchtigt, so dass Häutungsprozesse gestört sind. Adulte Insekten sind oft nicht mehr zur Kopulation fähig. Bei der weiblichen Fruchtfliege *Ceratitis capitata* wurde eine Unfähigkeit der Erkennung männlicher Pheromone beobachtet. Einige adulte Fliegen und Käfer verloren ihre Flugfähigkeiten oder waren in dieser stark beeinträchtigt (HEIN 1998, SCHMUTTERER 1988). Wegen seiner äußerst geringen toxischen Wirkung auf Säugetiere ist Azadirachtin ein geeignetes, selektives und umweltschonendes Insektizid. Nach Hummel (HUMMEL 2006) zeigt der Wirkstoff bei Nützlingen wie Honigbienen oder Parasitoiden kaum negative Effekte.

**Pheromone** sind Duftstoffe, die zwischen den verschiedenen Individuen einer Spezies zur Kommunikation ausgetauscht werden. Bei Insekten sind mehrere hundert Pheromone bekannt. Sie werden zur umweltschonenden Schädlingskontrolle eingesetzt.

Viele Insekten benutzen sogenannte Sexuallockstoffe, um in der Kopulationszeit zueinander zu finden. Sind diese Lockstoffe identifiziert und synthetisiert, können sie im Pflanzenschutz angewendet werden. Sie werden in Fallen in der entsprechenden Kultur ausgebracht. In den meisten Fällen sind Pheromone sehr spezifisch, doch es kann passieren, dass neben den Schädlingen auch Nützlinge durch die Duftstoffe angelockt werden. Deshalb muss bei den Fallen darauf geachtet werden, dass nur die Schadorganismen eliminiert werden.

Sexuallockstoffe werden entweder zu Überwachung der Schädlingspopulation eingesetzt (Monitoring) oder zum direkten Massenfang. Eine weitere Einsatzmöglichkeit ist die Verwirrtechnik.

Beim Monitoring wird oft mit Klebfallen gearbeitet, die regelmäßig auf Schädlinge kontrolliert werden. Ist eine bestimmte Schadschwelle überschritten, können weitere Bekämpfungsmaßnahmen ergriffen werden. Im Weinbau wird meist die Verwirrtechnik angewandt. Dafür werden in bestimmten Abständen mit Pheromonen getränkte Plastikbehälter ausgehängt. Da der Empfänger<sup>13</sup> immer in Richtung der höchsten

---

<sup>13</sup>Es gibt immer einen Sender von Sexualduftstoffen (meist das Weibchen) und einen entsprechenden Empfänger (Männchen) (PETERS, DETTNER 2010).

Konzentration an Duftstoffen fliegt, sind die Sender nicht mehr in der Lage isolierte Duftstoffbahnen auszusenden. Folglich ist eine Ausbreitung und Fortpflanzung des Schädlings stark eingedämmt, weil die zur Kopulation führende Orientierung und Paarfindung gestört ist (PETERS, DETTNER 2010).

Pheromone sind aufgrund der manuellen Ausbringung noch nicht in Flächenkulturen anwendbar. Es gibt bisher keine akzeptable großflächentaugliche Möglichkeit für den Bereich des integrierten und ökologischen Landbaus. Abhilfe könnte die Verwendung von **Nanofasern** schaffen. Das Verbundprojekt "Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau", welches vom Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt wurde, hat den Einsatz von Nanofasern als Träger für Pheromone untersucht (FISA 2012). Bio-abbaubare, pheromonbeladene und elektrogessponnene Nanofasern dienen als Dispensersystem. Sie wurden im Weinbau in der Verwirrungsmethode eingesetzt. So sollte die Traubenwicklerart *Lobesia botrana* eingedämmt werden. Zunächst waren die Ergebnisse sehr gut, allerdings war die Wirkungsdauer der Pheromone noch nicht zufriedenstellend. Für einen erfolgreichen Einsatz müsste weiter geforscht werden (HEIN 2011, HUMMEL 2010). Zur Zeit fehlt jedoch die finanzielle Unterstützung für die Fortführung des Projektes.

Noch viele weitere biotechnologische Methoden finden im ökologischen Landbau Einsatz, zum Beispiel die Ausbringung des Bt-Toxins oder die Verwendung von Pyrethrum-Extrakten zur Schädlingsregulierung.

### 4.4 Gesellschaftliche Wahrnehmung

Ein Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, ob seitens der Gesellschaft eine Ablehnung gegenüber biotechnologischen Methoden besteht. Wenn die gesellschaftliche Wahrnehmung negativ ist, ist das auch die Ursache für eine Ablehnung der Biotechnologie und biotechnischer Methoden im ökologischen Landbau?

Bei der Literaturrecherche konnten keine expliziten Angaben zur Akzeptanz der Biotechnologie im ökologischen Landbau gefunden werden. Die Europäische Kommission führt jedoch im regelmäßigen Abstand von 2-3 Jahren eine Umfrage in den EU-Mitgliedstaaten durch. Erfragt wird hier unter anderem die allgemeine Einschätzung der Biotechnologie (BMBFa 2012). Im Folgenden werden die für diese Arbeit wichtigsten Ergebnisse aufgeführt.

Bei der Einschätzung des Zukunftspotentials liegt die Biotechnologie im Vergleich zu anderen Bereichen, in denen neuen Technologien entwickelt werden, im Mittelfeld. In der Abbildung 4.7 ist zu sehen, dass die Biotechnologie und die Gentechnik (B&G) sowohl in 2005 als auch in 2010 von ca. der Hälfte der EU-Bürger als positiv zukunftssträftig eingestuft wird. Kritisch anzumerken ist hier, dass Biotechnolo-

gie und Gentechnik zusammen gesehen werden. Dadurch ist an dieser Stelle nicht ersichtlich, ob bei einer getrennten Betrachtung das Eine ohne das Andere besser dastünde. Betrachtet man die Bewertung auf Deutschlandebene, so zeigt sich, dass hier B&G schlechter bewertet werden als auf EU-Ebene. 33% der Deutschen im Vergleich zu 20% der EU-Bürger sehen ein negatives Zukunftspotential für die Errungenschaften der Biotechnologie und Gentechnik. Nur 42% denken, dass die Errungenschaften in diesen Bereichen in den nächsten 20 Jahren einen positiven Einfluss auf ihre Art zu leben haben (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010).

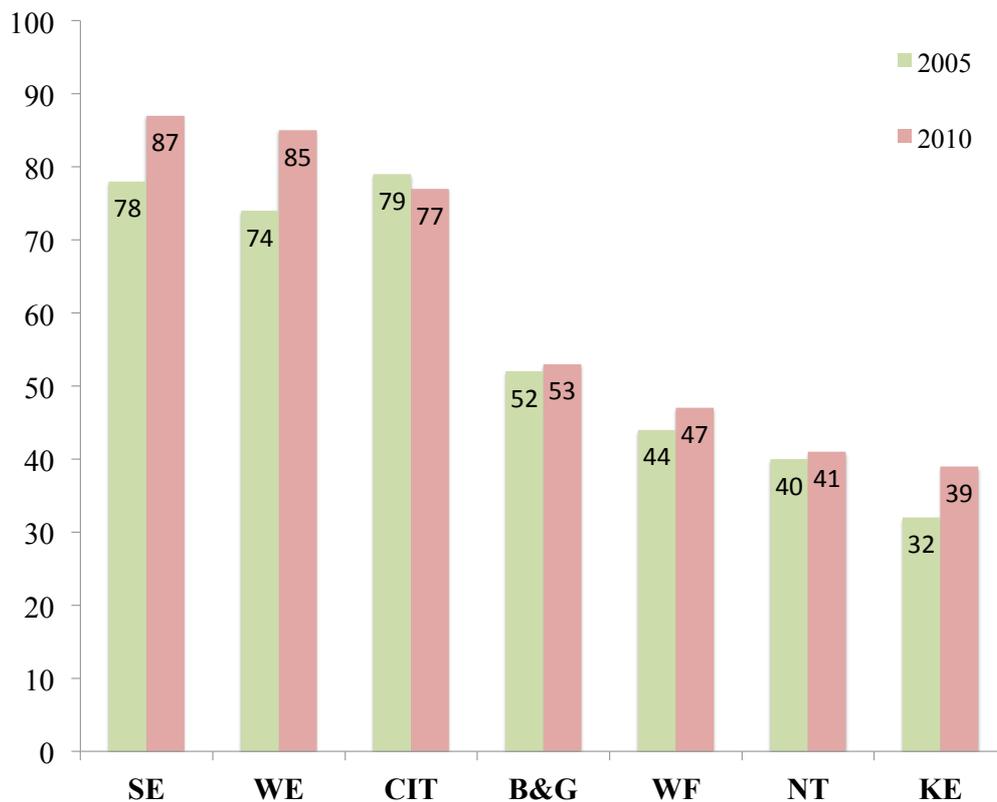


Abbildung 4.7: Dargestellt ist der prozentuelle Anteil derer, die folgender Ansicht sind: "Die genannten technologischen Entwicklungen werden unsere Art zu Leben positiv beeinflussen." 2005 und 2010 im Vergleich. Befragte: Bewohner der EU-Mitgliedsstaaten. Abkürzungen: SE = Solarenergie, WE = Windenergie, CIT = Computer- und Informationstechnologie, B&G = Biotechnologie und Gentechnik, WF = Weltraumforschung, NT = Nanotechnologie. Quelle: Eigene Darstellung nach Eurobarometer 2005 und 2010 (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010, GASKELL 2006)

Im Bereich Gentechnikakzeptanz bietet das Eurobarometer-Biotechnologie aus dem Jahr 2010 mehr Informationen als zu Akzeptanz der Biotechnologie. 57% der Deutschen sind der Meinung, dass gentechnisch veränderte Lebensmittel (GVL)

nicht helfen, die deutsche Wirtschaft zu fördern. Nur 33 % befinden GVL für wirtschaftsfördernd. Mehr als ein Drittel der deutschen Bevölkerung denkt, dass GVL den Menschen in Entwicklungsländern helfen, genauso viele sind davon jedoch nicht überzeugt. Drei Viertel der Deutschen befindet GVL für ihre eigene Familie und für künftige Generationen bedenklich und bei vier von fünf Deutschen rufen sie ein starkes Unbehagen hervor. Insgesamt wurde durch diese Umfrage festgestellt, dass in Deutschland eine große Skepsis und Abneigung gegenüber der Gentechnik herrscht. GVL werden für umweltschädlich gehalten und das Klonen sowie die gentechnische Veränderung von Lebensmitteln wird für nicht förderungswürdig befunden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010).

Auch die Nanotechnologie ist Thema der aktuellen Umfrage. Hier zeigt sich zwar, dass ein Großteil der EU-Bürger schon einmal von Nanotechnologie gehört hat, aber es wird auch deutlich, dass viel Unwissenheit über diese Technologie vorherrscht. Nichts desto trotz sind 40 % für eine Förderung der Nanotechnologie, nur 25 % dagegen. In Deutschland finden immerhin 46 % der Befragten die Nanotechnologie förderungswürdig, 29 % sind gegenteiliger Meinung (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010).

Im Gegensatz zur Grünen Gentechnik genießen gentechnische Methoden im Bereich der Medizin und Pharmazie eine größere Akzeptanz. Die Menschen erhoffen sich durch sie bessere Therapiechancen und Heilung bei schwerwiegenden Krankheiten. Auch die Diagnose von Krankheiten durch die Gentechnik wirkt sich positiv auf die gesellschaftliche Wahrnehmung aus (BPB).

Die deutsche Genetikerin Nüsslein-Volhard kritisiert 2012 die Einschränkungen gegenüber der Gentechnik-Forschung durch den Gesetzgeber hart. Sie betont die Vorteile, die für einen Einsatz von gentechnischen Methoden sprechen. So könne man die immer weiter wachsende Weltbevölkerung ernähren, die Qualität der Nahrungsmittel verbessern und den Naturschutz unterstützen. Ihr Vorwurf ist, dass die Gesetzgeber eher auf Umweltschützer hören als auf Wissenschaftler. Dadurch werden deutsche Forscher aus dem internationalen Wettbewerb ausgeschlossen (NÜSSLEIN-VOLHARD 2012). Auch hier wird deutlich, welche große Rolle das öffentliche Bild spielt und wie wichtig es ist, die größere Lobby hinter sich zu haben.

Neben gentechnischen Methoden werden in der Umfrage der Europäischen Kommission keine Meinungsbilder zu weiteren biotechnologischen Methoden untersucht. Auch bei der Literaturrecherche wurden hierzu keine aussagekräftigen Daten gefunden. Somit ist es an dieser Stelle nicht möglich, eine Aussage über die gesellschaftliche Wahrnehmung der Biotechnologie außerhalb der Gentechnik zu machen.

## 4.5 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurde die Biotechnologie genauer betrachtet. Anhand der in Abschnitt 4.1 erläuterten Geschichte ist deutlich geworden, dass die Biotechnologie kein neues Phänomen ist. Im Gegenteil, biotechnologische Methoden werden seit mehreren tausend Jahren angewandt.

Zu Beginn des letzten Jahrhunderts wurde der Begriff Biotechnologie 1919 durch Ereky eingeführt. Seitdem rückte sie auch wissenschaftlich in den Fokus und damit in Diskussion. Durch ständig stattfindende Entwicklungen findet ununterbrochen eine Begriffserweiterung statt. Heute spielt die Gentechnik in allen Feldern der Biotechnologie eine wichtige Rolle, auch in der in Abschnitt 4.2 vorgestellten Grünen Biotechnologie. Doch hier wird deutlich, dass es neben gentechnischen Methoden noch viele weitere biotechnologische Einsatzfelder gibt. Im Ökologischen Landbau ist Gentechnik verboten, die Biotechnologie jedoch nicht. In Abschnitt 4.3 wurde ein Teil der erlaubten Methoden vorgestellt.

Ob ein Bedeutungswandel des Begriffs stattgefunden hat, kann an dieser Stelle nicht gesagt werden. Auch der Abschnitt 4.4, in dem die gesellschaftliche Wahrnehmung untersucht wurde, konnte keine Antwort geben. In der Literatur wurden viele Informationen zur Akzeptanz der Gentechnik gefunden. Es hat sich gezeigt, dass die Gentechnik im Bereich der Landwirtschaft und Ernährung wenig Akzeptanz findet, jedoch im Bereich der Medizin und Pharmazie auf mehr Zuspruch stößt. Neben der Gentechnik gibt es aber noch weitere biotechnologische Methoden. Zur Akzeptanz der Biotechnologie gab es in der Literatur keine Hinweise. Es kann an dieser Stelle keine zufriedenstellende Antwort gefunden werden, ob die Gentechnik und die Biotechnologie gleichgesetzt werden, eine negative Beeinflussung dadurch stattfindet und die biotechnologische Forschung im ökologischen Landbau darunter leidet.

Aus diesem Grund sollen im nächsten Kapitel, mit Hilfe einer durchgeführten Umfrage, die offenen Fragen beantwortet werden.

# 5 Umfrageergebnisse

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Umfrage erstellt. Diese soll helfen, einen Einblick in das Meinungsbild zur Biotechnologie in der deutschen Gesellschaft zu bekommen. In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Umfrage vorgestellt.

## 5.1 Häufigkeitsverteilungen

379 Teilnehmer haben den Fragebogen vollständig ausgefüllt, davon sind 55 % weiblich und 45 % männlich. Mit 65 % hat der größte Teil der Befragten einen Fachhochschul- oder Hochschulabschluss oder befindet sich aktuell im Studium. 48 % der Teilnehmer sind zwischen 25 und 45 Jahre alt, 40 % zwischen 15 und 25 Jahre und nur 2 % der Befragten waren älter als 65 Jahre.

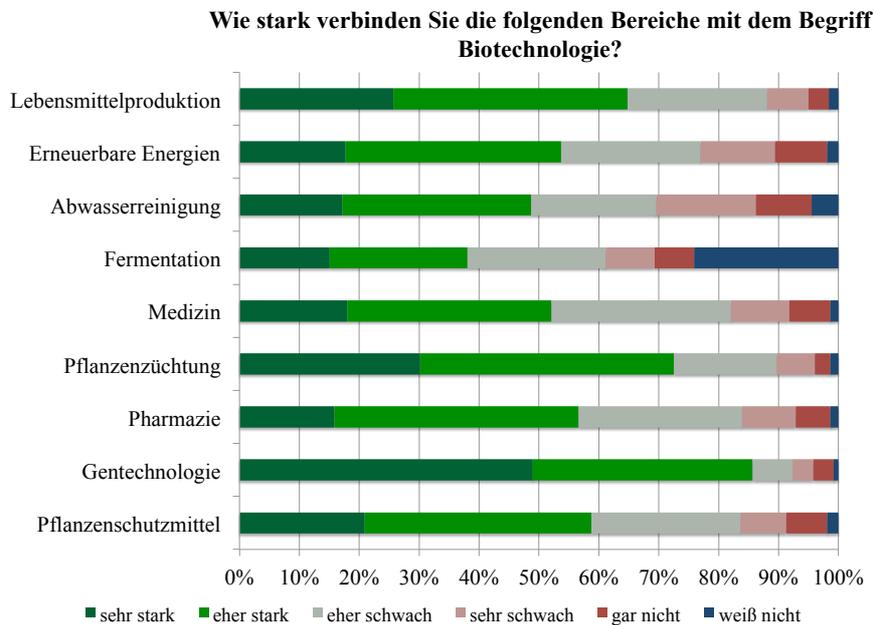


Abbildung 5.1: Wie stark verbinden Sie die genannten Bereiche mit Biotechnologie? Aufgeführt sind die vorgegebenen Bereiche und die dazugehörigen relativen Häufigkeiten der Antworten.

Zu Beginn der Umfrage musste der Begriff Biotechnologie eingeordnet werden. Ziel war es herauszufinden, wie stark die Teilnehmer verschiedene Bereiche mit dem Begriff verknüpfen. Abbildung 5.1 zeigt die Verteilung der verschiedenen Antworten.

Bemerkenswert ist, dass die *Fermentation*, als erste biotechnologische Anwendung in der Geschichte, lediglich von einem Drittel der Befragten mit Biotechnologie stark in Verbindung gebracht wird. 31 % sehen eine schwache Verbindung und 7 % gar keine. Ganz anders sieht es bei der *Gentechnologie* aus. Hier geben bei 86 % eine starke Verbindung an, lediglich 3 % sehen keinen Zusammenhang. Die *Lebensmittelproduktion* wird von 65 % der Befragten stark mit Biotechnologie verbunden. 72% der Teilnehmer sehen eine enge Verbindung zwischen *Pflanzenzüchtung* und Biotechnologie, bei *Pflanzenschutzmittel* sind es noch fast ein Drittel der Befragten.

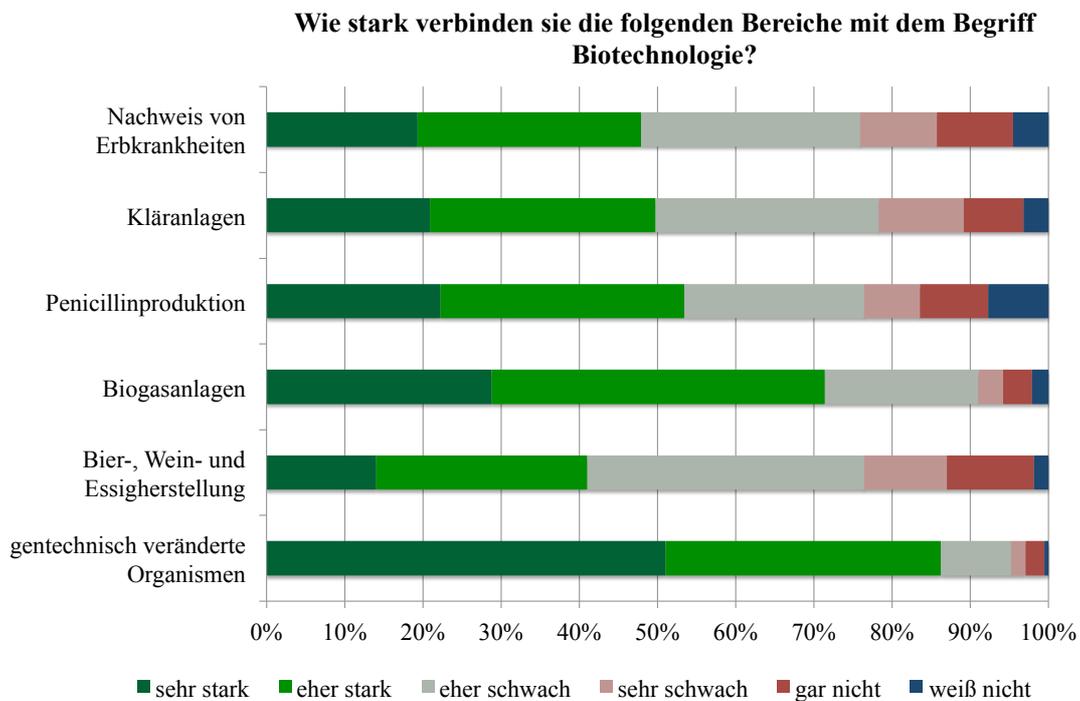


Abbildung 5.2: Wie stark verbinden Sie die genannten Bereiche mit Biotechnologie? Aufgeführt sind die vorgegebenen Anwendungen der einzelnen Bereiche und die dazugehörigen relativen Häufigkeiten der Antworten.

Dieses Ergebnis spiegelt sich auch in Abbildung 5.2 wider. Hier wurde nach verschiedenen Anwendungsbereichen aus den in Abbildung 5.1 angegebenen Gebieten gefragt. So wird zum Beispiel die *Bier-, Wein- und Essigherstellung* als Anwendung

der Fermentation von 41 % als biotechnologischer Prozess erkannt, 11 % sehen keinen Zusammenhang. Und *gentechnisch veränderte Organismen* als Anwendung bringen 86 % in Verbindung mit Biotechnologie.

In allen 15 in Abbildung 5.1 und 5.2 angegebenen Bereichen werden biotechnologische Methoden angewandt. Streng genommen ist also überall eine eher starke oder sehr starke Verbindung zu sehen, tatsächlich wird diese von lediglich 5 % der Befragten angegeben. Das verdeutlicht, dass unter den Befragten nur wenige den Begriff komplett richtig einordnen können. Jedoch haben circa 40 % der Teilnehmer 10 oder mehr Bereiche richtig eingeordnet.

Des Weiteren sollten die Teilnehmer der Umfrage ihre Einstellung zur Gentechnik angeben. Dabei sollten sie verschiedenen Aussagen zustimmen oder diese ablehnen. Abbildung 5.3 zeigt die Ergebnisse.

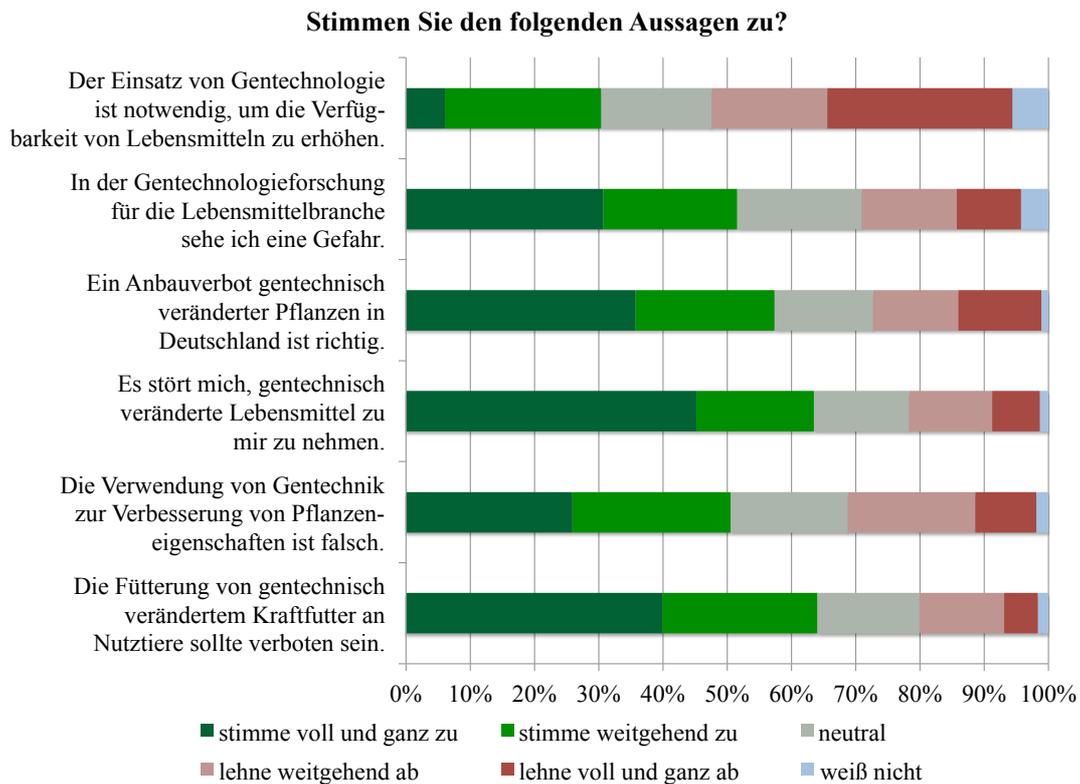


Abbildung 5.3: Einstellung der Befragten gegenüber Gentechnik. Abgebildet sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen Antworten der Teilnehmer.

Die stärkste Ablehnung erfährt die *Verfütterung von gentechnisch verändertem Kraftfutter an Nutztiere* und das *Essen von gentechnisch veränderten Lebensmitteln*.

Jeweils zwei Drittel der Befragten sprechen sich dagegen aus. 30 % der Befragten sind der Meinung, dass die *Gentechnik notwendig ist, um die Nahrungsmittelverfügbarkeit zu erhöhen*, 47 % teilen diese Meinung nicht. Knapp über die Hälfte der Teilnehmer sind für das *Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen* in Deutschland.

Bemerkenswert an den Antworten zu dieser Frage ist, dass der Anteil der “neutralen” Antworten relativ hoch ist, er liegt immer zwischen 15 % und 19 %. Der Anteil der Befürworter gentechnischer Methoden liegt in dieser Umfrage bei den verschiedenen Aussagen zwischen 20 % und 30 %.

Die Einstellung zum Einsatz der Biotechnologie im ökologischen Landbau wurde ebenfalls erfragt. Die Teilnehmer mussten zu verschiedenen biotechnologischen Methoden angeben, ob sie diese befürworten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5.4 dargestellt.

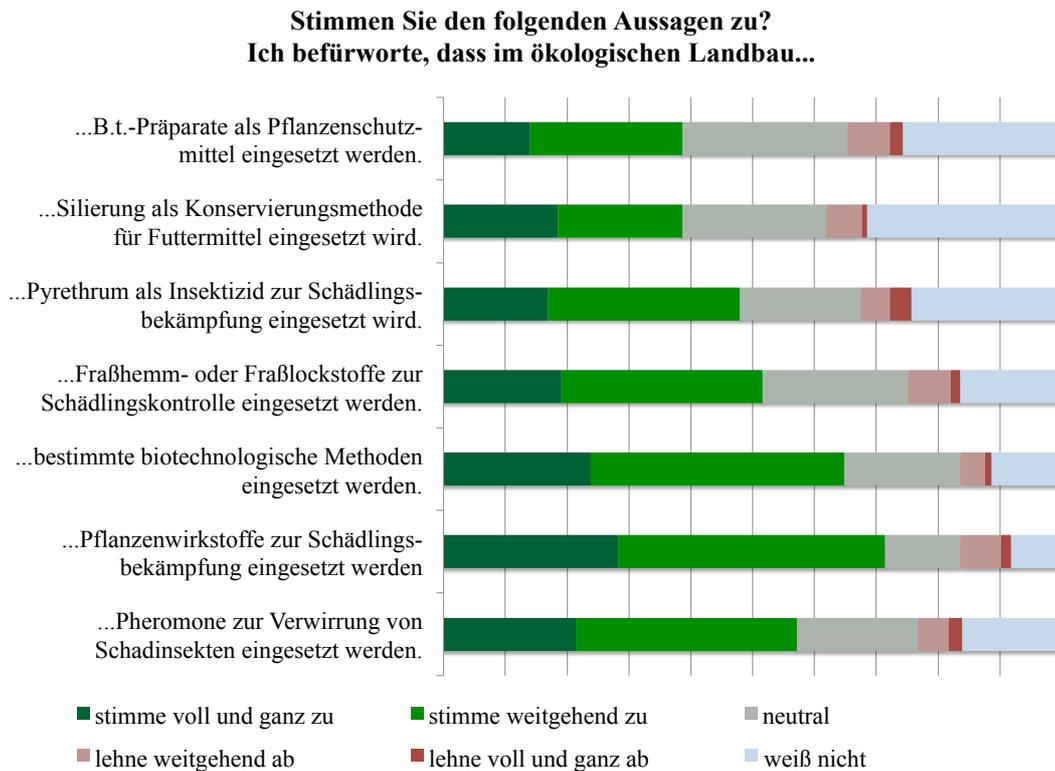


Abbildung 5.4: Einstellung der Teilnehmer gegenüber biotechnologischen Methoden im ökologischen Landbau. Abgebildet sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen Antworten der Teilnehmer.

Besonders auffällig ist, dass der Anteil der “weiß nicht”- und “neutral”- Angaben besonders hoch ist. So wissen zum Beispiel 31 % der Befragten nicht, was unter

Silierung zum Konservieren von Futtermitteln zu verstehen ist. Auch Pyrethrum und B.t.-Präparate können circa ein Viertel der Teilnehmer nicht einordnen. 65 % der Befragten sind für einen Einsatz biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau, sofern dessen Grundsätze nicht verletzt werden. Für Pflanzenwirkstoffe zur Schädlingsbekämpfung haben sich 71 % ausgesprochen. Im Bereich Biotechnologie und Ökologischer Landbau ist, den Ergebnissen nach zu urteilen, viel Unsicherheit und Nichtwissen vorhanden. Die Begriffe *Pyrethrum* und *Pheromone* wurden im Fragebogen in der Fußzeile erläutert. Dass hier trotzdem viele Teilnehmer "weiß nicht" gewählt haben, kann man als Bestätigung für deren Unsicherheit sehen.

Der Grund für die Erstellung des Fragebogens war, dass die folgenden Thesen geprüft werden sollen:

These 1:

Es besteht ein Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem Interesse und der Fähigkeit den Begriff Biotechnologie einzuordnen.

These 2:

Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der Akzeptanz der Biotechnologie.

These 3:

Die Akzeptanz biotechnologischer Maßnahmen im ökologischem Landbau wird geschwächt durch die negative Verknüpfung mit dem Begriff Gentechnik.

These 4:

Die Mehrheit der deutschen Gesellschaft verwenden die Begriffe Biotechnologie und Gentechnik synonym.

Die Häufigkeiten der einzelnen Antworten können über die Richtigkeit der Thesen keinen Aufschluss geben. Im Folgenden werden dafür die Antworten bestimmter Fragen und deren Beziehung zueinander untersucht.

## 5.2 These 1

**Es besteht ein Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem Interesse und der Fähigkeit den Begriff Biotechnologie einzuordnen.**

Zu Beginn der Umfrage wurde in der Fragegruppe *Interessengebiete* zum Einen nach den verschiedenen Interessengebieten gefragt. Zum Anderen sollte angegeben werden, welche Quellen der Teilnehmer in welcher Häufigkeit nutzt, um an wissenschaftliche Informationen zu gelangen.

In Abbildung 5.5 sind auf der Ordinate die verschiedenen möglichen Informationsquellen angegeben, die Abszisse zeigt die relativen Häufigkeiten. Es ist deutlich zu erkennen, dass *Nachrichten im Internet oder Fernsehen* sowie *Berichte und Nachrichten im Radio* als sehr wichtige Informationsquelle angegeben wurden. *Fachzeitschriften* hingegen wurden deutlich weniger genannt. Es ist also davon auszugehen, dass die Teilnehmer gut über aktuelle Ereignisse informiert sind. Durch den relativ geringen Anklang an Interesse für Fachzeitschriften ist nicht klar, wie tief das Wissen um das jeweilige Interessengebiet tatsächlich geht.

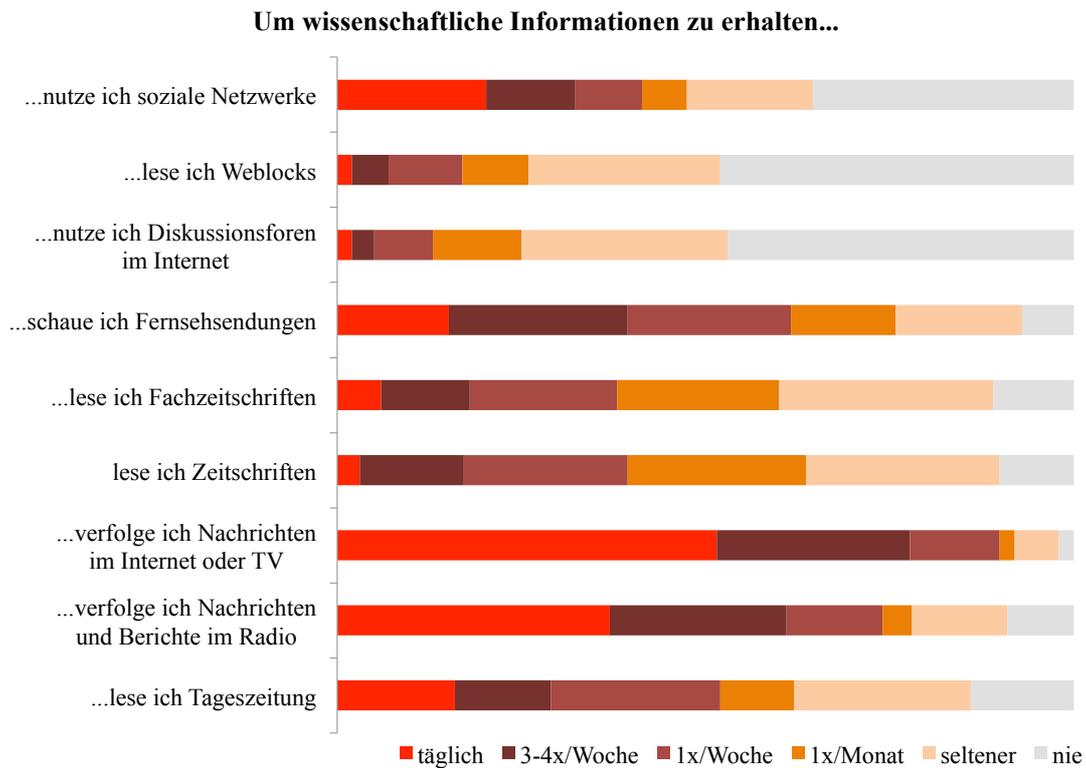


Abbildung 5.5: Um wissenschaftliche Informationen zu erhalten, nutzen die Befragten die aufgeführten Quellen unterschiedlich stark. Abgebildet sind die relativen Häufigkeiten der einzelnen Antworten der Teilnehmer.

Bei der Frage nach den Interessengebieten waren sechs Antwortmöglichkeiten vorgegeben: Geisteswissenschaften, Ingenieurwissenschaften & Technik, Medizin, Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Sonstiges. Um festzustellen, ob wissenschaftliches Interesse Einfluss darauf hat, inwiefern man Biotechnologie richtig einordnen kann, wurden die Antworten nach “interessiert in...” und “nicht interessiert in...” unterteilt. Abbildung 5.6 zeigt die relativen Häufigkeiten der so unterteilten Antworten. Die verschiedenen Interessengebiete sind getrennt

beobachtet worden. Es ist sehr gut zu erkennen, dass die Verteilung der relativen Häufigkeiten der Antworten der Interessierten nahezu identisch sind mit denen der nicht Interessierten.

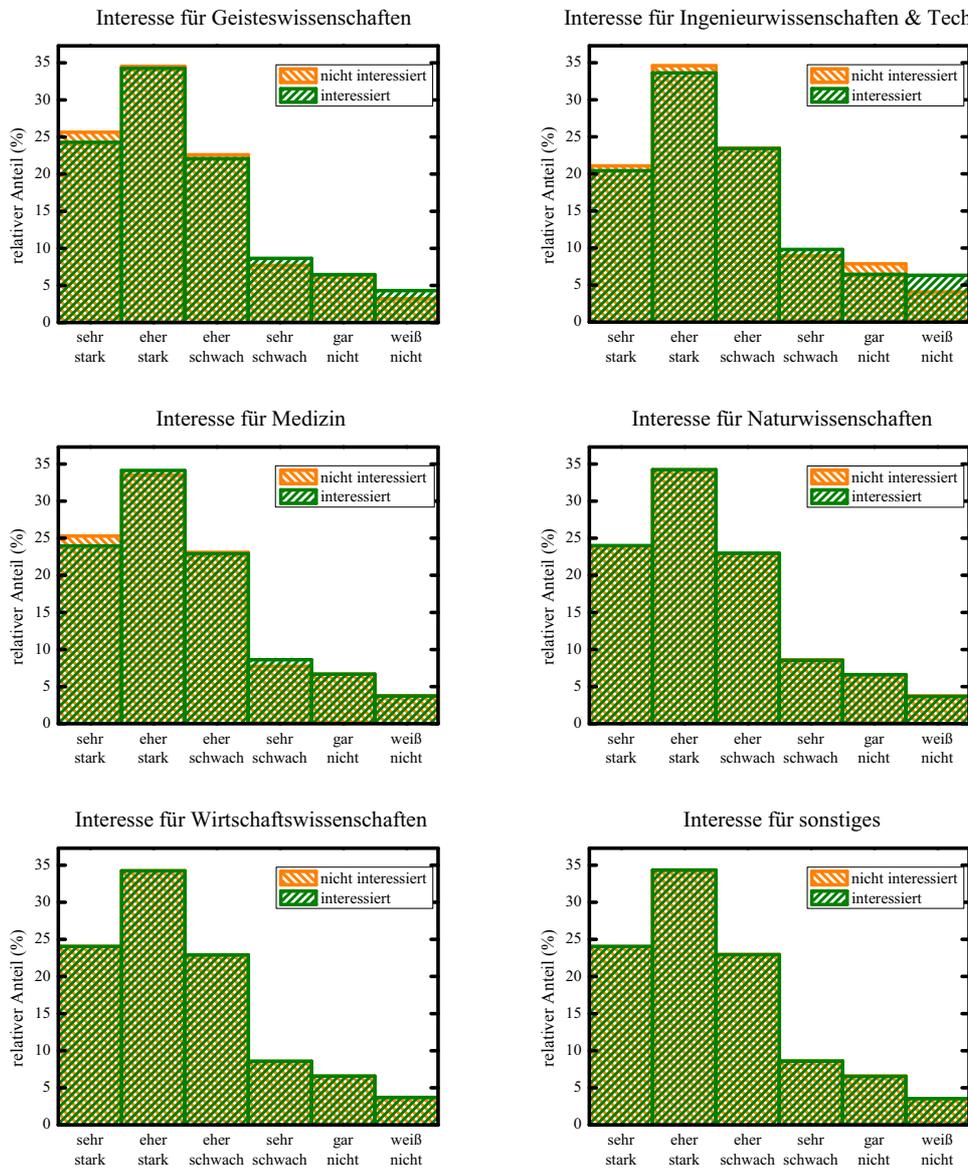


Abbildung 5.6: Zusammenhang zwischen den Antworten zur Frage: “Wie stark verbinden sie die folgenden Bereiche mit dem Begriff Biotechnologie” in Abhängigkeit zum wissenschaftlichen Interesse, angegeben als relative Häufigkeiten.

Die erste These kann somit nicht bestätigt werden. Es besteht kein Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem Interesse und der Fähigkeit, den Begriff Biotechnologie einzuordnen.

### 5.3 These 2

**Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der Akzeptanz der Biotechnologie.**

Für die Bearbeitung dieser Fragestellung wurden anhand der gesammelten Antworten Korrelationsmatrizen erstellt. Wobei das Element  $c_{i,j}$  der Matrix definiert ist als die absolute Anzahl aller zutreffenden Kombinationen  $i, j$  der beiden gegenübergestellten Fragen  $m(a), n(a)$  aus allen abgegebenen Antworten  $a$ .

$$c_{i,j} = \sum_a \sum_{i=m(a), j=n(a)} 1 \quad (5.1)$$

Das bedeutet, dass das Element  $c_{i,j}$  um den Wert 1 erhöht wird, wenn die Antwort auf die gestellten Fragen  $m$  und  $n$ ,  $i$  und  $j$  entspricht. Die so gewonnenen Matrizen werden in Korrelationsdiagrammen dargestellt. Dabei bedeutet ein erhöhter Wert, dass entsprechend viele Befragte die gegenübergestellten Fragen mit der Antwortkombination beantwortet haben, was dann den Schnittpunkten der Erhöhung auf der Ordinate und Abszisse entspricht.

Sowohl die Akzeptanz der Gentechnik, als auch die der Biotechnologie wurde in der Fragegruppe *“Einstellung”* ermittelt. Um einen Zusammenhang zwischen beiden zu ermitteln, wird die Korrelation zwischen den Antworten von [1] *Der Einsatz biotechnologischer Methoden in der Landwirtschaft ist unnötig* und [2] *Die Verwendung von Gentechnik zur Verbesserung von Pflanzeigenschaften ist falsch* sowie [3] *Biogasanlagen, welche aus Biomüll Energie gewinnen sind eine sinnvolle alternative Energiequelle* untersucht. Zusätzlich werden die Antworten von [4] *Die Verwendung von Nanofasern als Träger für Duftstoffe zur Bekämpfung von Schadinsekten im Obstbau sollte gefördert werden* und [5] *Ein Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen in Deutschland ist richtig* sowie [6] *Mikroorganismen sollten zur Käseherstellung genutzt werden* auf Korrelation überprüft.

In Abbildung 5.7 sind die Korrelationsgraphen der Antworten zu sehen. Die erste Grafik zeigt die Korrelationen zwischen den Antworten zu [1] und [2]. Hier gibt es einen Korrelationsspot bei *lehne weitgehend ab / lehne weitgehend ab*. Das bedeutet, dass Teilnehmer, die für den Einsatz von Gentechnik sind tendenziell auch für den Einsatz biotechnologischer Methoden in der Landwirtschaft stimmen. Ein weiterer Spot ist bei *lehne weitgehend ab / stimme weitgehend zu*. Es gibt also auch bei den Gentechnikgegnern Befürworter biotechnologischer Methoden. Allerdings ist die Korrelation weniger stark ausgeprägt und ausgedehnt bis zur

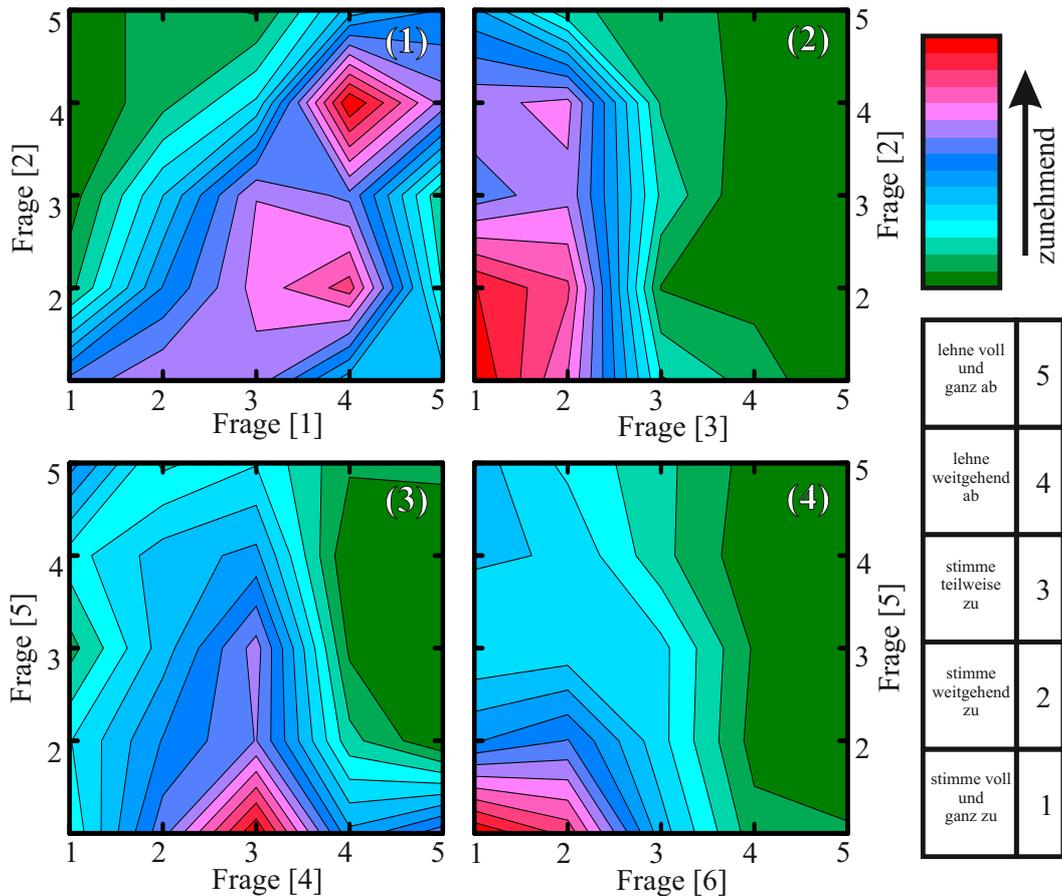


Abbildung 5.7: “Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?” Dargestellt sind die Korrelationsgraphen zu den Antworten auf die Fragen: [1] Der Einsatz biotechnologischer Methoden in der Landwirtschaft ist unnötig. [2] Die Verwendung von Gentechnik zur Verbesserung von Pflanzeigenschaften ist falsch. [3] Biogasanlagen, welche aus Biomüll Energie gewinnen, sind eine sinnvolle alternative Energiequelle. [4] Die Verwendung von Nanofasern als Träger für Duftstoffe ... sollte gefördert werden. [5] Ein Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen in Deutschland ist richtig. [6] Mikroorganismen sollten zur Käseherstellung genutzt werden.

Ablehnung biotechnologischer Methoden.

In der zweiten Grafik ist die Korrelation zwischen den Antworten zu [3] und [2] dargestellt. Hier ist ein Spot bei *stimme voll und ganz zu* / *stimme voll und ganz zu*. Teilnehmer die gegen Gentechnik sind, befürworten Biogasanlagen, welche aus Biomüll Energie gewinnen. Ein weiterer leichter Spot ist bei *stimme weitgehend zu* / *lehne weitgehend ab*. Auch Befürworter der Gentechnik sind für diese Biogasanlagen. Es ist jedoch anzumerken, dass die Korrelation zwischen den Antworten sehr indifferent ist.

Grafik 3 stellt die Korrelation zwischen den Antworten zu [4] und [5] dar. Hier ist

eine deutliche Wechselbeziehung bei *unentschieden / stimme voll und ganz zu*. Die Befragten, die gegenüber einem Einsatz von Nanofasern eine neutrale Einstellung haben, sind auch Gentechnikgegner. Die Neutralität dehnt sich leicht aus bis zu den Befragten, die unentschieden sind beim Einsatz gentechnischer Methoden. Schwache Korrelationen sind bei *stimme voll und ganz zu / lehne voll und ganz ab* und *lehne voll und ganz ab / stimme voll und ganz zu*. Bei Ersterem sind die Nanotechnologie-Befürworter gegen das Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen. Letzteres zeigt den Zusammenhang zwischen den Teilnehmern, die dem Einsatz von Nanotechnologie und der Gentechnik ablehnend gegenüberstehen. Die vierte Grafik zeigt die Wechselbeziehungen der Antworten zu [6] und [5]. Bei *stimme voll und ganz zu / stimme voll und ganz zu* korrelieren die Antworten der Teilnehmer sehr stark. Die Befürworter des Einsatzes von Mikroorganismen bei der Käseherstellung sind tendenziell für ein Anbauverbot von gentechnisch veränderten Pflanzen.

Ein Zusammenhang zwischen Akzeptanz der Gentechnik und Akzeptanz der Biotechnologie ist nicht zu erkennen. Es gibt sowohl Gentechnikgegner als auch Gentechnikbefürworter, die für den Einsatz biotechnologischer Methoden stimmen. Die These 2 kann nicht bestätigt werden.

## 5.4 These 3

**Die Akzeptanz biotechnologischer Maßnahmen im ökologischem Landbau wird geschwächt durch die negative Verknüpfung mit dem Begriff Gentechnik.**

Die Einstellung zum Einsatz biotechnologischer Methoden im ökologische Landbau wird in der Fragengruppe “*Ökologischer Landbau*” mit der Frage “*Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu? Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau...*” untersucht. Es wird der Zusammenhang zwischen den Antworten zu [1]...*Pflanzenwirkstoffe zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden*, [2]...*Fraßhemm- oder -lockstoffe zur Schädlingskontrolle eingesetzt werden* sowie [3]...*Pyrethrum als Insektizid zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt wird* und [4]*Die Verwendung von Gentechnik zur Verbesserung von Pflanzeigenschaften ist falsch* ermittelt. Des Weiteren werden die Antworten von [5]... *bestimmte biotechnologische Methoden eingesetzt werden, sofern die Grundsätze des ÖLB nicht verletzt werden* und [6]*Ein Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen in Deutschland ist richtig* auf Korrelation überprüft.

In Abbildung 5.8 sind Korrelationsdiagramme zu den Antworten der verschiedenen Fragenkombinationen gezeigt. Die erste Grafik spiegelt den Zusammenhang zwischen den Antworten von [1] und [4] wider. Ein Korrelationsspot ist hier bei *stimme weitgehend zu / stimme*

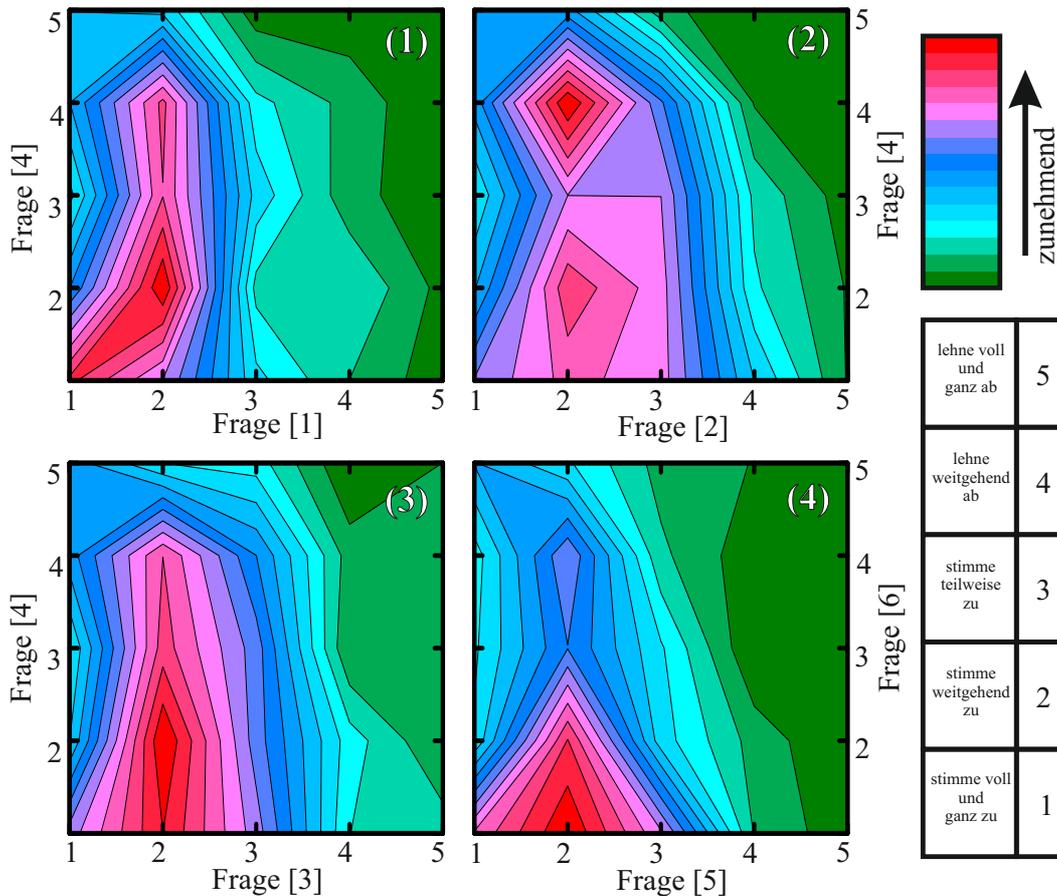


Abbildung 5.8: “Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?” Dargestellt sind die Korrelationsgraphen zu den Antworten auf die Fragen: [1] Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau Pflanzenwirkstoffe zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden. [2] Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau Fraßhemm- oder -lockstoffe zur Schädlingskontrolle eingesetzt werden. [3] Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau Pyrethrum als Insektizid zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt wird. [4] Die Verwendung von Gentechnik zur Verbesserung von Pflanzeigenschaften ist falsch. [5] Ich befürworte, dass im ökologischen Landbau bestimmte biotechnologische Methoden eingesetzt werden... [6] Ein Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen in Deutschland ist richtig.

*weitgehend zu* und dehnt sich auf Ordinate bis *stimme weitgehend zu* / *lehne weitgehend ab* und auf der Abzisse bis *stimme voll und ganz zu* / *stimme voll und ganz zu* aus. Das bedeutet, dass Befürworter des Einsatzes von Pheromonen zur Schädlingskontrolle tendenziell Gentechnikgegner sind. Allerdings stimmen auch Gentechnikbefürworter für einen Pheromoneinsatz.

Diagramm 2 zeigt die Korrelation der Antworten zu [2] und [4]. Es sind zwei Spots zu erkennen. Eine deutliche Korrelation ist bei *stimme weitgehend zu* /

*lehne weitgehend ab*. Hier sind die Befürworter des Einsatzes von Fraßhemm- und -lockstoffen Gentechnikbefürworter. Ein weiterer, schwächerer Spot ist bei *stimme weitgehend zu / stimme weitgehend zu*. Auch Gentechnikgegner sind tendenziell für einen Einsatz von Fraßhemm- und -lockstoffen.

In der dritten Grafik ist die Korrelation der Antworten zu [3] und [4] dargestellt. Eine Korrelation ist zu erkennen bei *stimme weitgehend zu / stimme voll und ganz zu – stimme weitgehend zu*. Hier wird der Einsatz von Pyrethrum als Insektizid von Gegnern des Einsatzes von Gentechnik zu Verbesserung von Pflanzeigenschaften befürwortet.

Die Antworten zu [5] und [6] werden in Grafik 4 in Zusammenhang gebracht. Eine deutliche Korrelation ist zu erkennen bei *stimme weitgehend zu / stimme voll und ganz zu*. Biotechnologische Methoden werden von Gentechnikgegnern befürwortet, wenn sie die Grundsätze des ökologischen Landbaus beachten. Ein weiterer schwacher Spot ist bei *stimme weitgehend zu / lehne weitgehend ab*. Auch Gentechnikbefürworter sind für den Einsatz biotechnologischer Methoden, wenn diese im Einklang mit den Regeln des ÖLB stattfinden.

Keine der in Abbildung 5.8 dargestellten Grafiken bestätigt, dass die Akzeptanz biotechnologischer Maßnahmen im ökologischen Landbau geschwächt ist durch eine negative Verknüpfung mit der Gentechnik. Es konnte keine Korrelation zwischen Gentechnikgegnern und Biotechnologiegegnern gefunden werden.

## 5.5 These 4

**Die Mehrheit der deutschen Gesellschaft verwendet die Begriffe Biotechnologie und Gentechnik synonym.**

Relevant für die Untersuchung dieser These ist die Fragengruppe “*Biotechnologie*” mit der folgende Frage: “*Wie stark verbinden Sie die folgenden Bereiche mit dem Begriff Biotechnologie?*”. Die Häufigkeitsverteilungen der Antworten sind in den Abbildungen 5.1 und 5.2 graphisch dargestellt.

Um festzustellen, ob die Gentechnik und die Biotechnologie synonym verwendet werden, kann der Zusammenhang zwischen einzelnen Antworten untersucht werden. An dieser Stelle wird der Zusammenhang zwischen den Antworten zu *Gentechnologie* und *Pflanzenschutzmittel*, *Gentechnologie* und *Fermentation* sowie *gentechnisch veränderte Pflanzen, Tiere oder andere Organismen* und *Bier-, Wein- und Essigherstellung* untersucht.

Die Fermentation und die Bier-, Wein- und Essigherstellung, welche Fermentationsprozesse nutzt, sind klassische und sehr alte biotechnologische Methoden. Auch die Herstellung von Pflanzenschutzmitteln ist ohne Biotechnologie undenkbar. Es sollte an dieser Stelle eine *sehr starke* bzw. *eher starke* Verknüpfung mit dem Be-

griff stattfinden.

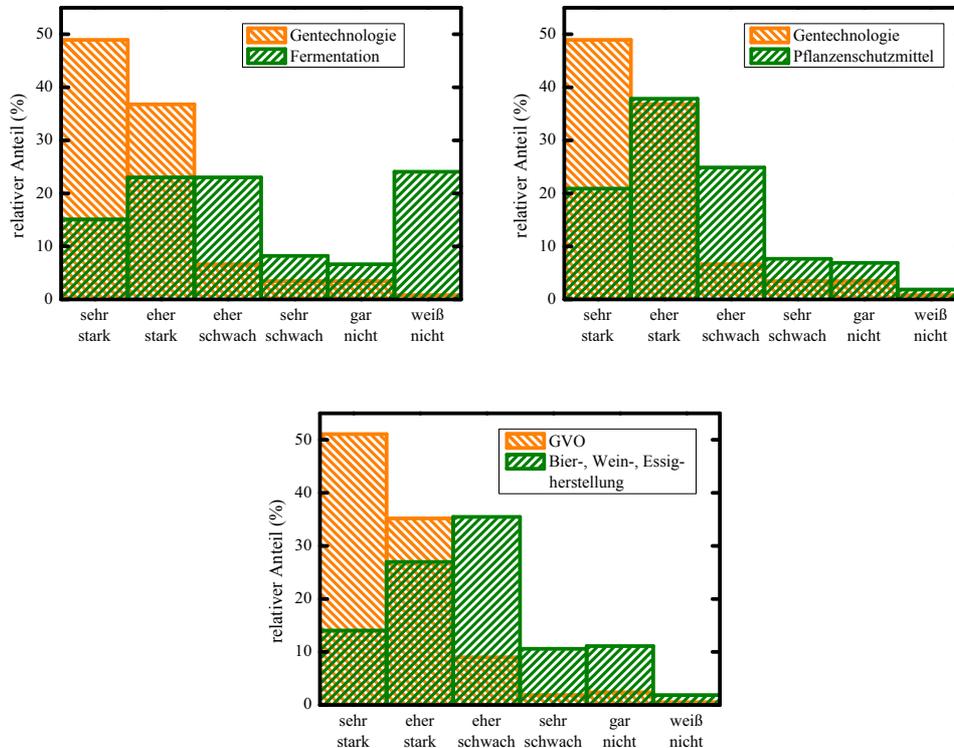


Abbildung 5.9: Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten der verschiedenen Antworten zur Verknüpfung der vorgegebenen Bereiche mit dem Begriff Biotechnologie.

Abbildung 5.9 zeigt, dass Pflanzenschutzmittel von über der Hälfte der Teilnehmer richtig eingeordnet wurden, jedoch ein nicht unerheblicher Teil kaum bis keine Verbindung zur Biotechnologie sieht. Viel deutlicher ist das Ergebnis bei der Bier-, Wein- und Essigherstellung. Hier sieht die Mehrheit der Befragten keinen Zusammenhang. Den Bereich Fermentation können über 20% nicht zuordnen. Ganz anders sieht das bei der Gentechnologie oder bei gentechnisch veränderten Organismen aus. Diese Bereiche werden von jeweils über 80% der Befragten stark mit der Biotechnologie verknüpft.

Eine enge Verknüpfung gentechnischer Methoden mit dem Begriff Biotechnologie und gleichzeitig eine fehlende Verknüpfung nicht gentechnischer, biotechnologischer Methoden lassen den Schluss zu, dass die Begriffe Gentechnologie bzw. Gentechnik synonym verwendet werden zu dem Begriff Biotechnologie.

Der Bereich Pflanzenschutzmittel wurde von einem großen Teil richtig zugeordnet, obwohl hier nicht zwingend gentechnologische Methoden angewandt werden. Einem

Teil der Befragten ist also bewusst, dass auch nicht gentechnologische Methoden zur Biotechnologie gehören.

An dieser Stelle kann nicht ausreichend bestätigt oder widerlegt werden, ob eine synonyme Verwendung der Begriffe Gentechnik und Biotechnologie stattfindet.

## 6 Diskussion

Die Biotechnologie ist ein facettenreiches Forschungsfeld. Die Akzeptanz der Biotechnologie, vor allem auch im Bereich des ökologischen Landbaus, wurde anhand von Literaturrecherche und einer eigens durchgeführten Umfrage ermittelt. Mit Hilfe der Ergebnisse soll festgestellt werden, ob die Begriffe Biotechnologie und Gentechnik gleichgesetzt werden. Die Gentechnik im Bereich Landwirtschaft ist vor allem von Öko-Befürwortern nicht gewünscht. Ob die Gleichsetzung die Ursache für die geringe Unterstützung der Forschung im Bereich der ökologischen Biotechnologie ist soll geklärt werden.

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der durchgeführten Umfrage diskutiert. Im Anschluss findet eine Generaldiskussion aller in dieser Arbeit erhaltenen Erkenntnisse statt.

### 6.1 Diskussion der Umfrageergebnisse

Die durchgeführte Umfrage soll mehr Aufschluss über die gesellschaftliche Akzeptanz der Biotechnologie geben. Anhand der relativen Häufigkeiten der Antworten in den Abbildungen 5.1, 5.2 sowie 5.4 ist vor allem zu erkennen, dass bei der Stichprobe eine große Unwissenheit über die Reichweite der Biotechnologie herrscht. Zwar weiß ein sehr großer Teil der Befragten, dass die Gentechnik eine biotechnologische Methode ist, doch in allen übrigen Bereichen weiß ein relativ großer Teil der Befragten die Bereiche nicht richtig zuzuordnen. Vor allem beim Einsatz biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau sind die Befragten sehr unsicher. Viele können die verschiedenen Methoden nicht einordnen und antworten mit *weiß nicht*.

Der Fragebogen wurde so strukturiert, dass er bei der Beantwortung von 4 zuvor aufgestellten Thesen hilft.

**These 1:** Es besteht ein Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem Interesse und der Fähigkeit den Begriff Biotechnologie einzuordnen.

Diese These widerlegen die Ergebnisse des Fragebogens. Bei den befragten Personen hat das Interesse für verschiedene wissenschaftliche Gebiete keinen Einfluss darauf, wie die Biotechnologie eingeordnet wird. Die Verteilung der Antworten ist bei der Gruppe der Interessierten und bei der der nicht Interessierten nahezu gleich. Um die These zu bestätigen, hätten sich die Ergebnisse dahin gehend unterscheiden müssen, dass die nicht Interessierten Antworten geben, die deutlich von denen der Interessierten abweichen. Wie die Abbildung 5.6 zeigt, ist das nicht der Fall.

**These 2:** Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der Akzeptanz der Biotechnologie.

Wenn Gentechnikgegner biotechnologische Maßnahmen ablehnen und die Befürworter auch für einen Einsatz der Biotechnologie sind oder umgekehrt, ist ein Zusammenhang erkennbar und die These kann bestätigt werden. Doch die in Abbildung 5.7 dargestellten Grafiken zeigen diese Situation nicht eindeutig. Es ist zu sehen, dass sowohl Gentechnikgegner als auch Befürworter für den Einsatz biotechnologischer Methoden sind. Es tauchen keine Spots im Bereich der Biotechnologiegegner auf. Die Teilnehmer der Umfrage bestätigen den Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der der Biotechnologie nicht.

**These 3:** Die Akzeptanz biotechnologischer Maßnahmen im ökologischem Landbau wird geschwächt durch die negative Verknüpfung mit dem Begriff Gentechnik.

Das würde bedeuten, dass Gentechnikgegner tendenziell auch gegen einen Einsatz biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau sind. Bei den in Abbildung 5.8 dargestellten Grafiken sind jedoch keine Korrelationssplots der Seite der Biotechnologiegegner zu erkennen. Im Gegenteil, Befürworter biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau sind sowohl unter den Gegnern als auch den Befürwortern der Gentechnik zu finden. Eine Abschwächung der Akzeptanz biotechnologischer Maßnahmen im ökologischen Landbau durch das Negativbild der Gentechnik kann bei den befragten Personen nicht gezeigt werden.

**These 4:** Die Mehrheit der deutschen Gesellschaft verwenden die Begriffe Biotechnologie und Gentechnik synonym.

Dieses Aussage würde bedeuten, dass bei nicht gentechnischen Methoden kein Zusammenhang zum Begriff Biotechnologie hergestellt wird. Für die Untersuchung der These wurde die Fragengruppe *Biotechnologie* zu Hilfe genommen.

Es hat sich gezeigt, dass die Befragten die Gentechnik zum größten Teil richtig einordnen, also eine sehr enge Verknüpfung des Bereichs zur Biotechnologie besteht. Andere biotechnologische Methoden werden zum Teil auch richtig eingeordnet. Jedoch ist der Anteil der Bereiche, die nicht zwingend mit Gentechnik zu tun haben und nicht der Biotechnologie zugeordnet werden größer.

Um die These zu belegen wäre es notwendig, dass sich die Häufigkeitsbalken in Abbildung 5.9 kaum überschneiden. Dabei müssten die Häufigkeiten der Bereiche aus der Gentechnik bei *sehr stark* und *eher stark* hohe Werte aufweisen und die nicht gentechnischen Bereiche bei *eher schwach*, *sehr schwach* und *gar nicht*. Da dies nicht der Fall ist, kann allein mit diesen Werten die These nicht bestätigt werden.

Nimmt man die Ergebnisse aus den Abschnitten 5.3 und 5.4 zu den Ergebnissen aus Abschnitt 5.5 hinzu, sind weitere Aussagen möglich. Hier wurde gezeigt, dass kein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Biotechnologie und der der

Gentechnik besteht und dass eine negative Einstellung zur Gentechnik keinen Einfluss hat auf die Akzeptanz des Einsatzes biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau. Wäre ein Zusammenhang nachgewiesen worden, hätte das auf eine Gleichsetzung der Begriffe Gentechnik und Biotechnologie hingedeutet. Der fehlende Zusammenhang zeigt eine nicht synonyme Verwendung.

Um aussagekräftigere Ergebnisse zur Bearbeitung dieser These zu erhalten sind weitere Untersuchungen durchzuführen. Diese können so aussehen, dass eine weitere Umfrage gemacht wird, in der spezifischer auf die Behauptung zugeschnittene Fragen gestellt werden. Mit den Ergebnissen dieser Umfrage kann jedoch die Vermutung angestellt werden, dass unter den Befragten keine synonyme Verwendung der Begriffe Gentechnik und Biotechnologie stattfindet.

## 6.2 Generaldiskussion

Die vorliegende Arbeit soll darüber Aufschluss geben, ob eine möglicherweise generelle negative Einstellung der Gesellschaft zur Gentechnik auch die Akzeptanz der Biotechnologie, vor allem im ökologischen Landbau, negativ beeinflusst. Außerdem soll geklärt werden, ob der Begriff Biotechnik eine mögliche alternative Bezeichnung darstellt.

Die etymologische Bedeutung der Begriffe Biotechnik und Biotechnologie sieht Unterschiede in deren Bedeutung dahingehend, dass die Biotechnik ein Handwerk oder Vorgehen ist, welches Lebewesen oder Lebensvorgänge einbezieht. Die Biotechnologie ist die Wissenschaft dieses Handwerks (vgl. Abschnitt 3.1.1).

In fachwissenschaftlicher Literatur hingegen findet eine geringere Unterscheidung statt. Auch hier werden unter der Biotechnik Verfahren verstanden, die natürliche Prozesse und lebende Organismen nutzen oder zweckentfremden. Außerdem beschreibt sie die Anwendung von Prinzipien, welche biologische Materialien und Rohstoffe hervorbringen. Jedoch besteht keine so signifikante und hierarchische Abgrenzung zwischen den beiden Definitionen. Die Biotechnologie wird beschrieben als die Menge der Techniken und Verfahren, die lebende Organismen oder Produkte dieser nutzen (vgl. 3.1.2). In den aufgeführten Begriffsbestimmungen findet also keine klare Abgrenzung zwischen den beiden Begriffen statt.

Deshalb ließe sich überlegen, ob eine generelle Verwendung des Begriffes Biotechnik, aus Ermangelung der negativen Assoziation zum Begriff der Gentechnik, im Bereich des ökologischen Landbaus zu bevorzugen ist. Fraglich ist jedoch, ob die Assoziation der Gentechnik nicht generell für beide Begriffe vorhanden ist.

Die Gentechnik wird in den Definitionen nur als ein Teilbereich der Biotechnologie oder der Biotechnik gesehen. Eine synonyme Verwendung findet in der Fachliteratur nicht statt.

Es kann mit dieser Arbeit kein *Bedeutungswandel* des Begriffs Biotechnologie gezeigt werden. Vielmehr zeigt der geschichtliche Verlauf der Anwendung biotechnologischer Methoden, dass eine *Bedeutungserweiterung* stattgefunden hat. Während zunächst eine zufällige Nutzung der Fermentation stattfand, kam es im Mittelalter zu einem bewussten Einsatz. Im 20. Jh. überschlug sich die Forschung im Bereich der Biotechnologie. Vor allem Errungenschaften in der Genetik und später der Gentechnik eröffnen ganz neue Möglichkeiten. Man drang immer weiter in das Verständnis verschiedener Organismen vor, erforschte deren Organ- und Zellstrukturen und das Genom. Dieses Wissen wurde wiederum eingesetzt, um Verbesserungen am Organismus herbeizuführen. Durch die gezielte und direkte Veränderung des Genoms sind die Prozesse heute in kürzester Zeit möglich. Nichts desto trotz werden noch immer biotechnologische Methoden angewendet, die ohne den Einsatz von Gentechnik auskommen (vgl. Abschnitt 4.1). Es hat in der Fachliteratur, trotz der Relevanz der Gentechnik in vielen Einsatzfeldern der Biotechnologie, kein Bedeutungswandel des Begriffes Biotechnologie stattgefunden. Es gilt weiterhin die Definition, die alle Prozesse einbezieht, die lebende Organismen oder deren Derivate verwenden, auch die, die sich die Gentechnik zunutze machen.

Die Vielfalt der Einsatzfelder hat dazu geführt, dass die Biotechnologie weiter untergliedert wurde. Besonders häufig findet man die Zuordnung zu Farben. Die Grüne Biotechnologie bezeichnet Methoden in der Landwirtschaft, die Rote Biotechnologie beschäftigt sich mit Anwendungen im Bereich Pharmazie und Medizin. Die Blaue Biotechnologie nutzt marine Organismen. Die graue Biotechnologie beschäftigt sich mit der Abfall- und Wasserwirtschaft und die Weiße Biotechnologie setzt biotechnologische Methoden für industrielle Produktionsverfahren ein (vgl. Abschnitt 4.2.1).

In der Grünen Biotechnologie spielt die Gentechnik zwar eine wichtige Rolle, doch sie ist nicht allein dem Bereich zuzuordnen. Noch heute werden nichtgentechnische Methoden eingesetzt, die der Biotechnologie angehören. So zum Beispiel die künstliche Besamung, die Diagnose von Erbfehlern, der Einsatz von Mikroorganismen, Zell- und Gewebekulturtechnik und alle im ökologischen Landbau erlaubten Techniken. Hier dürfen z.B. Pflanzenwirkstoffe, wie Pyrethrum und Azadirachtin eingesetzt werden (vgl. Abschnitt 4.2 und 4.3).

Auch hier findet in der Darstellung der Bereiche keine synonyme Verwendung der Begriffe Biotechnologie und Gentechnik statt. Die verschiedenen Bereiche werden gleichberechtigt nebeneinander aufgezählt.

Ein möglicher Bedeutungswandel des Begriffes Biotechnologie für die deutsche Gesellschaft sollte zunächst mit Hilfe der Literatur aufgezeigt werden.

Im Auftrag der europäischen Kommission wird in regelmäßigen Abständen eine Umfrage zum Thema Biotechnologie durchgeführt. In der aktuellen Umfrage aus dem Jahr 2010 (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010) wird nach der Akzeptanz der "Biotechnologie und Gentechnik" gefragt. Eine sachliche Trennung der Begriffe "Biotechnologie" und "Gentechnik" findet nicht statt. Des Weiteren steht in

dieser Umfrage hauptsächlich die Einstellung zu gentechnischen Methoden im Vordergrund. Die persönliche Einstellung der Befragten zu biotechnologischen Methoden außerhalb der Gentechnik wird kaum untersucht.

Die synonyme Verwendung der beiden Begriffe in einer offiziellen Umfrage zur Meinungserfassung der europäischen Bevölkerung kann als Ansatz eines Bedeutungswandels interpretiert werden. Dieser lässt sich jedoch nicht durch weitere Literaturquellen nachweisen. Alle weiteren aufgeführten Definitionen betrachten die Gentechnik als Teilgebiet der Biotechnologie (vgl. Abschnitt 3.1.2)

Durch die uneindeutige Darstellung der Biotechnologie in der im Auftrag der europäischen Kommission durchgeführten Umfrage ist es nicht möglich, die Meinung der Bevölkerung gegenüber gentechnischen und nicht-gentechnischen, biotechnologischen Methoden getrennt zu betrachten. Des Weiteren kann nicht festgestellt werden, ob die Begriffe Gentechnik und Biotechnologie von der deutschen Bevölkerung tatsächlich synonym verwendet werden.

Diese Befragung zeigt auf, dass gentechnische Methoden im landwirtschaftlichen und lebensmitteltechnischen Bereich bei einem Großteil der deutschen Bevölkerung Unbehagen hervorruft (vgl. Abschnitt 4.4). Wie und ob sich dieses Unbehagen auf andere Bereiche der Biotechnologie auswirkt, ist anhand dieser Umfrage nicht auszumachen.

Für die getrennte Betrachtung der Meinung der Bevölkerung zu gentechnologischen und biotechnologischen Methoden wurde ein Fragebogen erstellt. Zusätzlich zu der Frage, ob die Begriffe Biotechnologie und Gentechnik synonym verwendet werden, soll herausgefunden werden, ob ein Zusammenhang zwischen wissenschaftlichem Interesse und der Fähigkeit den Begriff Biotechnologie einzuordnen besteht. Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der der Biotechnologie untersucht. Schließlich wird der Einfluss der Einstellung zur Gentechnik auf die Akzeptanz des Einsatzes biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau ermittelt.

Eindeutig festzustellen ist, dass wissenschaftliches Interesse keinen Einfluss darauf hat, was unter Biotechnologie verstanden wird (vgl. Abschnitt 5.2). Bei den Antworten der Teilnehmer kann ebenfalls kein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der Akzeptanz der Biotechnologie festgestellt werden (vgl. Abschnitt 5.3). Auch fehlende Akzeptanz gegenüber des Einsatzes biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau ist nicht erkennbar. Vielmehr ist zu beobachten, dass in diesem Bereich eine große Unwissenheit herrscht (vgl. Abschnitt 5.4). Des Weiteren ist in Abbildung 5.8 zu beobachten, dass der Einsatz von Biotechnologie sowohl unter den Gegnern der Gentechnik, als auch unter den Befürwortern, auf Zuspruch trifft (vgl. Abschnitt 5.4). Auch eine synonyme Verwendung der Begriffe bei den Teilnehmern kann nicht festgestellt werden (vgl. Abschnitt 5.5). Alle Ergebnisse zusammen genommen, kann vermutet werden, dass bei einem Großteil der an dieser Umfrage teilnehmenden Personen keine Gleichsetzung der Begriffe stattfindet.

Das in Kapitel 1 vermutete falsche Bild der Biotechnologie kann mit dieser Umfrage

nicht bestätigt werden. Vielmehr deutet sich bei einem Teil der Befragten ein fehlendes Bild an. Ein nicht zu vernachlässigender Teil der Befragten weiß die Biotechnologie nicht richtig einzuordnen (vgl. Abschnitt 5.1).

Auf die deutsche Bevölkerung lassen sich die Umfrageergebnisse nicht übertragen, da die Stichprobe nicht repräsentativ ist. Zum Einen sind die Mehrheit der Befragten Akademiker bzw. Studenten, zum Anderen spiegelt die Altersgruppe der meisten Befragten (15-45 Jahre) nicht die Altersverteilung in der deutschen Bevölkerung wider (vgl. Abschnitt 5.1). Lediglich rund 14% der Deutschen sind Akademiker, gut die Hälfte absolvierte eine Lehre oder eine Berufsausbildung im dualen System. Des Weiteren ist die Hälfte der Deutschen über 45 Jahre alt (STATISTISCHES BUNDESAMT 2012).

An dieser Stelle kann gesagt werden, dass unter den Umfrageteilnehmern keine Ablehnungshaltung gegenüber Biotechnologie erkennbar ist. Auch bei dem Teil der Befragten, die sich gegen gentechnische Methoden aussprechen, ist die Mehrheit für einen Einsatz biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau. Es kann nicht davon gesprochen werden, dass sich negative Assoziationen zur Gentechnik auf die Biotechnologie auswirken.

Insgesamt betrachtet kann die vorliegende Arbeit nicht bestätigen, dass die Begriffe Gentechnik und Biotechnologie synonym verwendet werden. Dies bestätigt sich weder in der untersuchten Fachliteratur, noch durch die eigens durchgeführte Umfrage. Auch eine vorliegende negative Assoziation zu biotechnologischen Methoden, bedingt durch vorhandene negative Assoziationen gentechnologischer Methoden kann nicht festgestellt werden.

Diese Arbeit zeigt auf, dass die Definitionen der Biotechnologie und der Biotechnik gentechnische Methoden beinhalten, diese aber nicht die Einzigsten sind. Durch Aufzeigen der Historie wurde eine Bedeutungs*erweiterung* statt einem *Wandel* untermauert. In der Vielfalt der biotechnologischen Methoden, die in dieser Arbeit zum Teil dargestellt wurden, ist zu erkennen, dass Biotechnologie mehr als nur Gentechnik ist. Weshalb trotzdem eine Lobby für die Forschung im Bereich biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau fehlt, kann auch mit Hilfe der Umfragen der Europäischen Kommission und dem eigenen Fragebogen nicht geklärt werden.

## 7 Zusammenfassung

Die durch die Fachliteratur getroffenen Definitionen zur Biotechnik und Biotechnologie überschneiden sich teilweise. Es kann keine klare und eindeutige Abgrenzung herausgestellt werden.

Die Biotechnologie ist eine interdisziplinäre Wissenschaft, welche lebende Organismen oder Teile von diesen nutzt, um Güter zu produzieren. Sie kann eingeteilt werden in klassische, moderne und molekulare Biotechnologie. Die klassische Biotechnologie verwendet unveränderte, natürliche Organismen. Die Optimierung der Produktionsprozesse findet vorwiegend durch die Anpassung der Umgebungsparameter statt. Die moderne Biotechnologie erweitert das Wissen der klassischen Biotechnologie um neue, effiziente Vermehrungs- und Reproduktionstechniken. Dies ermöglicht die Erweiterung der Verfahren im industriellen Maßstab und die Massenproduktion von Medikamenten und weiteren modernen Produkten. In der molekularen Biotechnologie findet eine gezielte und aktive Veränderung des Genoms der verwendeten Organismen statt. Das erweitert unter anderem die Palette der möglichen Produkte um artfremde Stoffwechselprodukte, die ohne gezielte Manipulation nicht im Organismus vorliegen könnten.

Die Biotechnik beschreibt Verfahren, die die Eigenschaften von Organismen zweckentfremden und für eigene Zwecke einsetzen. Dies impliziert auch gentechnische Verfahren (ALSING 2002).

In der lexikalischen Definition (BROCKHAUS 2012) findet zwischen den beiden Begriffen kaum eine Unterscheidung statt.

Die Gentechnik wird als Teilgebiet der Biotechnologie und Biotechnik verstanden. Die gezielte Manipulation des Genoms durch den Menschen wird insbesondere wegen den damit verbundenen nicht abschätzbaren Langzeitfolgen in der Öffentlichkeit sehr kritisch betrachtet. Es besteht ein allgemeines Verbot für gentechnische Methoden im ökologischen Landbau.

Die Biotechnologie weist eine sehr lange Historie auf. Die Entdeckung und Entwicklung immer neuer Methoden ging einher mit einer ständigen Bedeutungserweiterung.

Die Entwicklung der Biotechnologie kann untergliedert werden in Prä-Pasteur-Ära, Pasteur-Ära, Antibiotika-Ära, Post-Antibiotika-Ära und Neue Biotechnologie.

Die Prä-Pasteur-Ära umfasst die Zeitspanne von circa 6000 v. Chr. bis 1865. Wichtige Erkenntnisse und Entdeckungen dieser Zeit sind die Bierbrauerrei, die Herstellung von Leinen und das Färben mit Indigo sowie die Salpeterproduktion. Ende des 17. Jh. wies Leeuwenhoek die Existenz von Mikroorganismen nach. Durch Pasteurs Beschreibung der Milchsäuregärung wurde zum Einen die weitreichende

Bedeutung von Leeuwenheuks Entdeckung erkannt und zum Anderen leitete sie die Pasteur-Ära ein.

Die Pasteur-Ära reicht von 1865 bis 1940. In dieser Zeit wurde die Züchtung von Mikroorganismen in Reinkultur möglich. Bedingt durch die Weltkriege wurde die Forschung weiter voran getrieben; Aceton wurde durch das Weizmann-Verfahren industriell hergestellt und vor allem als Lösungsmittel für Sprengstoff eingesetzt. Um gegen den Hunger in und nach den Kriegsjahren vorzugehen wurden Nahrungs- und Futterhefen produziert.

Die Antibiotika-Ära dauerte von 1940 bis 1960. Wichtigste Errungenschaft dieser Zeit ist die industrielle Herstellung des Antibiotikums "Penizillin". Des Weiteren wurde die DNA als Träger von Erbinformationen identifiziert und die Doppelhelixstruktur der DNA durch Watson und Crick beschrieben.

Von 1960 bis 1975 dauerte die Post-Antibiotika-Ära. Viele Methoden der modernen Gentechnik wurden in dieser Zeit entwickelt. Unter anderem gelang es zum ersten Mal erfolgreich, ein gentechnisch verändertes Plasmid in den Organismus *E.coli* einzuschleusen.

1975 begann die Ära der Neuen Biotechnologie. Mit dem Humaninsulin wurde 1982 das erste gentechnisch hergestellte Medikament für den freien Markt zugelassen. Anfang der 1990er Jahre wurde die PCR angewandt und zur gleichen Zeit begann das Human Genom Projekt das menschliche Genom zu entschlüsseln.

Eine Zuordnung von "Farben" ermöglicht eine leichte Unterteilung in verschiedene Wissenschaftszweige. So gehören der Blauen Biotechnologie marine Forschungs- und Entwicklungsfelder an, der Roten medizinisch-pharmazeutische, der Grauen abfall- und wasserwirtschaftliche, der Weißen industrielle und der Grünen landwirtschaftliche.

Die Grüne Biotechnologie ist unterteilt in Tier- und Pflanzen-Biotechnologie. Wichtige Methoden der Tier-Biotechnologie sind die künstliche Besamung, der Embryonentransfer sowie die Diagnose von Erbfehlern bei Nutztieren. In der Pflanzen-Biotechnologie sind die Zell- und Gewebekulturtechnik, der Einsatz von Mikroorganismen, die Entwicklung transgener Pflanzen sowie die Sterile-Insekten-Technik (SIT) wichtige Errungenschaften.

Auch im Bereich des ökologischen Landbaus sind biotechnologische Methoden erlaubt. Ausgeschlossen ist jedoch die Gentechnik, sowie Methoden, die ionisierende Strahlung verwenden, wie die SIT.

Die rechtlichen Grundlagen für den Einsatz der Biotechnologie sind in der EG-Öko-Verordnung festgehalten. Erlaubt sind z.B. Düngemittel und Bodenverbesserer wie Kompost aus biologischen Hausabfällen oder Pflanzenmaterial oder Nebenprodukte tierischen Ursprungs, wie Huf- oder Hornmehl. Als Pestizid und Pflanzenschutzmittel ist der Wirkstoff des Niembaums, das Azadirachtin, erlaubt, genauso wie Pyrethrine, Mikroorganismen und Pheromone. In der Futtermittelherstellung sind verschiedene Enzyme und Mikroorganismen erlaubt, in der Silierung dürfen ebenfalls verschiedene Hefen, Enzyme und Bakterien eingesetzt werden. Als Konser-

vierungsmittel sind zum Beispiel die Zitronensäure und Milchsäure zugelassen.

Über die gesellschaftliche Wahrnehmung der Biotechnologie findet man in der Literatur viele Aussagen, die sich jedoch fast alle auf den Bereich der Gentechnik beziehen.

So hat z.B. im Jahr 2010 im Auftrag der Europäischen Kommission eine Umfrage mit dem Titel "Biotechnologie" stattgefunden. Hier wurde die Meinung der Bevölkerung zur verschiedenen gentechnischen Methoden erfasst. Dabei ist herausgekommen, dass gut die Hälfte der Deutschen gegen einen Einsatz von Gentechnik in der Lebensmittelbranche und der Landwirtschaft sind. Jedoch erfasste die Umfrage keine Auskünfte zur Einstellung der Deutschen gegenüber der Biotechnologie im Allgemeinen.

Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieser Arbeit eine spezialisierte Befragung durchgeführt. Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass unter den Teilnehmern kein Zusammenhang zwischen dem wissenschaftlichen Interesse und der Fähigkeit, den Begriff Biotechnologie einzuordnen, besteht. Es wird gezeigt, dass zwischen der Akzeptanz der Gentechnik und der Akzeptanz der Biotechnologie keine Korrelation besteht. Auch für die Einstellung zum Einsatz biotechnologischer Methoden im ökologischen Landbau besteht keine Korrelation zur Einstellung zur Gentechnik. Des Weiteren kann eine synonyme Verwendung der Begriffe Biotechnologie und Gentechnik nicht festgestellt werden. Deutlich zu erkennen ist jedoch eine große Unwissenheit im Bereich der Biotechnologie. Ein großer Teil der Teilnehmer ist nicht in der Lage, die einzelnen Methoden der Biotechnologie zuzuordnen.

## 8 Ausblick

Um die Ursache für das fehlende gesellschaftliche Interesse für biotechnologische Forschung im ökologischen Landbau zu finden, sind weitere Untersuchungen notwendig. Die in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Ergebnisse konnten keine hinreichende Antwort auf diese Frage geben.

Ursächlich für das fehlende Interesse im Bereich Öko-Biotechnologie könnte die unzureichende Aufklärung über biotechnologische Verfahren sein. Im Bereich der Gentechnik scheint diese Aufklärung im ausreichenden Maße vorhanden zu sein. Die in dieser Arbeit durchgeführte Umfrage zeigte ein weitgehendes Verständnis in diesem Bereich innerhalb der befragten Gruppe auf. Biotechnologische Methoden, die nicht in dem Bereich der Gentechnik einzuordnen waren, erwiesen sich jedoch zum größten Teil als missverstanden beziehungsweise als unbekannt. Ein Einblick in die Vielfalt biotechnologischer Methoden sollte vorzugsweise über Medien stattfinden, die einer breiten Masse der Bevölkerung problemlos zugänglich sind. Hier bieten sich Internetangebote, Fernsehen, Radio und Zeitschriften an.

In einer aufgeklärten Bevölkerung besteht eine große Chance, dass sich Interessengruppen bilden, welche sich wiederum für die Forschung im Bereich der ökologischen Biotechnologie einsetzen.

Um diese These zu bestätigen, sollte eine weitere Umfrage, die speziell die Frage nach einer Gleichsetzung der Begriffe Biotechnologie und Gentechnik beantwortet, in einem repräsentativen Umfang durchgeführt werden.

Von großem Interesse sollte hier das Meinungsbild der deutschen Landwirte sein. Sie stellen im Besonderen die Zielgruppe der Forschungsergebnisse im Bereich der Grünen Biotechnologie dar. Dabei ist eine getrennte Betrachtung von ökologisch oder konventionell wirtschaftenden Unternehmen sinnvoll.

Das Meinungsbild der Gesellschaft zur Biotechnologie wird seit neuestem nicht mehr nur in konventionellen Medien, wie Zeitungen und Zeitschriften wiedergespiegelt, sondern in zunehmendem Maße durch neue Medien, insbesondere dem Internet. Internetforen und Weblogs bieten sowohl kritische als auch unkritische Diskussionen mit einer unmittelbaren Beteiligung einer großen Bevölkerungsgruppe zu diversen Themen. Eine zusätzliche Recherche im Internet könnte das Vorhandensein und die Meinung unabhängiger, kleiner Interessengruppen darlegen.

Im Rahmen der Untersuchungen sollten verschiedene politisch aktive Gruppen, die sich für ein Verbot von Gentechnik einsetzen, kontaktiert werden. Ihre Meinung zu anderen biotechnologischen Methoden ist von großem Interesse, da diese Gruppen meist ein relativ großes Forum haben und somit einen Einfluss auf die Meinungen anderer ausüben.

# Literaturverzeichnis

- [AELF 2012] Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. <http://www.aelf-ne.bayern.de/internet/stmlf/behoerden/aemter/ne/pflanzenbau/17319/index.php>. [Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten; Online: 14.09.2012]
- [AGRIOS 2005] Agrios, G. (2005). *Plant Pathology*. Elsevier Academic Press, Burlington, MA
- [ALSING 2002] Alsing, I. (2002). *Lexikon Landwirtschaft: Pflanzliche Erzeugung, Tierische Erzeugung, Landtechnik, Betriebslehre, Landwirtschaftliches Recht*. VU Agrar. Ulmer, Stuttgart
- [BAINS 1998] Bains, W. (1998). *Biotechnology from A to Z*. Oxford University Press, USA
- [VAN BEUZEKOM. ARUNDEL 2009] van Beuzekom, B. und Arundel, A. (2009). *OECD Biotechnology Statistics 2009*. 1–103
- [BMELF 1994] (1994). *Biotechnologie, Landwirtschaft und Ernährung*. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten; Heft 28, Münster-Hiltrup. Landwirtschaftsverlag
- [BMBWFT 1995] Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technik (1995). *Was bringt uns die Biotechnologie?*
- [BIOSYSTEMTECHNIK/-INFORMATIK] Lehrmodul Biosystemtechnik/-informatik [http://www.tfh-wildau.de/mtech/1ModuleBio\\_M1.html](http://www.tfh-wildau.de/mtech/1ModuleBio_M1.html). [TFH Wildau; Online: 30.08.2012]
- [BIOTECHNIKUM 2012] BIOTEchnikum. <http://www.biotechnikum.eu/biotechnologie/geschichte/meilensteine.html>. [Initiative des Bundesministerium für Bildung und Forschung; Online: 22.08.2012]
- [BISCHOFBERGER 2004] Bischofsberger, W., Dichtl, N., Rosenwinkel, K., Seyfried, C., und Böhnke, B. (2004). *Anaerobtechnik*. Springer Verlag, Berlin
- [BMBFa 2012] Bundesministerium für Bildung und Forschung. *Eurobarometer: Wie wird Biotechnologie wahrgenommen*. <http://www.biotechnologie.de/BI0/Navigation/DE/Hintergrund/studien-statistiken,did=44606.html>. [biotechnologie.de Die Informationsplattform ; Online: 09.09.2012]

- [BMBFb 2012] Bundesministerium für Bildung und Forschung. *Jubiläum: Zehn Jahre Humangenom. 2010*. <http://www.biotechnologie.de/BIO/Navigation/DE/Hintergrund/themendossiers,did=111606.html>. [biotechnologie.de Die Informationsplattform ; Online: 11.09.2012]
- [BMBF 2011] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2011). *Die deutsche Biotechnologie-Branche 2011. Daten & Fakten*
- [BMBF 2008] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2008). *Pflanzen als Rohstoffe für die Zukunft: Neue Wege für Landwirtschaft, Ernährung, Industrie und Energie*
- [BMFT 1990] Bundesministerium für Bildung und Forschung (1990). *Biotechnologie 2000: Programm der Bundesregierung*
- [BÖRNER 2009] Börner, H., Schlüter, K., und Aumann, J. (2009). *Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. Springer-Verlag, Berlin
- [BPB] Bundeszentrale für politische Bildung. <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/bioethik/33747/rote-gentechnik?p=all>. [bpb; Online: 30.08.2012]
- [BROCKHAUS 2012] Brockhaus Enzyklopädie. <http://www.brockhaus-encyklopaedie.de>. [Brockhaus Enzyklopädie. Online: 25.07.2012]
- [BUD 1995] Bud, R. (1995). *Wie wir das Leben nutzbar machten*. Interdisziplinäre Forschung. Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden
- [BULLINGER 2006] Bullinger, H. (2006). *Technologieführer: Grundlagen - Anwendungen - Trends*. Springer-Verlag, Berlin
- [CLARK 2009] Clark, D., Pazdernik, N., und Held, A. (2009). *Molekulare Biotechnologie: Grundlagen und Anwendungen*. Spektrum Akademischer Verlag
- [COMPANY 1992] Company, D. P. (1992). *US Congress, Office of Technology Assessment*. DIANE Publishing Company
- [DENNY 2009] Denny, M. (2009). *Froth!: The Science of Beer*: John Hopkins University Press, Baltimore
- [DINGERMANN 2011] Dingermann, T., Winckler, T., Zündorf, I., und Mahler, H. (2011). *Gentechnik, Biotechnik: Grundlagen und Wirkstoffe; mit 111 Tabellen*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft
- [EMSCHERGENOSSENSCHAFT 2012] Emschergenossenschaft. <http://www.emscherplayer.de/playMedia.yum?mediaID=20952&search=>. [EMSCHER-  
player – Kunst, Kultur, Kommunikation ; Online: 27.08.2012]

- [EREKY 1919] Ereky, K. (1919). *Biotechnologie der Fleisch-, Fett-, und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Grossbetriebe: für naturwissenschaftlich gebildete Landwirte verfasst*. Parey, Berlin
- [EUROPÄISCHE KOMMISSION 2010] Europäische Kommission (2010). *Biotechnology*. [Generaldirektion Kommunikation]
- [EU-Kommission 2011] Europäische Kommission (2011). *Eurobarometer Spezial. Biotechnologie*
- [FACEBOOK 2012] Facebook. <https://http://www.facebook.com/>. [Online: 27.07.2012]
- [FISA 2012] *Verbundprojekt: Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signale zur biotechnischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Landbau. Teilprojekt 2*. [http://www.fisaonline.de/index.php?lang=dt&act=projects&p\\_id=1776](http://www.fisaonline.de/index.php?lang=dt&act=projects&p_id=1776) [FISA; Online: 07.09.2012]
- [FÖRSTNER 2012] Förstner, U. (2012). *Umweltschutztechnik*. VDI-Buch. Springer-Verlag, Berlin
- [FRIEDT 1988] Friedt, W. (1988). *Trends und Anwendungsfelder der Biotechnologie in der Pflanzenzüchtung der nächsten 10 bis 15 Jahre*. In: Dohmen, K.: *Gentechnologie - die andere Schöpfung?*. Metzler-Verlag, Stuttgart
- [GASKELL 2006] Gaskell, G., Allansdottir, A., Allum, N., Corchero, C., Fischler, C., Hampel, J., Jackson, J., Kronberger, N., Mejlgaard, N., Revuelta, G., Schreiner, C., Stares, S., Torgersen, H., und Wagner, W. (2006). *Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends*.
- [GAZ 2008] Unbekannt (2008). *Besetzer haben Versuchsfeld der Universität geräumt*. Gießener Allgemeine Zeitung
- [GELDERMANN. BARTENSCHLAGER 2005] Geldermann, H. und Bartenschlager, H. (2005). *Tier-Biotechnologie*. Uni-Taschenbücher. Ulmer-Verlag, Stuttgart
- [GELDERMANN. MOMM 1995] Geldermann, H. und Momm, H. (1995). *Biotechnologie als Grundlage neuer Verfahren in der Tierzucht*. . *Biotechnologie - Gentechnik: Eine Chance für neue Industrien*, Veröffentlichungen der Akademie für Technikfolgenabschätzung, 244–287. Springer-Verlag, Berlin
- [GEORGESCU. VOLLBORN 2002] Georgescu, V. und Vollborn, M. (2002). *Nanobiotechnologie als Wirtschaftskraft*. Campus Verlag GmbH, Frankfurt/Main
- [GÖSSL 2012] Gössl, J. (2012). *Mögliche Beiträge der Biotechnologie zur Ernährungssicherung trotz begrenzter Ressourcen*, . 22–24. LFZ für Gartenbau
- [GRAW 2005] Graw, J. (2005). *Genetik*. Springer-Verlag, Berlin

- [HALLMANN 2007] Hallmann, J., Quadt-Hallmann, A., und von Tiedemann, A. (2007). *Phytomedizin*. Uni-Taschenbücher. Ulmer-Verlag, Stuttgart
- [HEIN 1998] Hein, D. (1998). *Zur Biotechnik im Pflanzenschutz: Extraktion, Analytik und biologische Wirkungsweise ausgewählter Inhaltsstoffe von Azadirachta indica A. Juss. (Meliaceae)*. PhD-Thesis
- [HEIN 2011] Hein, D., Lindner, I., Deuker, A., Hummel, H., Leithold, G., Vilcinskas, A., Greiner, A., Wendorff, J., Hellmann, C., Breuer, M., Kratt, A., und Kleeberg, H. (2011). *Elektrogesponnene Nanofaser-Pheromon-Dispenser zur Regulierung des Bekreuzten Traubenwicklers (Lobesia botrana (Denis & Schiffermuller 1775))*. orgprints.org
- [HUMMEL 2010] Hummel, H., Hein, D., Lindner, I., Deuker, A., Lahr, L., Leithold, G., Vilcinskas, A., Greiner, A., Wendorff, J., Hellmann, C., Breuer, M., Kratt, A., und Kleeberg, H. (2010). *Novel Technical Approach Towards Solving a Persistent Problem: Nanofibers as Ecocompatible Dispensers for Insect Pheromones an Their Application in IPM*. 2nd Rajamangala University of Technology Thanyaburi International Conference
- [HERRMANN. PLAKOLM 1991] Herrmann, G. und Plakolm, G. (1991). *Ökologischer Landbau: Grundwissen für die Praxis*. AV-Berater. Österreichischer Agrarverlag
- [HIRSCHMUGL 2012] Hirschmugl. <http://www.waid.at/>. [Produkte Im Einklang mit der Natur; Online: 27.08.2012]
- [HOCHSTEDT 2012] Hochstedt. <http://hochstedt.de/neo/index.php/zeugnis-vom-waidanbau-in-erfurt-2.html>. [Gartenbaumuseum, ega-Gelände; Online: 27.08.2012]
- [HORN. WIMMER 2002] Horn, C. und Wimmer, E. (2002). *A transgene-based, embryo-specific lethality system for insect pest management*. Nature Biotechnology. Jan 2002
- [HORNISCHER 2012] Hornischer, H. 2012)[*Naturlandhof Hornischer, Reiskirchen*]
- [HUMMEL 2006] Hummel, H. (2006). *Neem as a Natural Resource in Sustainable Plant Protection: Extraction, Purification, Characterization of Azadirachtin an Use of Neem Oil in Diabrotica Pest Management*. International Neem Conference Kunming, China 2006
- [IFOAM] IFOAM. <http://www.ifoam.org/germanversion/ifoam/>. [International Federation of Organic Agriculture Movements. Online: 01.08.2012]
- [KLIMENT 2010] Kliment, T., Renn, O., und Hampel, J. (2010). *Chancen und Risiken der Gentechnologie aus der Sicht der Bevölkerung*

- [KOCH. DEGEN 1995] Koch, K. und Degen, C. (1995). *Moleküle nach Maß in der modernen Biotechnologie*. KFA
- [KRIEG. FRANZ 1989] Krieg, A. und Franz, J. (1989). *Lehrbuch der biologischen Schädlingsbekämpfung*. Parey, Berlin und Hamburg
- [LEIST 2006] Leist, A. (2006). *Gentechnologie in der Landwirtschaft. Wissenschaft im Spannungsfeld der Interessen*, . 109 – 120. Zürcher Hochschulforum: vdf Hochschulverlag AG, ETH Zürich
- [LIMESURVEY 2012] LimeSurvey. <http://www.limesurvey.org/de>. [Online: 26.07.2012]
- [MARSCHALL 2000] Marschall, L. (2000). *Im Schatten der chemischen Synthese: Industrielle Biotechnologie in Deutschland(1900-1970)*. Campus-Verlag, Frankfurt/New York
- [MIEDANER 2010] Miedaner, T. (2010). *Grundlagen der Pflanzenzüchtung*. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt
- [MPIZ 1992] Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (1992). *Pflanzenproduktion und Biotechnologie*. MPIZ
- [MÜLVERSTEDT 2012] Mülverstedt. <http://www.muelverstedt.net/texte/seite.php?id=20158>. [Gemeinde Mülverstedt; Online: 27.08.2012]
- [MUNK 2008] Munk, K. (2008). *Mikrobiologie*. Thieme, Stuttgart
- [NEUBERT 1989] Neubert, K. (1989). *Die Entwicklung biotechnologischer Verfahren in der Land- und Ernährungswirtschaft (historischer Abriss)*. Berichte über Landwirtschaft. Sonderheft. BMELF
- [NEUERBURG. PADEL 1992] Neuerburg, W. und Padel, S. (1992). *Organisch-biologischer Landbau in der Praxis: Umstellung, Betriebs- und Arbeitswirtschaft, Vermarktung, Pflanzenbau und Tierhaltung*. BLV-Verlagsgesellschaft
- [NEUERBURG 2011] Neuerburg, W. (Red.) (2011). *EU-Verordnung Ökologischer Landbau - 3. Auflage, Stand Januar 2011*: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- [NIERMANN 2011] Niermann, J. (2011). *Gefahr grüne Gentechnik?: Analyse der objektiven Risiken und subjektiv wahrgenommenen Gefahren gentechnischer Verfahren in der landwirtschaftlichen Lebensmittelproduktion*. Schriftenreihe Umweltwissenschaften: Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart
- [NÜSSEIN-VOLHARD 2012] Nüsslein-Volhard (2012). *Agricultural biotechnologies in developing countries and their possible contribution to food security*. Nachrichten aus der Chemie (Nr.60)

- [OTTOW 2011] Ottow, J. (2011). *Mikrobiologie von Böden: Biodiversität, Ökophysiologie und Metagenomik*. Springer-Verlag, Berlin
- [PETERS. DETTNER 2010] Peters, K. und Dettner W. (2010). *Lehrbuch der Entomologie*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2. Auflage
- [PILZ 2010] Pilz, G. (2010). *Biotechnologie: Anwendung, Branchenentwicklung, Investitionschancen*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag
- [PORST 2011] Porst, R. (2011). *Fragebogen: Ein Arbeitsbuch*. Studienskripten Zur Soziologie: VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden
- [PRÄVE 1994] Präve, P., Faust, U., Sittig, W., und Sukatsch, D. (1994). *Handbuch der Biotechnologie*. Oldenbourg Industrieverlag
- [UNITED NATIONS 1992] United Nations Environment Programme (1992). *Convention on biological diversity, 5 June 1992*. Environmental Law and Institutions Programme Activity Centre
- [RAHMAN 2012] Rahman, I. <http://podcast.montgomerycollege.edu/podcast.php?forceMP4Play=Yes&rcdid=917>. [Montgomery College Maryland; Online: 29.08.2012]
- [RAUEISER 2006] Raueiser, M. (2006). *Das Biotechnologie-Cluster im nordeuropäischen Wachstumsraum Øresundregion*. Kölner Wissenschaftsverlag
- [RLV 2012] Rheinischer Landwirtschafts-Verband e.V. [http://www.rlv.de/rlv\\_.d11?pageID=3710](http://www.rlv.de/rlv_.d11?pageID=3710). [RLV; Online: 14.09.2012].
- [RUANE. SONNINO 2011] Ruane, J. und Sonnino, A. (2011). *Agricultural biotechnologies in developing countries and their possible contribution to food security*. Journal of Biotechnology
- [RUHRVERBAND 2012] Ruhrverband. <http://www.ruhrverband.de/abwasser/klaeranlagen/historischer-rueckblick/>. [Ruhrverband – Wissen, Werte, Wasser ; Online: 27.08.2012]
- [SCHMUTTERER 1988] Schmutterer, H. (1988). *Potential of azadirachtin - containing pesticides for integrated pest control in developing and industrialized countries*. Journal of Insect Physiology, 34(7), 713–719
- [Stadtentwässerung Nürnberg 2012] Emscherbrunnen 1913 [http://P/internet/abwasser/fotogalerie\\_klaerwerk\\_2\\_emscherbrunnen\\_1913.html](http://P/internet/abwasser/fotogalerie_klaerwerk_2_emscherbrunnen_1913.html). [Stadtentwässerung Nürnberg; Online: 22.08.2012]
- [STATISTISCHES BUNDESAMT 2012] Statistisches Bundesamt. <https://www.destatis.de>. [Destatis. Online: 26.07.2012]

- [THIEMAN 2007] Thieman, W., Palladino, M., und Hopf, N. (2007). *Biotechnologie*. Pearson Studium - Biologie, München
- [TREVAN 1993] Trevan, M. (1993). *Biotechnologie: Die Biologischen Grundlagen*. Springer-Verlag, Berlin
- [ULBER 2004] Ulber, R. (2004). *5000 Jahre Biotechnologie: Vom Wein zum Penicillin*. Chemie in unserer Zeit
- [UNBEKANNT 2012] Unbekannt. *Feldbefreiung in Gießen – Warum?*. <http://www.projektwerkstatt.de/gen/warum.htm>. [Projektwerkstatt ; Online: 27.08.2012]
- [VILCINSKAS 2010a] Vilcinskas, A. (2010a). *Insect Biotechnology*. Biologically-Inspired Systems. Springer-Verlag, Heidelberg
- [VILCINSKAS 2012] Vilcinskas, A. [http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb09/institute/ipaz/abt/ento?language\\_sync=1](http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb09/institute/ipaz/abt/ento?language_sync=1). [JLU Gießen, IPAZ Abteilung für Angewandte Entomologie; Online: 01.09.2012]
- [VILCINSKAS 2010b] Vilcinskas, A. (2010b). *Gelbe Biotechnologie. Insekten halten Einzug in die Industrie*. Biospektrum. 106–107
- [WAGNER. FELDMANN 2006] Wagner, S. und Feldmann, F. (2006). *Biotechnologie in der Phytomedizin*. Schriftenreihe der Deutschen Phytomedizinischen Gesellschaft e.V. (8), 3–16

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Anhang 1: Fragebogen .....</b>	<b>2</b>
<b>Anhang 2: Umfrageergebnisse, relative und absolute Häufigkeiten.....</b>	<b>11</b>

# **Anhang 1: Fragebogen**

# Umfrage zum Thema Biotechnologie

Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer,  
ich bin Studentin der Agrarwissenschaften an der Justus-Liebig-Universität Giessen und schreibe meine Bachelorarbeit an der Professur für Organischen Landbau. Die Ergebnisse der folgenden Umfrage zum Thema "Biotechnologie" möchte ich in meine Arbeit einbringen. Der Fragebogen ist anonym und all Ihre Angaben dienen lediglich zu Forschungszwecken und werden vertraulich behandelt. Die Umfrage enthält 12 Fragen.

Bei Fragen können Sie sich an mich wenden unter [sylvia.ewers\[at\]agrar.uni-giessen.de](mailto:sylvia.ewers@agrar.uni-giessen.de)

Vielen Dank für Ihre Unterstützung

**Sylvia Ewers**



# Interessengebiete

## Um wissenschaftliche Informationen zu erhalten...

	täglich	drei- bis viermal pro Woche	einmal pro Woche	einmal pro Monat	seltener	nie
... lese ich Tageszeitung.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... verfolge ich Nachrichten und Berichte im Radio.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... verfolge ich Nachrichten im Fernsehen oder Internet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... lese ich Zeitschriften.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... lese ich Fachzeitschriften.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... schaue ich Fernsehsendungen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... nutze ich Diskussionsforen im Internet.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... lese ich Weblogs.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... nutze ich soziale Netzwerke.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Bitte geben Sie im folgenden an, für welche Gebiete Sie sich interessieren.**

Wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Geisteswissenschaften
- Ingenieurwissenschaften & Technik
- Medizin
- Naturwissenschaften
- Wirtschaftswissenschaften
- sonstiges





## Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?

	stimme voll und ganz zu	stimme weitgehend zu	unent- schieden	lehne weitgehend ab	lehne voll und ganz ab	weiß nicht
Der Einsatz biotechnologischer Methoden in der Landwirtschaft ist unnötig.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mikroorganismen* sollten zur Käseherstellung genutzt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die großindustrielle Herstellung von Antibiotika ist eine positive Errungenschaft.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Biogasanlagen, welche aus Biomüll Energie gewinnen sind eine sinnvolle alternative Energiequelle.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Herstellung von Biokraftstoffen ist für die Umwelt eine positiv wirkende Technologie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enzyme** werden heute in Wasch- und Reinigungsmitteln, Kosmetik, Arzneimitteln und bei der Veredelung von Papier, Textilien und Leder verwendet. Die Forschung im Bereich Enzymtechnik sollte gefördert werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Verwendung von Nanofasern als Träger für Duftstoffe zur Bekämpfung von Schadinsekten im Obstbau sollte gefördert werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* Mikroorganismen sind Kleinstlebewesen, wie Bakterien, viele Pilze, mikroskopische Algen.

\*\* Enzyme steuern einen Großteil biochemischer Reaktionen.



	stimme voll und ganz zu	stimme weitgehend zu	stimme teilweise zu	lehne weitgehend ab	lehne voll und ganz ab	weiß nicht
Fraßlockstoffe zur Schädlingskontrolle eingesetzt werden.						
... Pyrethrum** als Insektizid zur Schädlingsbekämpfung eingesetzt wird.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... Silierung als Konservierungsmethode für Futtermittel eingesetzt wird.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
... B.t.***- Präparate als Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* **Pheromone** sind Duftstoffe, die zur Kommunikation zwischen Lebewesen dienen. \*\* **Pyrethrum** wird aus den getrockneten Blüten einer bestimmten Chrysanthemenart gewonnen. \*\*\***B.t.** = *Bacillus thuringiensis*. B.t. ist ein bodenbürtiges Bakterium mit einem Toxin, welches gegen verschiedene Pflanzenschädlinge wirkt.

## Angaben zu Ihrer Person

Bitte ordnen Sie sich einer Altersgruppe zu.

- 6 - 15 Jahre                       25 - 45 Jahre  
 15 - 25 Jahre                     45 - 65 Jahre  
 älter als 65

Geben Sie Ihr Geschlecht an.

- weiblich                       männlich

Geben Sie ihre höchsten beruflichen Bildungsabschluss an.

- Lehre / Berufsausbildung im dualen System  
 Fachschulabschluss  
 Fachhochschulabschluss  
 Hochschulabschluss  
 Promotion  
 (noch)ohne beruflichen Bildungsabschluss  
 Sonstiges

In welchem Beschäftigungsverhältnis stehen Sie derzeit?

- Angestellte/r                       Beamte/r  
 arbeitssuchend                     nicht erwerbstätig (z.B. Elternzeit,  
Hausmann/-frau, Rente, ...)  
 Selbständige/r                     Auszubildende/r  
 Student/in                           Sonstiges

**Vielen Dank für Ihre Teilnahme!**

## **Anhang 2: Umfrageergebnisse, relative und absolute Häufigkeiten**



**Interessengebiete** (Mehrfachnennungen möglich)

V1: Geisteswissenschaften

V2: Ingenieurwissenschaften & Technik

V3: Medizin

V4: Naturwissenschaften

V5: Wirtschaftswissenschaften

V6: Sonstiges

Absolute Häufigkeiten

V1	V2	V3	V4	V5	V6
160	131	125	265	94	114

Relative Häufigkeiten

V1	V2	V3	V4	V5	V6
42	35	33	70	25	30



**Wie stark verbinden sie die folgenden Bereiche mit dem Begriff Biotechnologie?**

- V1: gentechnisch veränderte Organismen
- V2: Bier-, Wein- und Essigherstellung
- V3: Biogasanlagen
- V4: Penicillinproduktion
- V5: Kläranlagen
- V6: Nachweis von Erbkrankheiten

**Antwortmöglichkeiten:**

- A1: sehr stark
- A2: eher stark
- A3: eher schwach
- A4: sehr schwach
- A5: gar nicht
- A6: weiß nicht

**Absolute Häufigkeiten:**

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
<b>A1</b>	193	53	109	84	79	73
<b>A2</b>	133	102	161	118	109	108
<b>A3</b>	34	134	74	87	108	106
<b>A4</b>	7	40	12	27	41	37
<b>A5</b>	9	42	14	33	29	37
<b>A6</b>	2	7	8	29	12	17
<b>Σ</b>	378	378	378	378	378	378

**Relative Häufigkeiten:**

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
<b>A1</b>	51	14	29	22	21	19
<b>A2</b>	35	27	43	31	29	29
<b>A3</b>	9	35	20	23	29	28
<b>A4</b>	2	11	3	7	11	10
<b>A5</b>	2	11	4	9	8	10
<b>A6</b>	1	2	2	8	3	4
<b>Σ</b>	100	100	100	100	100	100

## Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?

V1 Die Fütterung von gentechnisch verändertem Kraftfutter an Nutztiere sollte verboten sein.

V2 Die Verwendung von Gentechnik zur Verbesserung von Pflanzeigenschaften ist falsch

V3 Es stört mich gentechnisch veränderte Lebensmittel zu mir zu nehmen.

V4 Ein Anbauverbot gentechnisch veränderter Pflanzen in Deutschland ist richtig.

V5 In der Gentechnologieforschung für die Lebensmittelbranche sehe ich eine Gefahr.

V6 Der Einsatz von Gentechnologie ist notwendig, um die Verfügbarkeit von Lebensmitteln zu erhöhen.

### Antwortmöglichkeiten:

A1: stimme voll und ganz zu

A2: stimme weitgehend zu

A3: neutral

A4: lehne weitgehend ab

A5: lehne voll und ganz ab

A6: weiß nicht

### Absolute Häufigkeiten:

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
A1	151	98	171	135	116	23
A2	91	93	69	82	79	92
A3	60	69	56	58	73	65
A4	50	75	49	50	56	68
A5	20	36	28	49	38	109
A6	6	7	5	4	16	21
Σ	378	378	378	378	378	378

### Relative Häufigkeiten:

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
A1	40	26	45	36	31	6
A2	24	25	18	22	21	24
A3	16	18	15	15	19	17
A4	13	20	13	13	15	18
A5	5	10	7	13	10	29
A6	2	2	1	1	4	6
Σ	100	100	100	100	100	100



### Stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?

V1: Ich interessiere mich für ökologischen Landbau

V2: Ich achte auf den Konsum von ökologisch produzierten Lebensmitteln.

V3: Ich verfolge die Forschung im Bereich des ökologischen Landbaus.

### Antwortmöglichkeiten:

A1: stimme voll und ganz zu

A2: stimme weitgehend zu

A3: neutral

A4: lehne weitgehend ab

A5: lehne voll und ganz ab

### Absolute Häufigkeiten:

	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>
<b>A1</b>	114	93	36
<b>A2</b>	111	127	79
<b>A3</b>	115	98	154
<b>A4</b>	31	48	77
<b>A5</b>	7	12	32
<b>Σ</b>	378	378	378

### Relative Häufigkeiten:

	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>
<b>A1</b>	40	26	45
<b>A2</b>	24	25	18
<b>A3</b>	16	18	15
<b>A4</b>	13	20	13
<b>A5</b>	5	10	7
<b>Σ</b>	100	100	100



## Persönliche Daten

Bitte ordnen Sie sich einer Altersgruppe zu.

	absolute Häufigkeiten	relative Häufigkeiten
6-15 Jahre	0	0
15-25 Jahre	151	40
25-45 Jahre	180	48
45-65 Jahre	38	10
> 65 Jahre	9	2
$\Sigma$	378	100

Geben Sie ihr Geschlecht an.

	absolute Häufigkeiten	relative Häufigkeiten
weiblich	209	55
männlich	169	45
$\Sigma$	378	100

Geben Sie Ihren höchsten beruflichen Bildungsabschluss an.

	absolute Häufigkeiten	relative Häufigkeiten
Lehre/Berufsausbildung im dualen System	32	8
Fachschulabschluss	30	8
Fachhochschulabschluss	48	13
Hochschulabschluss	163	43
Promotion	27	7
(noch) ohne beruflichen Bildungsabschluss	57	15
sonstiges	21	6
$\Sigma$	378	100

In welchem Beschäftigungsverhältnis stehen Sie derzeit?

	absolute Häufigkeiten	relative Häufigkeiten
Angestellte/r	117	31
Beamte/r	20	5
arbeitssuchend	7	2
nicht erwerbstätig	17	4
Selbstständige/r	26	7
Auszubildende/r	8	2
Student/in	172	46
Sonstiges	11	3
$\Sigma$	378	100