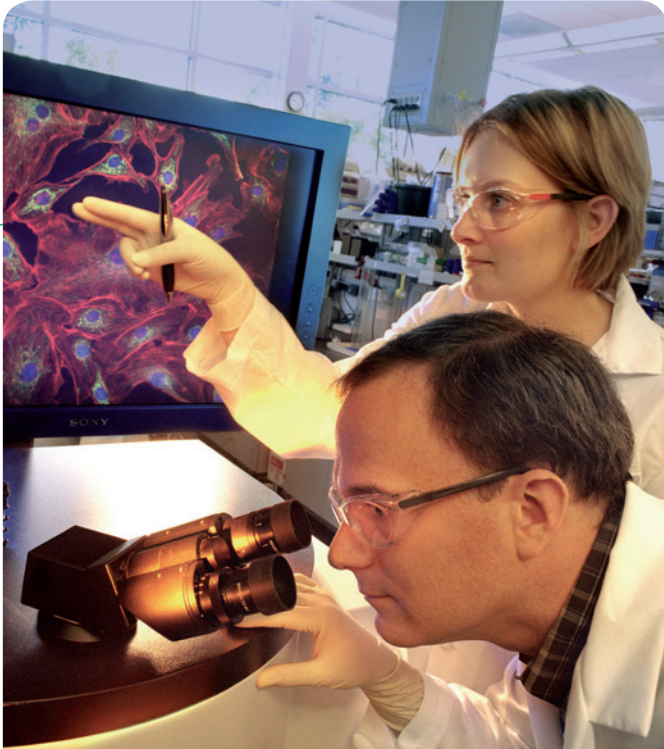




Das Lebensministerium



## Gentechnik – genial oder gefährlich?

Chancen und Risiken  
einer Zukunftstechnologie

Freistaat  Sachsen

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

# Inhalt

2

---

## 1. Allgemeine Informationen zur Gentechnik 6

---

Was ist das Neue an der Gentechnik? 6

Greift der Mensch mit der Gentechnologie in die Evolution ein? 6

In welchen Branchen liegen die Haupteinsatzgebiete der Gentechnik? 7

---

## 2. Gentechnik im Bereich der Medizin 10

---

Welchen Beitrag leistet die Gentechnik in der medizinischen Forschung? 10

Bin auch ich schon einmal mit Gentechnik-Medikamenten behandelt worden? 11

Kann die Gentechnik den Krebs besiegen? 12

Darf die Gentechnologie auch am Menschen angewendet werden? 13

Eröffnet die Gentechnik den Weg zum „gläsernen Menschen“? 14

Führt der Verzehr von gentechnisch veränderten Lebensmitteln zu mehr Allergien? 15

Werden Antibiotika durch den Verzehr gentechnisch veränderter Pflanzen unwirksam? 17

---

## 3. Gentechnik im Bereich der Landwirtschaft und Lebensmittelherzeugung (Grüne Gentechnik) 19

---

Bringt der Einsatz der Gentechnik in der Landwirtschaft Vorteile? 19

Kann die Gentechnik das Problem des Hungers in der „Dritten Welt“ lösen? 20

Liegen gentechnisch veränderte Lebensmittel schon in den Supermarktregalen? 21

|  |    |
|--|----|
| Kann ich gentechnisch veränderte Lebensmittel erkennen?  | 23 |
| Wird durch gentechnisch veränderte Pflanzen die Sortenvielfalt verringert?   | 24 |
| Ist ein Nebeneinander des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen, des Anbaus konventioneller Pflanzen und des Ökolandbaus möglich? | 25 |
| Dürfen gentechnisch veränderte Pflanzen in Deutschland angebaut werden?  | 27 |

---

#### **4. Auswirkungen auf die Umwelt** **28**

---

|   |    |
|---|----|
| Gefährdet „Bt-Mais“ unsere Schmetterlinge?                                | 28 |
| Wird das Bienensterben durch gentechnisch veränderte Pflanzen verursacht? | 29 |
| Kann die Gentechnik einen Beitrag zum Umweltschutz leisten?               | 30 |
| Gentechnik – ein Risiko für die Natur?                                    | 32 |

---

#### **5. Wirtschaftliche Fragen und Patentrecht** **34**

---

|  |    |
|--|----|
| Wie wichtig ist die Gentechnologie für die Wirtschaft? | 34 |
| Schafft die Gentechnologie neue Arbeitsplätze?         | 34 |
| Sind Gene patentierbar?                                | 36 |
| Ist der Patentschutz gesetzlich geregelt?              | 37 |

---

**6. Sicherheit** **38**

---

Hat es schon Gesundheitsschäden durch zugelassene Produkte der Gentechnik gegeben? 38

Wer haftet für Schäden durch gentechnisch veränderte Organismen? 39

Wozu Sicherheitsforschung? 40

Darf jeder Gentechnik betreiben? 41

Was geschieht bei Verstößen gegen das Gentechnikgesetz? 42

---

**7. Anwendung der Gentechnik in Sachsen** **44**

---

Wie weit ist Sachsen in Sachen Gentechnik? 44

Gibt es derzeit Freilandversuche mit gentechnisch veränderten Pflanzen in Sachsen? 46

---

**8. Fachwortverzeichnis** **48**

---

---

**9. Gesetzliche Grundlagen zur Gentechnik** **51**

---

---

**10. Quellenverzeichnis** **53**

---

---

**11. Impressum** **55**

---

Die Gentechnik ist eine junge, innovative und in der Öffentlichkeit kontrovers diskutierte Technologie. Seit ihren Anfängen vor etwa 35 Jahren hat sie eine stürmische Entwicklung hinter sich. Sie beeinflusst viele Bereiche in der Medizin, Industrie und Landwirtschaft. Die moderne biomedizinische Forschung ist ohne Gentechnik nicht mehr vorstellbar. Auch in der medizinischen Diagnostik, bei der Herstellung von Arzneimitteln und Spezialchemikalien, im Umweltschutz und in der Pflanzenzüchtung gewinnen gentechnologische Verfahren zunehmend an Bedeutung. Die noch lange nicht ausgeschöpften Möglichkeiten der Gentechnologie und ihr fachübergreifender Charakter mit Bezug zur Biologie, Chemie und Informationstechnologie sowie zu den Materialwissenschaften eröffnen ein breites Anwendungspotenzial. Die Gentechnik kann in vielen Bereichen zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen, z.B. durch die Ablösung chemischer durch umweltschonendere, biotechnologische Verfahren.



Trotz der enormen Chancen und Perspektiven, die die Gentechnik eröffnet, bestimmen Fragen nach ihrer sicheren Anwendung und mögliche Risiken die gesellschaftliche Diskussion. Während die Nutzung der Gentechnik in der Medizin und Pharmazie sowie in Teilbereichen der Industrie weitgehend etabliert ist, trifft ihre Anwendung in der Landwirtschaft und bei der Herstellung von Lebensmitteln auf Skepsis. Unbestritten erfordert die Gentechnologie eine besondere Sensibilität, da sie an der Basis jeden Lebens, der Erbinformation, ansetzt. Daher sind eine umfassende Risikoabschätzung sowie eine die Entwicklung begleitende Sicherheitsforschung erforderlich. Unabhängig von der Haltung des Einzelnen wird diese Technologie in einer globalisierten Welt auch unsere wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung wesentlich beeinflussen. In dieser Broschüre werden deshalb häufig gestellte Fragen zur Gentechnik aufgegriffen, um mit deren Beantwortung einzelne Aspekte näher zu beleuchten und Einblicke in diese Materie zu geben. Mit diesen Informationen können Sie sich ein Urteil zu dieser Technologie, ihren Anwendungsfeldern und den dazu diskutierten Chancen und Risiken bilden.



Prof. Dr. Roland Wöller  
Staatsminister für Umwelt und Landwirtschaft

# 1. Allgemeine Informationen zur Gentechnik

6

»Was ist das Neue an der Gentechnik?«

»Der Austausch von Erbmateriale zwischen verschiedenen Arten ist möglich.«

## → **Gentechnik**

Methoden zur gezielten Neukombination von Nukleinsäuren (= Träger der Erbinformation), auch über Artgrenzen hinweg

Die Methoden der → **Gentechnik** ermöglichen es, genau eingrenzbar Abschnitte des Erbmateriale gezielt zu isolieren, zu analysieren, zu verändern und auf andere Organismen zu übertragen. Die Abschnitte können einzelne oder mehrere → **Gene**, aber auch Teile von Genen enthalten. Anders als bei der herkömmlichen Züchtung ist die Übertragung auch zwischen stammesgeschichtlich sehr weit voneinander entfernten Arten möglich, zum Beispiel von → **Bakterien** auf Pflanzen oder vom Menschen auf Viren.

## → **Gen**

Abschnitt auf einer DNA, der für die Bildung eines Proteins benötigt wird

## → **Bakterien**

Einzellige Organismen ohne Zellkern

»Greift der Mensch mit der Gentechnologie in die Evolution ein?«

»Ja, aber ...«

## → **Evolution**

Biol.: stammesgeschichtliche Entwicklung aller Lebewesen. Sie ist ein kontinuierlicher Vorgang, der die Anpassung der Lebewesen an sich ändernde Lebensverhältnisse ermöglicht. Veränderungen im Erbmateriale treten spontan auf (Mutationen) oder werden ausgelöst durch Vermischung (Rekombination) des Erbmateriale bei der Fortpflanzung. Sie können auch durch energiereiche Strahlung (z. B. UV-Strahlen, radioaktive Strahlen) oder das Einwirken chemischer Stoffe hervorgerufen werden.

... der Mensch beeinflusst den Ablauf der → **Evolution** auch ohne Anwendung der Gentechnologie schon lange. Er verändert die Umweltverhältnisse, indem er sie seinen Bedürfnissen anpasst. Straßen und Städte werden gebaut, Kanäle angelegt, Wälder gerodet und Sümpfe trockengelegt. Diese Aktivitäten verändern die Umwelt und damit die Lebensbedingungen von Pflanzen und Tieren. Auch durch die traditionelle Tier- und Pflanzenzüchtung greift der Mensch in die Evolution ein, indem er gezielt auf die Ausprägung bestimmter Eigenschaften Einfluss nimmt.

Die moderne → **Biotechnologie**, insbesondere die Gentechnologie, erweitert die Methodenvielfalt zur Züchtung neuer Tierrassen und Pflanzensorten. Insofern greift der Mensch bei Anwendung der Gentechnologie – wie auch mit herkömmlichen Züchtungsmethoden – direkt in das Evolutionsgeschehen ein.

Das kann auch indirekt geschehen. So können großflächige Monokulturen von Nutzpflanzen, ob gentechnisch verändert oder konventionell



gezüchtet, dazu beitragen, die Artenvielfalt und Artenzusammensetzung nachhaltig zu verändern.

Da zahlreiche Faktoren auf das Umweltgeschehen und damit auch auf die Evolution einwirken, lässt sich nicht genau vorhersagen, in welcher Weise und in welchem Ausmaß Eingriffe des Menschen die Evolution beeinflussen. Langzeiterfahrungen über die Auswirkungen des Einsatzes der Gentechnologie im pflanzlichen Bereich, insbesondere beim Freilandanbau, liegen bisher nur vereinzelt vor. Dazu zählt u. a. eine zehnjährige britische Langzeitstudie aus dem Jahr 2001, die das Ausbreitungsverhalten gentechnisch veränderter Pflanzen untersuchte. Sie deutet darauf hin, dass die derzeit angebaute gentechnisch veränderten Kulturpflanzen wie Raps, Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln keine evolutionären Vorteile gegenüber konventionellen Sorten besitzen.

Die Kenntnisse über ökologische und evolutionsbiologische Effekte → **transgener Pflanzen** sind jedoch noch lückenhaft. Daher muss weiterhin Grundlagen- und Sicherheitsforschung zum Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen durchgeführt werden.

»In welchen Branchen liegen die Haupteinsatzgebiete der Gentechnik?«

»Besonders in der Biomedizin!«

Gentechnologische Methoden bilden das Rückgrat der modernen Biotechnologie. Bei der Biotechnologie wiederum handelt es sich um eine typische Querschnittstechnologie, die ihre Anwendung in verschiedenen Branchen findet und zu den wichtigsten Wachstumsmärkten der Zukunft gehört. Es wird erwartet, dass bis zum Jahr 2010 die Biotechnologie weltweit zu einer Wertschöpfung von mehr als 400 Milliarden US\$ beitragen wird, wobei der Pharma- und Medizinbereich vor allem im Bereich der Therapeutika, Diagnostika und Impfstoffe gegenwärtig eindeutig den Schwerpunkt der kommerziellen Biotechnologie bilden. Über ein Viertel

#### → **Biotechnologie**

Einsatz biologischer Systeme (Zellen, Zellbestandteile) im Rahmen technischer Verfahren und industrieller Produktion zur Gewinnung und Umsetzung von Stoffen oder Energie

#### → **Transgene Pflanze**

gentechnisch veränderte Pflanze, deren Erbmateriale durch die Ergänzung mit artfremder DNA verändert ist

→ **Rote Gentechnik**

Anwendungen der Gentechnik  
in der Medizin und Pharmazie

→ **Grüne Gentechnik**

Anwendungen der Gentechnik  
in der Landwirtschaft,  
Pflanzenzucht und Lebens-  
mittelherstellung

→ **gentechnisch veränderte  
Pflanze**

Pflanze, deren Erbmateriale  
beispielsweise durch die  
Ergänzung mit artfremder  
DNA verändert ist

→ **Mikroorganismen**

Mikroorganismen gelten  
als die kleinsten, mikrosko-  
pisch darstellbaren Lebe-  
wesen. Sie werden auch  
Mikroben genannt. Zu den  
Mikroorganismen zählen  
Bakterien, einzellige Algen  
und Pilze, Hefen, Protozoen  
usw. Viren gelten nicht  
als „Lebewesen“, da sie  
sich nicht selbständig  
reproduzieren können.

aller auf dem Weltmarkt befindlichen Arzneimittel werden heute mit Hilfe der → „**Roten Gentechnik**“ hergestellt. Derzeit befinden sich z. B. in den USA mehr bio- und gentechnologisch entwickelte Produkte in der klinischen Prüfung als „klassisch“ produzierte. In Deutschland sind gegenwärtig ca. 150 Arzneimittel mit 93 gentechnologisch („rekombinanten“) Wirkstoffen auf dem Markt (BPI, 2007).

Weltweit stark im Wachstum begriffen ist die Bedeutung der Bio- und Gentechnologie auch in der Landwirtschaft und der Lebensmittelindustrie. Dieser Bereich wird auch als → „**Grüne Gentechnik**“ bezeichnet. Ein großes Wachstum ist derzeit bei der Herstellung transgener Nutzpflanzen die zu beobachten. So hat sich die weltweite Anbaufläche mit → **gentechnisch veränderten Pflanzen** in den letzten fünf Jahren auf 102 Millionen ha im Jahr 2006 in etwa verdoppelt. Die Hauptanbaubereiche befinden sich in den USA, Argentinien, Kanada, Brasilien, Indien und China. Im Kontrast dazu steht der Anbau in den EU-Ländern: dort wurden 2006 in nur sechs Ländern auf einer Fläche von insgesamt rund 62.000 ha gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut. Gebremst wird die Entwicklung der „Grünen Gentechnik“ in der EU u. a. auch durch die geringe Akzeptanz der Verbraucher. Zudem sind in Deutschland nur 6 % aller biotechnologisch tätigen Unternehmen im Geschäftsfeld „Transgene Pflanzen“ aktiv (Biotechnologie Firmenumfrage des BMBF, 2007). Dennoch nimmt die Zahl gentechnisch entwickelter Nutzpflanzen stetig zu. Seit 1994 mit der „Flavour Savour-Tomate“ die erste gentechnisch veränderte Pflanze in den USA kommerziell zugelassen wurde, dürfen weltweit über 100 verschiedene gentechnisch veränderte Nutzpflanzen in Verkehr gebracht werden, vor allem Soja, Raps, Mais, Baumwolle, Kartoffeln (Kompendium Gentechnologie, Bd.2). Dabei handelt es sich vor allem um Pflanzen, die resistent gegen Pflanzenschutzmittel oder Schadinsekten sind. In Europa werden gentechnisch veränderter Mais und Soja vorwiegend zur Futtermittelherstellung verwendet. Lebensmittel aus gentechnisch veränderten Pflanzen werden dagegen bisher kaum angeboten.

Auch im Umweltschutz gewinnt die Bio- und Gentechnologie an Bedeutung. Hier können herkömmliche umweltbelastende Produktionsverfahren durch umweltschonende ressourcensparende Techniken ergänzt



oder ersetzt werden. Bio- und gentechnologische Verfahren zur Stoffproduktion und -umwandlung laufen unter rohstoff- und energiesparenden Bedingungen und mit hoher Selektivität und Spezifität ab. Des Weiteren garantieren diese Verfahren eine hohe Reinheit und Ausbeute der gewünschten Stoffe. Somit bergen sie ein erhebliches Potenzial für den produktionsintegrierten Umweltschutz. Der Schadstoffabbau in Kläranlagen durch → **Mikroorganismen** und der Abbau von Erdöl durch Bakterien sind Beispiele für den erfolgreichen Einsatz der Biotechnologie im Umweltschutz. Gentechnische Verfahren zum Schadstoffabbau werden jedoch großtechnisch bisher nicht eingesetzt.

Die Chancen der bio- und gentechnologischen Produktion werden derzeit erst bei relativ wenigen Produktgruppen, insbesondere bei Arzneimitteln und → **Enzymen** für Waschmittel, im industriellen Maßstab genutzt. Nahezu 100 % der Waschmittelenzyme werden mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen hergestellt. Ein breiter Einsatz dieser Technologie in der produzierenden Industrie, der sogenannten → „**Weißen Biotechnologie**“, wird zukünftig von großer Bedeutung sein. Experten zufolge sollen bis zum Jahr 2010 möglicherweise rund 20 % aller verkauften chemischen Substanzen mit Hilfe bio- und gentechnischer Methoden hergestellt werden (McKinsey-Studie).

Neben der Pharma- und Chemieindustrie, der Landwirtschaft und dem Umweltsektor werden durch die Bio- und Gentechnologie zunehmend fachübergreifende Disziplinen, wie z. B. → **Bioproszesstechnik**, → **Biosensorik**, → **Bioinformatik**, Materialforschung, Mikroelektronik, Energietechnik und Medizintechnik beeinflusst. So wurde beispielsweise durch die Verbindung von Bio- und Werkstoffwissenschaften die Entwicklung von innovativen Materialien für die Transplantationsmedizin forciert. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang auch die → **Nanobiotechnologie**. Sie schlägt eine Brücke zwischen der unbelebten und belebten Natur. Sie dient der Erforschung biologischer Systeme auf molekularer Ebene. Darüber hinaus können mithilfe der Nanotechnologie winzig kleine Bausteine für technische oder medizinische Anwendungen kontrolliert erzeugt werden.

#### → **Enzyme**

Eiweiße (Proteine), die biologische Reaktionen steuern und beschleunigen können

#### → **Weißer Biotechnologie**

Auch industrielle Biotechnologie genannt. Im Fokus der Weißen Biotechnologie steht die Herstellung von Produkten mit biotechnischen Verfahren.

#### → **Bioproszesstechnik**

Techniken zur industriellen Nutzung biologischer Prozesse

#### → **Bioinformatik**

Wissenschaft, die sich mit der Erfassung, Analyse, Darstellung und Anwendung biologischer Daten mittels der modernen Informationstechnologien befasst

#### → **Biosensorik**

Messsysteme, die biologische Komponenten wie z. B. Anti-Körper, Enzyme oder Mikroorganismen nutzen

#### → **Nanobiotechnologie**

Untersuchung, Herstellung und Anwendung von Strukturen und Materialien im atomaren, molekularen und makromolekularen Bereich unter Einbeziehung biologischer Funktionseinheiten. Ein Nanometer ist ein Milliardstel Meter.

## 2. Gentechnik im Bereich der Medizin

10

»Welchen Beitrag leistet die Gentechnik in der medizinischen Forschung?«

»Sie hat die Medizin entscheidend voran gebracht!«

Gene als Informationsträger der Zelle programmieren Wachstum und Entwicklung des menschlichen Körpers. Vielen Krankheiten liegen Fehler in der Erbinformation, z. B. Gendefekte zugrunde. Dies ist beispielsweise bei der Hämophilie, Phenylketonurie und Mukoviszidose der Fall. Mithilfe der Gentechnik können Aufbau, Funktion und Wirkungsweise der Gene untersucht werden. Ein Meilenstein stellt hier die in atemberaubender Zeit erfolgte Entschlüsselung des menschlichen → **Genoms** dar, das rund 30.000 Gene umfasst. Aufgrund dieser neuen Erkenntnisse über das menschliche Genom ist die Entwicklung neuer wirkungsvoller Medikamente möglich.

### → **Genom**

Das gesamte genetische Material eines Organismus

### → **Virus**

Biologische Einheit aus DNA oder RNA und Proteinhülle, die sich nur in einer geeigneten Wirtszelle vermehren kann

Viele medizinische Erkenntnisse hätten ohne die Gentechnik nicht erreicht werden können. So führte z. B. die Erforschung der molekularen Ursachen von Krebs zu gezielteren Vorsorgeuntersuchungen. Außerdem können mithilfe der Gentechnik die molekularen Strukturen von Krankheitserregern, wie z. B. Viren oder Bakterien, aufgeklärt werden. So konnte die Wirkungsweise des HI- → **Virus** entschlüsselt werden, – eine wichtige Voraussetzung für die künftige Entwicklung von Impfstoffen und Medikamenten gegen AIDS.

### → **Gentherapie**

Behandlung von Krankheiten durch Veränderung des Erbmaterials. Es wird zwischen der somatischen Therapie und der Keimbahntherapie unterschieden.

Mit therapeutischen Anwendungen der Gentechnik – der sogenannten → **Gentherapie** wird versucht, Gendefekte und Fehlregulationen von Genen auszugleichen, indem intakte Gene in Zellen mit Gendefekten eingeschleust oder die Aktivität von Genen beeinflusst werden.

Ebenso können mithilfe der Gentechnik Medikamente entwickelt und hergestellt werden. Bei diesen handelt es sich häufig um körpereigene Wirkstoffe, die für den therapeutischen Einsatz in ausreichender Menge hergestellt werden.



Beispiele hierfür sind:

- Humaninsulin zur Behandlung der Zuckerkrankheit (Diabetes),
- menschliches Wachstum fördernde Stoffe,
- die Blutgerinnung regulierende Faktoren,
- Präparate, die in die Zellregulation eingreifen und z. B. in der Krebstherapie das Absterben von Tumorzellen unterstützen können.

Die mithilfe der Gentechnik gewonnenen Erkenntnisse zeigen immer deutlicher, welche molekularen Mechanismen vielen Krankheiten, aber auch dem Heilungsprozess zugrunde liegen und wie sie zu beeinflussen sind. Die Gentechnik hat unser Wissen über die im menschlichen Körper ablaufenden Prozesse, die Ursachen von Krankheit und Gesundheit revolutioniert. Sie ist zu einem unverzichtbaren Teil des vielfältigen Methodenspektrums in der Medizin geworden.

### »Bin auch ich schon einmal mit Gentechnik-Medikamenten behandelt worden?«

»Das ist möglich, weil immer mehr Medikamente gentechnisch hergestellt werden.«

Bereits seit 1982 ist das gentechnisch hergestellte Insulin zur Behandlung der Zuckerkrankheit im Handel. In Deutschland waren im Jahr 2007 150 gentechnisch hergestellte Arzneimittel auf dem Markt, über 200 befinden sich in der Entwicklungsphase. Der im Jahr 2006 erzielte Gesamtumsatz mit gentechnisch erzeugten Arzneimitteln betrug 2,38 Milliarden EUR und entspricht damit über 10% des Gesamtmarktes deutscher Arzneimittel. Eines der bekanntesten gentechnisch hergestellten Arzneimittel ist Erythropoietin, eingesetzt bei Blutarmut (Anämie). Zahlreiche Impfstoffe, wie beispielsweise zum Schutz gegen Kinderlähmung, Keuchhusten, Wundstarrkrampf, Diphtherie, Röteln und Hepatitis werden gentechnisch hergestellt. Einen Meilenstein stellte



auch die Zulassung des Prostata-Krebsmedikamentes „Eligard“ dar – die erste Zulassung eines Produktes einer deutschen Biotech-Firma.

### »Kann die Gentechnik den Krebs besiegen?«

»Das ist derzeit nicht absehbar, aber die Chancen steigen.«

#### → Zelle

Die kleinste selbständig lebensfähige und vermehrungsfähige Einheit von lebenden Organismen

#### → Anti-Angiogenese

(= Angiogenese-Hemmung) Medikamentöse Methode, die das Bilden neuer Blutgefäße im Körper verhindern soll, um einem Tumor die Nahrungszufuhr abzuschneiden und sein weiteres Wachstum zu unterbinden

#### → Lymphozyten

Weißer Blukörperchen (= Leukozyten), die Teil des Immunsystems sind und die sog. erworbene Immunität vermitteln

#### → Mutation

Spontane Änderung in einem Gen, z. B. durch Basenaustausch

#### → DNS (engl. DNA)

Abkürzung für Desoxyribonukleinsäure; Träger der genetischen Information aller Lebewesen

Krebszellen unterscheiden sich von gesunden → Zellen vor allem dadurch, dass sie sich durch fortgesetztes Teilen unkontrolliert vermehren. Die Zellteilung wird ihrerseits durch Gene gesteuert. Krebs beruht insofern im Kern auf einer fehlerhaften Regulation dieser Gene. Dabei können die zugrunde liegenden Genveränderungen durch Viren, Strahlung, chemische und andere Einflüsse neu entstehen oder ererbt werden.

Die Erforschung des unkontrollierten Zellwachstums mithilfe der Gentechnik hat völlig neue Möglichkeiten der Diagnose und Behandlung eröffnet.

Ein aktueller Trend in der Krebsbekämpfung ist die → Anti-Angiogenese. Mit ihr soll verhindert werden, dass sich neue Blutgefäße zur Versorgung fester Tumoren bilden. Die Geschwulst wird „ausgehungert“ und wächst nicht mehr. Ein weiterer Weg der Behandlung von Krebs besteht darin, im Tumorgewebe vorhandene Immunzellen (gewebeeinfiltrierende → Lymphozyten) zu isolieren, außerhalb des Körpers zu vermehren und gentechnisch so zu verändern, dass sie die Tumoren angreifen können.

→ Mutationen innerhalb der → DNA von Körperzellen, die Krebs zur Folge haben können, lassen sich durch Gentechnik nicht verhindern.

Mit gendiagnostischen Methoden gelingt aber bereits heute eine verbesserte Früh- und Differenzialdiagnostik einiger Krebserkrankungen. In den letzten zehn Jahren weckten z. T. euphorische Berichterstattungen der Medien über die Genthherapie große Hoffnungen. Jedoch erbrachte keine der weltweit bis heute durchgeführten klinischen Studien

den „großen Durchbruch“ bei der gentherapeutischen Behandlung von Krebspatienten.

## »Darf die Gentechnologie auch am Menschen angewendet werden?«

»Ja, aber nur zur Behandlung von Krankheiten!«

Die Anwendung der Gentechnologie am Menschen befindet sich derzeit noch im Forschungsstadium und dient medizinischen Zwecken. Ziel ist es, einzelne Gene in den menschlichen Körper einzuschleusen, um für bestimmte Krankheiten verantwortliche Gendefekte „auszugleichen“. Diese Art der Gentherapie, die sogenannte → **somatische Gentherapie**, wird an Körperzellen, z. B. Blutzellen oder → **somatischen Zellen** aus Organen, durchgeführt.

Im Unterschied zur somatischen Gentherapie wäre es durch gentechnische Eingriffe in die Keimbahn (Ei- und Samenzellen) grundsätzlich möglich, auch solche Veränderungen der Genausstattung von Menschen herbeizuführen, die auf nachfolgende Generationen weitervererbt werden können (→ **Keimbahntherapie**). Auf diese Weise könnten in Zukunft auch Menschen geschaffen werden, die über Eigenschaften verfügen, die von Einzelnen oder der Allgemeinheit als wünschenswert angesehen werden oder die unerwünschte Eigenschaften nicht besitzen. In der Praxis ist dies derzeit weder möglich noch zulässig. Zudem verfolgt die gentechnologische Forschung keine derartigen → **eugenischen Ziele**.

Abgesehen davon muss sich die Gesellschaft grundsätzlich die Frage stellen, ob der Mensch sich nach seinem Bilde neu erschaffen, d. h. seine eigene Evolution nach seinen Vorstellungen mit gentechnischen Mitteln steuern darf.

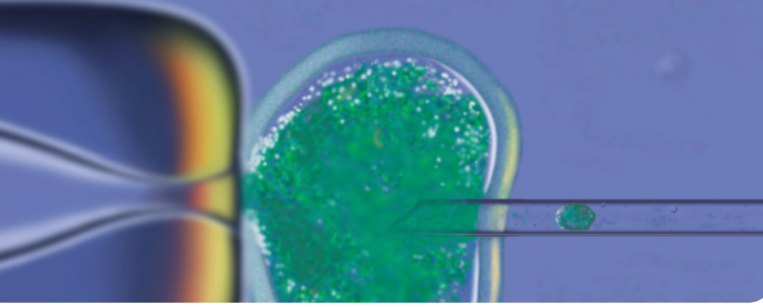
Aufgrund dieser ethischen Bedenken sind Versuche der Keimbahntherapie am Menschen durch den Gesetzgeber in Deutschland

→ **somatische Gentherapie**  
Therapie, die auf die gentechnische Veränderung von Körperzellen abzielt

→ **somatische Zellen**  
(= Körperzellen)  
Alle Zellen eines höheren Organismus mit Ausnahme der Geschlechtszellen

→ **Keimbahntherapie**  
Eingriff in die Erbsubstanz von Keimzellen (Ei- und Samenzellen)

→ **Eugenik, eugenische Ziele**  
Systematische Auswahl von Individuen zur Fortpflanzung

**→ Klonierung**

Schaffung einer Kolonie genetisch einheitlicher Zellen oder Organismen, die sich von einer Zelle ableiten

verboten. Ebenso bestehen gegenüber der Herstellung genetisch identischer Kopien, also der **→ Klonierung** von Menschen, schwerwiegende ethische Bedenken. Daher ist in Deutschland mit dem 1991 verabschiedeten Embryonenschutzgesetz das Klonen von Menschen ausdrücklich unter Strafe gestellt.

Die britische Regierung erlaubte im August 2004 Forschern erstmals, menschliche Embryonen zu Forschungszwecken zu klonen (therapeutisches Klonen).

»Eröffnet die Gentechnik den Weg zum „gläsernen Menschen“?«

»Ein Stückweit ja.«

Die Gentechnik hilft bei der Aufklärung der Erbinformation des Menschen sowie von Tieren und Pflanzen und bei der Erforschung der Funktion von Genen und Proteinen.

**→ Nukleotide**

„Buchstaben“ des genetischen Codes. Die DNA besteht aus nur vier Grundbausteinen, die mit den Buchstaben A, C, G und T abgekürzt werden und deren Reihenfolge die eigentliche Information darstellt.

Im Jahr 2001 wurden von zwei Forschergruppen die Rohdaten des menschlichen Genoms veröffentlicht. Damit ist nunmehr die Abfolge der über drei Milliarden **→ Nukleotide** bekannt, aus denen das menschliche Erbgut besteht. Diese Informationen wurden zwischenzeitlich verfeinert. Im Jahr 2007 wurde durch eine amerikanische Arbeitsgruppe erstmals das Genom eines einzelnen Menschen, des Wissenschaftlers Craig Venter, vollständig aufgeklärt. Allerdings ist erst für einen relativ kleinen Teil der DNA bekannt, welche Funktion die darauf befindlichen Gene und andere Abschnitte haben.

Ungeachtet dieser großen weißen Flecken auf der Landkarte des Lebens ist es im Ergebnis weltweiter, langjähriger Forschungsarbeiten gelungen, eine Vielzahl von Genen zu identifizieren und zu untersuchen. Dabei wurde erkannt, dass bestimmte Variationen in der DNA mit dem Auftreten oder der Häufigkeit bestimmter Erkrankungen in Zusammenhang stehen. Eine ganze Reihe erblicher Krankheiten, wie z.B. die

Mukoviszidose, beruhen direkt auf einem veränderten Gen. Für andere, durch mehrere Faktoren beeinflusste Erkrankungen, wie z.B. Krebs, Diabetes oder Multiple Sklerose, kann eine genetisch bedingte Veranlagung bestehen. Variationen in einzelnen Genen können auch die Wirksamkeit und Verträglichkeit von Medikamenten beeinflussen.

Mithilfe spezieller Gentests wird es zunehmend möglich, individuelle Unterschiede in einzelnen oder mehreren Genen aufzuspüren. Damit können z.B. die Veranlagungen zu einer bestimmten Krankheit lange vor Auftreten der ersten Symptome diagnostiziert und frühzeitig Maßnahmen ergriffen werden. Versuche, „Gendefekte“ durch eine somatische Gentherapie zu beheben, stecken allerdings noch in den Kinderschuhen.

Das Wissen über die eigenen Gene wirft aber auch eine Reihe von individuellen und gesellschaftlichen Fragen ethischer und rechtlicher Natur auf. Wie würde der Einzelne mit dem Wissen umgehen, in 10 Jahren mit hoher Sicherheit an einer derzeit noch unheilbaren Krankheit zu erkranken? Gibt es ein Recht auf Nichtwissen? Welche Informationen dürfen Krankenversicherungen oder Arbeitgeber erhalten und wie kann man Betroffene wirksam vor Diskriminierung schützen? Hierzu sind eine breite gesellschaftliche Diskussion und in deren Ergebnis klare gesetzliche Vorgaben erforderlich. In Deutschland wird dazu seit geraumer Zeit über ein Gendiagnostik-Gesetz diskutiert.

### »Führt der Verzehr von gentechnisch veränderten Lebensmitteln zu mehr Allergien?«

»Das allergene Potenzial von gentechnisch veränderten Lebensmitteln ist im Allgemeinen nicht höher als das von konventionellen Lebensmitteln«

Die Befürchtungen sind weit verbreitet, dass mit der Einführung gentechnisch veränderter Lebensmittel auch mit einer Zunahme der Lebensmittelallergien zu rechnen ist.

→ Allergien können grundsätzlich gegen Stoffe jeder Art entstehen, sogar gegen solche, die vom eigenen Körper gebildet werden.

#### → Allergie

Die Allergie ist eine Überreaktion des Immunsystems. Harmlose Fremdkörper (z. B. Pollen oder bestimmte Proteine, die in gewissen Lebensmitteln vorkommen) werden vom Immunsystem wie gefährliche Eindringlinge attackiert

Allerdings ist das allergieauslösende Potenzial der Stoffe unterschiedlich. „Echte Lebensmittelallergien“ haben etwa 2 bis 5 % der Bevölkerung. Zu den Nahrungsmitteln, gegen die in Mitteleuropa häufig eine Allergie besteht, zählen bei Kindern Kuhmilch, Hühnereiweiß, Fische, Erdnüsse und Soja, bei Erwachsenen Baumnüsse, Erdnüsse, Fische, Schalentiere, Gemüse wie Sellerie, Getreide und Obst (insbesondere Steinobst).

So wie gegen andere Lebensmittel können einzelne Menschen auch gegen gentechnisch veränderte Lebensmittel Allergien entwickeln. In diesem Fall müssen sie diese „neuartigen Lebensmittel“ genauso meiden wie die ihnen schon bekannten Allergieauslöser (Allergene). Deshalb ist eine klare Kennzeichnung gentechnisch veränderter Lebensmittel gerade zum Schutz von Allergikern wichtig. Es gibt keine Hinweise dafür, dass unter Einsatz der Gentechnik hergestellte Lebensmittel häufiger zu Allergien führen als vergleichbare andere Lebensmittel.

Generell ist es heute möglich, die Allergenität neuer Proteine durch einen Vergleich mit bereits bekannten Proteinen abzuschätzen. So konnte bei einer gentechnisch veränderten Sojabohnensorte, in die ein Gen aus der Paranuss übertragen worden war, bereits vor Marktzulassung ein erhöhtes Allergierisiko nachgewiesen werden. Die Sojabohne, die als Futtermittel vorgesehen war, kam deshalb nie auf den Markt.

Für große Aufregung sorgte im Jahr 2000 der Allergieverdacht um den insektenresistenten StarLink-Mais, der nur als Futtermittel zugelassen war und dennoch aus ungeklärten Gründen in die Lebensmittelverarbeitung gelangte. In den USA klagten daraufhin viele Konsumenten über allergieähnliche Beschwerden. Untersuchungen durch die US-Gesundheitsbehörde konnten das → **allergene Potenzial** der gentechnischen Veränderung des StarLink-Mais nicht bestätigen. Da letzte Zweifel aber nicht ausgeräumt werden konnten, wurde für den StarLink-Mais keine Lebensmittelzulassung erteilt.

Die Gentechnologie kann aber auch zur Vermeidung von Lebensmittelallergien genutzt werden. So wird in einigen Forschungslabors versucht,

→ **allergenes Potenzial**  
Potenzial eines Stoffes,  
eine Allergie auszulösen



allergieauslösende Eiweiße aus Lebensmitteln, wie z. B. Reis, Sojabohnen und Erdnüssen, zu entfernen. Jedoch sind marktreife Sorten vorläufig noch nicht in Aussicht. 0,1% der Bevölkerung leiden an einer speziellen Nahrungsmittelunverträglichkeit der „Zöliakie“, einer allergieähnlichen Erkrankung, die auf bestimmte Kleberproteine (Glutene) im Getreide zurückzuführen ist. Glutenfreies Getreide ist somit ebenfalls Ziel derzeitiger gentechnischer Forschungsarbeiten. Auch bei der Aufklärung der Ursachen von Allergien und bei der Entwicklung von Medikamenten gegen Allergien kann die Gentechnologie einen Beitrag leisten.

### »Werden Antibiotika durch den Verzehr gentechnisch veränderter Pflanzen unwirksam?«

»Das ist eher unwahrscheinlich.«

Die Fähigkeit von Mikroorganismen zur Produktion von antibakteriellen Wirkstoffen (Antibiotika) wird in der Medizin seit 1929 – der Entdeckung des Penicillins durch Alexander Fleming – zur Behandlung bakterieller Infektionskrankheiten genutzt.

Viele Bakterienstämme haben jedoch mittlerweile Resistenzen gegen Antibiotika entwickelt – z. B. durch Produktion eines spezifischen Enzyms wie Penicillinase, das Penicillin spaltet und dadurch unwirksam macht. Bakterien können diese Gene, die Antibiotika-Resistenzen verursachen, untereinander austauschen. Ein therapeutisches → **Antibiotikum** wird dadurch allmählich wirkungslos.

Solche Resistenzgene sind jedoch insbesondere bei Anwendung gentechnischer Methoden in der Pflanzenzüchtung nützlich. Sie werden als → **Marker** gemeinsam mit dem Gen für eine neue Eigenschaft in die Pflanzenzellen eingeschleust, um im Folgenden diejenigen Pflanzenzellen, die die neue Eigenschaft in Verbindung mit der Antibiotika-Resistenz besitzen, nachweisen zu können.

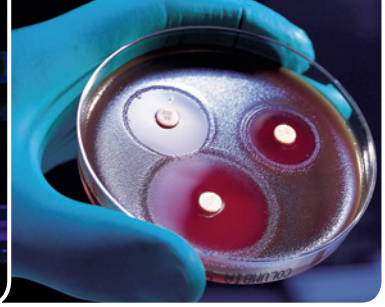
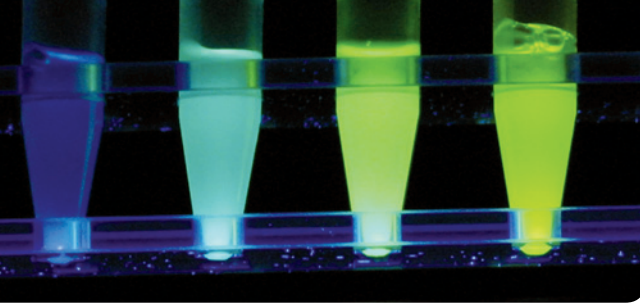
Die Befürchtung, dass es durch den Verzehr von gentechnisch veränderten Pflanzen zur Übertragung der Resistenzen auf Darmbakterien

#### → **Antibiotikum**

Antibiotika sind niedermolekulare Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen wie z. B. Bakterien oder Pilzen, die in geringen Konzentrationen andere Mikroorganismen in ihrem Wachstum hemmen (bakteriostatische Wirkung, z. B. Penicillin) oder abtöten (bakterizide Wirkung, z. B. Streptomycin).

#### → **Marker**

Gen, das die Identifizierung und Selektion einer gentechnisch veränderten Zelle oder eines gentechnisch veränderten Organismus ermöglicht



des Menschen kommt und anschließend Antibiotika im Krankheitsfall wirkungslos bleiben, konnte wissenschaftlich nicht bestätigt werden. Untersuchungen zeigten, dass das Erbmateriale durch den Verdauungsprozess größtenteils abgebaut und inaktiviert wird. Dennoch verlangt die seit Herbst 2002 geltende EU-Freisetzungsrictlinie 2001/18/EG entsprechend dem Vorsorgeprinzip eine schrittweise Einstellung der Verwendung von Genen, die eine Resistenz gegen bestimmte Antibiotika vermitteln. In der nächsten Generation transgener Pflanzen werden aus Gründen des vorbeugenden Verbraucherschutzes Antibiotikaresistenz-Marker durch alternative Verfahren (z. B. Farbstoffmarker) ersetzt werden.

Die Tatsache, dass sich Antibiotikaresistenzen immer mehr ausbreiten, ist – wie auch die Weltgesundheits-Organisation der UNO World Health Organisation (WHO) feststellt – nicht eine Folge der Gentechnik, sondern hauptsächlich eine Folge der intensiven z. T. missbräuchlichen Verwendung von Antibiotika in der Medizin sowie des Einsatzes von Antibiotika als Tierfutterzusatz.

### 3. Gentechnik im Bereich der Landwirtschaft und Lebensmittelerzeugung (Grüne Gentechnik)

»Bringt der Einsatz der Gentechnik in der Landwirtschaft Vorteile?«

»Dem Landwirt Ja; dem Verbraucher bisher nur teilweise.«

19

Seit langer Zeit wird versucht, mit klassischen Methoden Erbmaterial zu verändern, um bestimmte Eigenschaften bei Pflanzen und Tieren, z. B. Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, Kälte oder Hitze, zu erreichen.

Die Gentechnik fügt den bestehenden Züchtungstechniken neue Methoden hinzu und erlaubt die gezielte Einführung neuer Merkmale in Pflanzen. So kann die Gentechnik dazu beitragen, dass die Qualität landwirtschaftlicher Erzeugnisse gesichert oder weiter verbessert wird und dass wirtschaftlich erfolgversprechende Anbaumethoden, die auch ökologische Vorteile mit sich bringen, neu zum Einsatz kommen.

Durch den Anbau gentechnisch entwickelter Pflanzen, die widerstandsfähig sind gegen Insekten, Pilze, Bakterien oder Viren, können → **chemische Pflanzenschutzmittel** vermindert zum Einsatz kommen. Das trägt zur Entlastung von Böden und Gewässern bei. Die Gentechnik kann es künftig außerdem ermöglichen, Pflanzen gegen bestimmte Schadstoffe wie z. B. Schwermetalle widerstandsfähiger zu machen oder sie besser an extreme Umweltbedingungen wie Hitze, Kälte, Trockenheit oder hohen Salzgehalt des Bodens anzupassen. Bisher für den Nutzpflanzenanbau ungeeignete Standorte könnten so nutzbar gemacht werden. Ein weiteres Ziel der Gentechnik ist die Entwicklung von Pflanzen, die die vorhandenen Nährstoffe besser nutzen. Dadurch könnte der Einsatz von Düngemitteln reduziert werden. In der Entwicklung sind derzeit auch Pflanzen, die Vorteile für den Verbraucher bringen, wie beispielsweise verbesserter Geschmack und verlängerte Haltbarkeit. Kommerziell eingesetzt werden bereits Soja und Raps mit einer verbesserten Fettsäurezusammensetzung. Insbesondere die Optimierung der ernährungsphysiologischen Eigenschaften steht im Mittelpunkt der derzeitigen Forschungsarbeiten. In der Entwicklung befinden sich Kartoffeln mit mehr Ballaststoffen, Sojabohnen mit

→ **Pflanzenschutzmittel**  
Pflanzenschutzmittel sind chemische oder biologische Wirkstoffe und Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen.

weniger Cholesterin, koffeinfreier Kaffee, glutenfreier Weizen sowie Raps und Reis mit erhöhtem Vitamin A-Gehalt. Dies ist von besonderer Bedeutung für viele Millionen Menschen, für die Reis fast das einzige Nahrungsmittel ist und die aufgrund dieser einseitigen Ernährung an schweren Mangelerkrankungen leiden. Durch gentechnische Methoden können aber auch allergieauslösende Stoffe reduziert oder ganz aus Lebensmitteln entfernt werden. Derzeitige entsprechende Bemühungen umfassen die Herstellung einer Reissorte ohne allergieauslösende Inhaltsstoffe.

### »Kann die Gentechnik das Problem des Hungers in der „Dritten Welt“ lösen?«

»Nein, aber sie kann einen Beitrag dazu leisten.«

Die Gentechnik kann einen Beitrag zur verbesserten und erhöhten Versorgung mit Lebensmitteln leisten. Heute leben etwa 6,7 Milliarden Menschen auf der Erde. Im Jahr 2025 werden es voraussichtlich 7,4 bis 8,3 Milliarden Menschen sein. In der Vergangenheit konnten aufgrund von neuen Züchtungen und des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln eine steigende Anzahl von Menschen versorgt werden, auch wenn in vielen Teilen der Welt Hunger nach wie vor ein großes Problem ist.

Neue landwirtschaftliche Anbauflächen auf der Erde können derzeit kaum noch erschlossen werden. Durch Umweltverschmutzung, Verödung und Verstädterung gehen sogar immer mehr Anbauflächen verloren, so dass die pro Kopf verfügbare Anbaufläche insgesamt abnehmen wird. Um die im Jahre 2025 lebenden Menschen ausreichend ernähren zu können, müsste die landwirtschaftliche Produktion pro Nutzfläche mehr als verdoppelt werden. Eine Ausweitung der Anbauflächen auf Kosten von Naturflächen – wie z. B. Regenwäldern – ist ökologisch nicht vertretbar. Ziel muss es daher sein, besser angepasste Pflanzensorten für widrige Standortbedingungen, wie beispielsweise in Trockengebieten zu entwickeln.

Mit gentechnisch gezüchteten Pflanzen, die → **resistent** gegen Insekten, Pilze oder Viren sind, können Ernteverluste vermindert, Erträge gesteigert und gleichzeitig chemische Pflanzenschutzmittel eingespart werden. Außerdem können Pflanzen mit erhöhtem Nährwert und verbesserter Qualität gezüchtet werden.

Damit kann einer Fehl- oder Mangelernährung entgegengewirkt werden. Auch die Entwicklung von Sorten, die unter widrigen Umständen wie z. B. hohen Temperaturen oder sandigen und salzhaltigen Böden wachsen können, ist ein weiterer Weg zur Ernährungssicherung.

#### → **Resistenz**

Unter Resistenz versteht man die Widerstandsfähigkeit eines Organismus oder einer biologischen Art gegen schädliche äußere Einflüsse.

### »Liegen gentechnisch veränderte Lebensmittel schon in den Supermarktregalen?«

»In Europa bisher noch nicht.«

Obwohl gentechnisch veränderte Pflanzen im Jahr 2006 weltweit auf einer Fläche von 102 Millionen ha angebaut wurden, spielt die Gentechnik bei unseren Lebensmitteln in den Supermarktregalen keine große Rolle. Lebensmittel, die direkt gentechnisch verändert sind, gibt es bisher in der EU nicht zu kaufen. Beispielsweise sind alle in der EU im Handel befindlichen Obst- und Gemüsesorten nicht gentechnisch verändert. Die durch die Medien bekannt gewordene „Anti-Matsch-Tomate Flavr Savr“ ist in den USA nicht mehr auf dem Markt. In den USA sind dagegen bereits einige gentechnisch veränderte Sorten wie Papayas, Melonen oder Süßkartoffeln zugelassen, jedoch ist ein Import in die EU bislang verboten.

Beim Einkauf trifft man jedoch auf unzählige Produkte, bei denen die Gentechnik im Herstellungsprozess beteiligt gewesen sein könnte.

Dazu zählen die große Zahl von Lebensmitteln, die Soja, Mais und Raps in verarbeiteter Form, z. B. als raffiniertes Öl enthalten. So schätzen Fachleute, dass bis zu 30.000 Lebensmittel Sojaerzeugnisse enthalten (Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung). Dazu zählen Backwaren, Süßwaren, Tofu, Suppen und Fleischersatzprodukte. **Mais** wird gemahlen als Mehl und in Maisgerichten eingesetzt, Maisöl in Margarine, Mayonnaise, Saucen und Kartoffelchips verarbeitet.



Außerdem wird Mais in Back- und Süßwaren, Müsli, Fruchtgetränken, Babynahrung und Sportdrinks eingesetzt.

**Raps** ist vor allem für die Herstellung von Rapsöl von Bedeutung.

**Soja:** Mittlerweile importiert die EU jährlich etwa 35 Millionen Tonnen Sojarohstoffe. Die Einfuhr erfolgt größtenteils aus Ländern, die überwiegend gentechnisch verändertes Soja anbauen. Die Importe werden in der EU zwar hauptsächlich als Futtermittel eingesetzt, es ist jedoch nicht auszuschließen, dass gentechnisch veränderte Sojarohstoffe wie z. B. Sojaöl, Lecithin und Sojaweiße auch in Nahrungsmitteln wie Margarine, Schokolade, Keksen und Fertigprodukten enthalten sein könnten. Jedoch bleiben sie in der Regel unterhalb des für die Kennzeichnung gesetzlich vorgeschriebenen Schwellenwertes von 0,9%. Für Lebensmittelunternehmen, die Sojazutaten in ihren Produkten verarbeiten, wird es immer schwieriger, „gentechnikfreie“ Rohstoffe in ausreichenden Mengen zu beziehen. Einige Unternehmen bemühen sich, Sojazutaten in ihren Rezepturen zu ersetzen: So ist z. B. bei Margarine Sojaöl gegen Rapsöl ausgetauscht worden.

Keiner der Versuche Nutztiere gentechnisch zu verändern, führte bisher zum Erfolg, mit einer Ausnahme. In den USA wurde 1999 der Antrag auf Zulassung für gentechnisch veränderte Lachse gestellt, die doppelt so schnell wachsen wie ihre unveränderten Artgenossen. Bisher erhielten sie aber noch keine Zulassung der zuständigen Behörden.

#### → Enzyme

Eiweiße (Proteine), die biologische Reaktionen steuern und beschleunigen können

Viele der im Lebensmittelbereich eingesetzten → **Enzyme** werden mittlerweile mithilfe von gentechnisch veränderten Mikroorganismen, meist Bakterien, Hefen oder Pilzen, hergestellt. Beispiele hierfür sind Pektinasen, die bei der Herstellung von Fruchtsäften eingesetzt werden. Durch Einsatz des gentechnisch hergestellten Labferments Chymosin, das für die Milchgerinnung benötigt wird, kann auf die Gewinnung des Enzyms aus Kälbermägen weitgehend verzichtet werden. Auch Lebensmittelzusatzstoffe wie **Vitamine, Aromen oder → Aminosäuren** werden zum Teil gentechnisch produziert. Entsprechend der Kennzeichnungsverordnung sind diese Produkte nicht kennzeichnungspflichtig.

#### → Aminosäuren

sind Bausteine von Eiweißen (Proteinen).



Es gibt aber auch Unternehmen, die auf die Anwendung der Gentechnik bei der Produktion ihrer Lebensmittel verzichten.

Dies gilt im Besonderen für die Unternehmen des ökologischen Landbaus, die entsprechend der EU-Öko-Verordnung wirtschaften, die den Einsatz der Gentechnik verbietet. Außerdem hat eine Reihe von Handelshäusern erklärt, bei ihren Eigenmarken keine gentechnisch veränderten Rohstoffe und Zutaten zu verwenden. Ob in Zukunft verstärkt gentechnische Lebensmittel zum Verkauf angeboten werden, hängt in erster Linie von der Akzeptanz des Konsumenten ab.



### »Kann ich gentechnisch veränderte Lebensmittel erkennen?«

»Ja, denn sie müssen gekennzeichnet werden.«

Was und wie gekennzeichnet werden muss, ist EU-weit gesetzlich geregelt (EU-Verordnung 1829/2003 und 1830/2003).

Danach besteht eine Kennzeichnungspflicht für alle Lebens- oder Futtermittel, die

- selbst ein → GVO sind (Beispiel: transgene Tomaten oder Kartoffeln)
- GVO enthalten (Beispiel: gentechnisch veränderte Milchsäurebakterien in Joghurt) oder
- aus GVO hergestellt wurden bzw. Zutaten enthalten, die aus GVO hergestellt wurden (Beispiel: Sojamehl und Sojaöl aus gentechnisch veränderten Sojabohnen).

Dabei ist nicht von Bedeutung, ob der GVO oder Teile von ihm im Endprodukt noch nachweisbar sind.

Nicht gekennzeichnet werden müssen Produkte, die nur „mit Hilfe“ von GVO hergestellt wurden. Dazu zählen u. a. Fleisch, Milch und Eier, auch wenn sie von Tieren stammen, die mit GVO-Futtermitteln gefüttert wurden. Ebenso von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen

→ GVO  
Gentechnisch veränderter Organismus

sind gentechnisch hergestellte Lebensmittelzusatzstoffe, Aromen und Vitamine. Nicht kennzeichnungspflichtig sind zudem Lebens- und Futtermittel, die weniger als 0,9 % an gentechnisch veränderten Bestandteilen enthalten, vorausgesetzt dass diese unbeabsichtigt und technisch unvermeidbar in das Produkt gelangt sind. Dieser Schwellenwert soll künftig auch für ökologisch erzeugte Lebens- und Futtermittel gelten.

Außerdem dürfen Lebensmittel nach einer nationalen Rechtsverordnung mit der Angabe „ohne Gentechnik“ gekennzeichnet werden, wenn bei deren Herstellung keine gentechnischen Methoden angewendet wurden. Selbst die zur Herstellung eines Lebensmittels verwendeten Zusatzstoffe dürfen dann nicht gentechnisch produziert worden sein. Nicht mit dem Etikett „ohne Gentechnik“ dürfen solche Lebensmittel versehen werden, die von Tieren gewonnen werden, an die gentechnisch veränderte Futtermittel verfüttert wurden. Außerdem dürfen solche Tiere nicht mit gentechnisch hergestellten Arzneimitteln behandelt worden sein, es sei denn, es stehen keine konventionell hergestellten Medikamente zur Verfügung.

Die Kennzeichnung von Lebensmitteln als „mit“ oder „ohne Gentechnik“ hergestellt, dient vor allem der Verbraucherinformation. Sie ist weder ein Warnhinweis noch ein Qualitätskriterium, sondern ein Hinweis auf bestimmte Herstellungsverfahren.

### »Wird durch gentechnisch veränderte Pflanzen die Sortenvielfalt von Nutzpflanzen verringert?«

»Nein, Gentechnik und Sortenvielfalt schließen sich grundsätzlich nicht aus.«

Nach Angaben des Bundessortenamtes (BSA, 2007) hat sich die Zahl der erteilten Sortenschutzrechte in den letzten 30 Jahren stark erhöht. So stieg die Anzahl der geschützten Sorten in Landwirtschaft und Gartenbau im Zeitraum von 1974 – 2007 von 1410 auf 2391. Der Landwirt kann heute aus einem großen Angebot die Sorte wählen, die seinem



Verwendungszweck am besten entspricht. Allerdings ist weltweit ein Trend zu beobachten, dass beim großflächigen Anbau auf nur wenige Hochleistungssorten zurückgegriffen wird. Dieser Trend hat sich unabhängig von der Gentechnik vollzogen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass sich dieser Trend durch den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen verstärken könnte. Andererseits können sich die Vorteile aus der Nutzung eines breiten Sortenspektrums und der Gentechnik auch ergänzen. So ist z. B. die Anzahl der in Indien kommerziell verfügbaren Hybridsorten von → **BT-Baumwolle** von 3 im Jahre 2003 auf mittlerweile 45 gestiegen (Frankfurter Allgemeine Zeitung, 07.11.2007)

»Ist ein Nebeneinander des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen, des Anbaus konventioneller Pflanzen und des Ökolandbaus möglich?«

»Ja, bei Einhaltung bestimmter Maßnahmen ist dies möglich.«

In offenen biologischen Systemen sind → **Auskreuzungen** durch Windverfrachtungen oder über Verbreitung durch Insekten nicht gänzlich zu verhindern. Außerdem sind trotz separater Herstellungs-, Verarbeitungs- und Handelsketten bei Lagerung, Transport und Weiterverarbeitung Verunreinigungen mit gentechnisch veränderten Bestandteilen nicht gänzlich auszuschließen. Von Kritikern der Gentechnik wird daher befürchtet, dass bei einem großflächigen Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen auch im Erntegut und in landwirtschaftlichen Erzeugnissen des Ökolandbaus und der konventionellen „gentechnikfreien“ Landwirtschaft gentechnisch veränderte Bestandteile nicht zu vermeiden sind.

Die verträgliche und konfliktfreie Koexistenz der verschiedenen Formen der Landwirtschaft erfordert daher Maßnahmen bei Anbau, Ernte, Transport, Lagerung und Verarbeitung, um unbeabsichtigte Auskreuzungen oder Vermischungen von gentechnisch veränderten Pflanzen mit konventionell gezüchteten Pflanzen so gering wie möglich zu halten.

#### → **BT-Baumwolle**

gentechnisch veränderte Baumwolle mit einem eingebauten für bestimmte Insekten giftigen Eiweiß aus dem Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis*

#### → **Auskreuzungen**

Ungewollte Ausbreitung von Pollen auf kreuzungsfähige Pflanzen



Beispiele für geeignete Maßnahmen sind: Abstandsflächen zwischen den Feldern, Hecken als sog. Pollenfallen sowie die Reinigung von Saat- und Erntemaschinen. Neben betrieblichen Maßnahmen hat die Zusammenarbeit benachbarter landwirtschaftlicher Betriebe bei der Frage der Koexistenz eine hohe Bedeutung. Die Information benachbarter Betriebe über Anbaupläne für die nächste Saison und die Abstimmung von Managementmaßnahmen (z. B.: Verwenden von Sorten mit unterschiedlichen Blütezeiten, Abstimmung der Anbaukultur) können erheblich zur Verhinderung oder Minimierung ungewollter Auskreuzungen beitragen. Zugleich können dadurch Kosten für die Trennung konventioneller und gentechnisch erzeugter Kulturen gesenkt werden. Die freiwillige Zusammenlegung ähnlich bewirtschafteter Flächen verschiedener Betriebe in einem begrenzten Erzeugungsgebiet ist eine weitere sinnvolle Möglichkeit zur Sicherung der Koexistenz.

Selbst unter Berücksichtigung der genannten Maßnahmen ist jedoch nicht in jedem Fall ein Eintrag gentechnisch veränderter Bestandteile in konventionell oder ökologisch erzeugte Lebens- und Futtermittel auszuschließen. Deshalb wurde ein EU-weit gültiger Schwellenwert von 0,9% für das technisch unvermeidbare oder zufällige Vorhandensein von gentechnisch veränderten Bestandteilen in Lebens- und Futtermitteln festgelegt. Wird dieser Grenzwert überschritten, muss das jeweilige Produkt entsprechend gekennzeichnet werden. Allerdings gibt es bislang noch keine Schwellenwerte für Saatgut. Da es über Pollenflug und Auskreuzungen sowie beim Transport, bei der Lagerung und Weiterverarbeitung zu Anreicherungen an gentechnisch veränderten Bestandteilen kommen kann, müssen diese Schwellenwerte niedriger liegen, um den für Lebens- und Futtermittel festgelegten Schwellenwert von 0,9% absichern zu können. Die Schwellenwerte für Saatgut sollten sich an den landwirtschaftlichen Gegebenheiten sowie an der Umsetzbarkeit und Kontrollierbarkeit in der Praxis orientieren.

Im Juni 2003 hat die EU-Kommission Leitlinien zur Sicherstellung der Koexistenz gentechnisch veränderter, konventioneller und ökologischer



Kulturen veröffentlicht. In Deutschland wird derzeit eine Verordnung zur guten fachlichen Praxis für den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen erarbeitet. Darin werden u.a. Mindestabstände zwischen Feldern mit gentechnisch verändertem und nicht gentechnisch verändertem Mais festgelegt.

### »Dürfen gentechnisch veränderte Pflanzen in Deutschland angebaut werden?«

»Ja, aber nur zugelassene Sorten.«

Derzeit sind EU-weit zwei Mais-Linien (MON 810 und T 25) Gentechnikrechtlich zum kommerziellen Anbau zugelassen. Zu unterscheiden sind hiervon Freisetzungsvorhaben mit gentechnisch veränderten Pflanzen, die noch keine Marktzulassung haben (siehe auch Seite 46). Damit ein Anbau erfolgen kann, ist in Deutschland zusätzlich eine Genehmigung für das Inverkehrbringen von Saat- und Pflanzgut nach dem Saatgutverkehrsgesetz durch das Bundessortenamt erforderlich. Bislang wurden fünf gentechnisch veränderte Mais-Sorten auf der Basis von → **Bt-Mais** MON 810 für den Anbau in Deutschland zugelassen.

Seit dem Inkrafttreten des neuen Gentechnikgesetzes am 04. Februar 2005 sind die Anbauflächen in einem durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit ([www.bvl.bund.de](http://www.bvl.bund.de)) geführten öffentlich zugänglichen Standortregister verzeichnet. Der Eintrag ist sowohl für den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen als auch für Freisetzungsvorhaben vorgeschrieben.

Im Freistaat Sachsen wurde im Jahr 2005 gentechnisch veränderter Mais MON 810 noch auf 8 Flächen mit einer Gesamtgröße von 64 ha angebaut. Der Anbau ist im Jahr 2007 auf 34 Flächen mit einer Gesamtgröße von ca. 556 ha angestiegen. Deutschlandweit wurde im Jahr 2007 Bt-Mais MON 810 auf 2685 ha angebaut.

#### → **Bt-Mais**

Gentechnisch veränderter Mais mit einem eingebauten für bestimmte Insekten giftigen Eiweiß aus dem Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis*

## 4. Auswirkungen auf die Umwelt

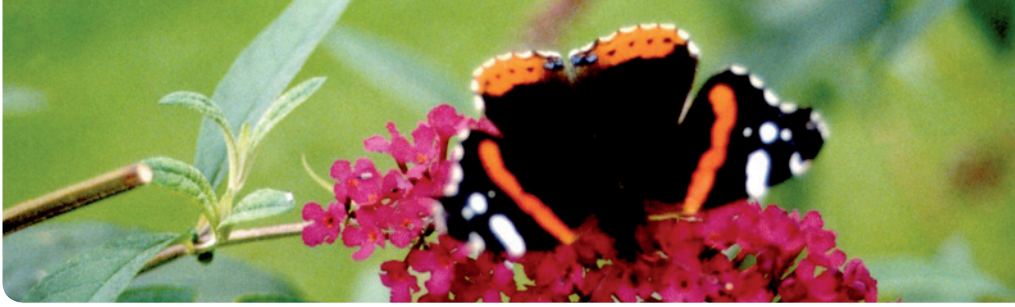
28

»Gefährdet „Bt-Mais“ unsere Schmetterlinge?«

»Das ist nicht erwiesen.«

Als „Bt-Mais“ werden Maissorten bezeichnet, die über ein mit Hilfe der Gentechnik eingefügtes giftiges, aber für den Menschen unschädliches, Eiweiß aus dem Bakterium *Bacillus thuringiensis* (Bt) verfügen. Es schützt sie vor bestimmten Schadinsekten wie den Maiszünsler, indem es den Bohrfraß seiner Raupen unterbindet. Der Maiszünsler gehört zu den entscheidenden Mais-Schadinsekten und vernichtet jährlich weltweit 7 % der Maisernte (Gianessi et al. 2003). In einzelnen Gebieten Deutschlands verursachte der Raupenfraß in den letzten Jahren Ertragsverluste von etwa 30 % (BBA, Pressemitteilung 2005). Der entscheidende Vorteil von „Bt-Mais“ besteht darin, die Menge an Insektiziden deutlich zu verringern oder ganz entbehrlich zu machen. Dementsprechend werden auch die negativen Auswirkungen auf die Nutzinsekten minimiert, sie können aber nicht vollständig ausgeschlossen werden. „Bt-Mais“ vermindert außerdem den Pilz-Sekundärbefall der Pflanzen, der zur Entstehung von giftigen Mykotoxinen im Mais führen kann.

Aus einer im Jahr 1999 veröffentlichten Laborstudie (Losey et al.) ergaben sich Hinweise, dass Pollen von Bt-Mais MON 810 einen negativen Einfluss auf Wachstum und Überlebensfähigkeit von Monarch-Schmetterlingen haben könnte. Spätere Versuche unter Freilandbedingungen konnten dies nicht bestätigen (Quelle: <http://www.biosicherheit.de/de/archiv/2004/314.doku.html>). Nach einer amerikanischen Studie beeinträchtigt „Bt-Mais“ Bt 176 das Wachstum von Raupen des Schwarzen Schwalbenschwanzes (Zangerl et al. 2001). Der Mais Bt 176 wird in Deutschland nicht angebaut. Erhebungen, die in Deutschland im Rahmen der biologischen Sicherheitsforschung durchgeführten wurden, ergaben bisher keine Hinweise auf signifikante Effekte des Bt-Maises auf einheimische Schmetterlinge beim Anbau im Freiland (Quelle: <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/32.doku.html>). Aus Vorsorgegründen wird jedoch vor dem Anbau von gentechnisch verändertem Bt-Mais in oder in der Nähe von europäischen Schutzgebieten geprüft, ob schützenswerte Arten, insbesondere Schmetterlinge, durch den Bt-Mais geschädigt werden könnten.



»Wird das in einigen Ländern beobachtete  
Bienensterben durch gentechnisch veränderte  
Pflanzen verursacht? «

»Es gibt derzeit keinen Beleg dafür.«

Ende 2006 wurde in den USA ein massives Bienensterben festgestellt. An der amerikanischen Westküste starben fast 60% der Bienenvölker. Das beobachtete Bienensterben bezeichnen Bienenforscher als Colony Collapse Syndrom (CCD). Die Ursachen dafür sind bis heute unbekannt. Vieles deutet darauf hin, dass es für das Bienensterben in den USA mehrere Ursachen gibt, die zusammenwirken. Die Folge ist eine Schwächung des Immunsystems der Bienen, das sie anfälliger gegenüber Krankheiten und Parasiten macht („Bienen-Aids“). Unter Wissenschaftlern wird seit kurzem ein aus Australien eingeschlepptes Virus (Israeli Acute Paralysis Virus) als Hauptursache des Bienensterbens diskutiert.

Dagegen ist es unwahrscheinlich, dass gentechnisch veränderte Pflanzen dabei eine Rolle spielen. Im Rahmen einer im Jahr 2004 durchgeführten Studie der Universität Jena konnte eine chronisch toxische Wirkung von Bt-Mais auf gesunde Honigbienenvölker nicht nachgewiesen werden (Quelle: <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/68.doku.html>). Außerdem stimmt in den USA die regionale Verbreitung des Bienensterbens nicht mit der des Anbaus von Bt-Mais überein. In Polen und der Schweiz, wo aus manchen Regionen auch von Bienensterben berichtet wird, gibt es überhaupt keinen Anbau von Bt-Mais. Abgesehen davon ist jedes Jahr ein natürlicher Verlust an Bienenvölkern zu verzeichnen. In Deutschland gehen jährlich durchschnittlich etwa 10 % der Bienenvölker zu Grunde. Hauptverantwortlich dafür ist ein Parasit, die Varroa-Milbe.



## »Kann die Gentechnik einen Beitrag zum Umweltschutz leisten?«

»Ja, in vielfältiger Weise.«

Durch den Einsatz gentechnischer Methoden können zum einen herkömmliche umweltbelastende Produktionsverfahren durch umweltschonende ressourcensparende Techniken ergänzt oder ersetzt werden. Zum anderen können (in Kombination mit anderen Technologien) Schadstoffe aus Boden, Wasser und Luft entfernt werden.

Viele herkömmliche Produktionsverfahren verbrauchen große Mengen an Energie und Rohstoffen und belasten die Umwelt zusätzlich durch den Ausstoß von Emissionen mit Schadstoffen. Dem gegenüber können Mikroorganismen (z. B. Hefen, Bakterien usw.) gentechnisch so verändert werden, dass sie Stoffe unter milden Bedingungen, wie niedrigen Temperaturen oder geringem Druck und ohne Verwendung giftiger, umweltschädlicher Einsatzstoffe erzeugen. Sie erlauben häufig kleinere Produktionsansätze bei gleicher Produktionsmenge. Dies führt insgesamt zu erheblichen Einsparungen an Wasser, Energie und Rohstoffen. Beispielsweise können herkömmliche Prozesse zur Herstellung von Antibiotika, Aminosäuren und Enzymen durch gentechnische Verfahren ersetzt werden. Diese Produktion ermöglicht ein um den Faktor 10 bis 100 geringeren Verbrauch an Energie und Rohstoffen, ebenfalls sinken die Emissions- und Abfallwerte drastisch.

Dennoch werden die Chancen der Gentechnologie in der industriellen Produktion erst bei bestimmten Produktgruppen wie Arzneimitteln oder Enzymen genutzt. So werden heute mehr als 90 % der bei der Lebensmittelherstellung (z. B. Lab-Ferment zur Käseproduktion) und in Waschmitteln verwendeten Enzyme gentechnisch hergestellt (Kompendium Gentechnologie und Lebensmittel 2003). Einer breiteren Anwendung der Gentechnik in anderen Produktionsbereichen stehen oft hohe Umstellungskosten oder bislang instabile und zudem auch teure Enzymsysteme entgegen.

Auch in der → **Umweltanalytik** finden gentechnische Verfahren zunehmend Anwendung. → **DNA-Sonden** und gentechnisch hergestellte Enzyme werden zum Nachweis auch geringster Spuren von Mikroorganismen oder Umweltschadstoffen eingesetzt, so z. B. in Kläranlagen und zur Beurteilung des Erfolgs der Sanierung verseuchter (kontaminierter) Böden. Diese biologischen Detektionsverfahren sind hochempfindlich und selektiv. Diese Eigenschaften lassen sich mit den Möglichkeiten moderner Mikroelektronik verbinden, um sog. → **Biosensoren** z. B. für die Umweltanalytik und Umweltmesstechnik zu entwickeln.

Mikroorganismen sind imstande, zahlreiche Schadstoffe abzubauen und Abfälle – sogar Plastik – zu zersetzen. Sie sind daher zur Schadstoffbeseitigung, zur Abfallbehandlung und zur Energiegewinnung aus Abfällen nutzbar.

So könnten durch mineralölabbauende Bakterien bestehende Umweltschäden wie z. B. Erdölablagerungen an Stränden und in den Weltmeeren beseitigt werden. Allerdings stehen für den Abbau bestimmter Problemstoffe zurzeit noch keine Mikroorganismen zur Verfügung oder sie sind nicht in großtechnischem Maßstab nutzbar. Einem potenziellen Einsatz solcher gentechnisch veränderter Mikroorganismen in der Umwelt muss eine Risikoanalyse vorangehen.

Ebenfalls von Interesse sind Pflanzen, die für die Umweltsanierung eingesetzt werden können. Gentechnisch veränderte Pappeln beispielsweise zeigten in Gewächshausversuchen ein großes Potenzial für die Aufnahme und Entgiftung von Schwermetallen und → **Pestiziden**. Diese werden von den Pflanzen in erhöhtem Maße aufgenommen und in den Blättern gespeichert (<http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/29.doku.html>). Auch gelang es bereits, quecksilberaufnehmende Senfpflanzen im Labor herzustellen (Kompendium Gentechnologie und Lebensmittel).

→ **Umweltanalytik** 31  
Teilbereich der chemischen Analytik zum Nachweis von Stoffen in der Umwelt

→ **DNA-Sonden**  
Kurzer DNA-Abschnitt, der eine Markierung trägt und zum spezifischen Nachweis von Genen eingesetzt werden kann.

→ **Biosensoren**  
Biologische Messfühler, die sich zum Nachweis bestimmter Stoffe eignen

→ **Pestizide**  
Bezeichnung für Substanzen, die Schädlinge töten oder auf andere Weise unschädlich machen (Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel)

## »Gentechnik – ein Risiko für die Natur?«

»Wie bei jeder anderen  
Technologie bleibt ein Restrisiko bestehen.«

Unerwarteter Wildwuchs transgener Pflanzen oder die unerwünschte Übertragung von Fremdgenen aus transgenen Pflanzen auf verwandte Wildpflanzen, z. B. durch Insekten oder Windverfrachtung, sind denkbare Folgen der Gentechnologie. Infolgedessen könnten andere Pflanzen verdrängt, die Artenvielfalt beeinträchtigt, Ökosysteme geschädigt und so die empfindliche Balance zwischen allen Lebewesen gestört werden. Diese möglichen Auswirkungen bilden in vielen europäischen Ländern einen Schwerpunkt der Diskussion.

Kulturpflanzen sind generell auf die ständige Pflege durch den Menschen angewiesen und können somit außerhalb der Ackerflächen nicht langfristig überleben. Ergebnisse einer britischen Langzeitstudie bestätigen dies auch für transgene Pflanzen. Zehnjährige Beobachtungen mit gentechnisch verändertem Raps, Kartoffeln, Mais und Zuckerrüben im Freiland zeigten, dass diese Pflanzen sich nicht anders als die entsprechenden Kulturpflanzen verhalten und somit durch das „Transgen“ keine unerwartete „Überlebensfitness“ vermittelt wurde.

Unbeabsichtigte Kreuzungen transgener, also genetisch veränderter Kulturpflanzen mit anderen Pflanzen können nur dann stattfinden, wenn geeignete Kreuzungspartner in deren Umgebung vorhanden sind.

Dabei variieren die Wahrscheinlichkeiten des Auskreuzens in Abhängigkeit von der Art der Kulturpflanze sowie ihrem Standort ganz erheblich. So ist beispielsweise das Auskreuzungspotenzial für Mais in Deutschland deshalb gering, weil zum einen in der heimischen Flora keine Kreuzungspartner vorkommen und zum anderen die Maissamen aufgrund der Winterkälte meist zugrunde gehen. Auch für Tomate und Kartoffel gibt es in Europa keine verwandten Arten als Kreuzungspartner. Im Gegensatz dazu können Rapssamen überwintern, und Raps findet in Hederich und Rübsen direkte Verwandte als Kreuzungspartner.





Besonders kontrovers diskutiert werden mögliche Risiken der Freisetzung und des Anbaus transgener herbizidresistenter Pflanzen. Vorteile für Wildpflanzen mit einer zufällig übertragenen Herbizidresistenz ergeben sich gegenüber unveränderten Wildpflanzen dort, wo das entsprechende → **Herbizid** (Pflanzenschutzmittel) eingesetzt wird. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen ist die Begleitflora, die Ackerland nach der Anwendung von Herbiziden bald wieder besiedelt, nicht herbizidresistent. Wenn sie gegen ein bestimmtes Pflanzenschutzmittel resistent würde, ließe sich ihre Ausbreitung durch Anwenden anderer Mittel, gegen die keine Resistenz bestünde, kontrollieren.

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für transgene Pflanzen wird eine umfangreiche Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt. Dabei müssen im Einzelfall alle wesentlichen Risikofaktoren berücksichtigt werden. Insbesondere die begleitende Sicherheitsforschung und Langzeitbeobachtung ermöglichen zusätzlich ein besseres Verständnis der Wechselwirkung zwischen transgenen Organismen und der Umgebung und damit des Ausmaßes und der Bedeutung dieser Risikofaktoren. Darüber hinaus ist der Inverkehrbringer von gentechnisch veränderten Pflanzen verpflichtet, ein anbaubegleitendes → **Monitoring** gemäß Anhang VII der Richtlinie 2001/18/EG durchzuführen. Damit sollen nicht vorhersehbare Auswirkungen frühzeitig erkannt werden.

→ **Herbizid**

Chemisches Mittel (Pflanzenschutzmittel) zur Bekämpfung von Unkräutern oder unerwünschten Konkurrenzpflanzen in der Landwirtschaft

→ **Monitoring**

Langzeitbeobachtung bestimmter Anwendungen der Gentechnologie, z.B. des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen in der Landwirtschaft

## 5. Wirtschaftliche Fragen und Patentrecht

34

»Wie wichtig ist die Bio- und Gentechnologie für die Wirtschaft?«

»Für viele Branchen nimmt ihre Bedeutung zu.«

Das Anwendungsspektrum für die Biotechnologie ist so umfassend, dass sie für die künftige wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung immer wichtiger wird.

Zwei Anzeichen deuten auf das große Potenzial der Bio- und Gentechnologie hin: das Tempo der internationalen Innovationstätigkeit sowie die Zunahme der mit biotechnologisch erzeugten Produkten erzielten Wertschöpfung. 70 Milliarden US\$ wurden bereits im Jahr 2006 mit biotechnologischen Produkten weltweit umgesetzt und Erwartungen zufolge wird sich dies auf 400 Milliarden US\$ bis zum Jahr 2010 steigern (Biotechnology Report 2005). Nach einer → „Delphi“-Studie werden 50 % der 30 wichtigsten Innovationen bis zum Jahr 2020 wesentlich von der Bio- und Gentechnologie bestimmt sein.

→ „Delphi“-Studie

ist ein systematisches, mehrstufiges Befragungsverfahren mit Rückkopplung bzw. eine Schätzmethode, die dazu dient, zukünftige Ergebnisse etc. möglichst gut einschätzen zu können.

In Deutschland sind derzeit 391 Unternehmen (einschließlich ausländischer Tochterunternehmen: 495) im Bereich der Biotechnologie tätig. Damit nimmt Deutschland, bezogen auf die Anzahl der Biotech-Unternehmen, Platz 1 in Europa ein. Verglichen mit den USA befindet sich die Branche nach wie vor im Entwicklungsstadium. Nach einem Boom Ende der 90er Jahre, initiiert durch den BioRegio-Wettbewerb des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Jahre 1996, befindet sich die deutsche Biotech-Branche seit 2001 in einer Konsolidierungsphase.

»Schafft die Gentechnologie neue Arbeitsplätze?«

»Ja, besonders in der Forschung.«

Die Biotechnologie hat sich neben den Informationswissenschaften zu einem der wichtigsten Innovationsfelder der Zukunft entwickelt. Sie bildet die Basis für Innovationen in den verschiedenen Anwendungs-



bereichen wie der Pharmaindustrie, der Medizin, der chemischen Industrie und im Umweltschutz. Auch im Bereich Landwirtschaft und Pflanzenzucht gewinnt die Gentechnik weltweit an Bedeutung.

Derzeit sind in Deutschland etwa 12.000 Mitarbeiter in Biotechnologieunternehmen beschäftigt (Deutscher Biotechnologie-Report 2007). Erwartungen zufolge werden bis zum Jahr 2010 weltweit 1,2 Millionen hochqualifizierte Beschäftigte in Biotech-Unternehmen arbeiten.

Ein Zuwachs an neuen Arbeitsplätzen und eine Sicherung bestehender Arbeitsplätze ist bisher besonders im Bereich Forschung und Entwicklung zu verzeichnen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der biologischen und medizinischen Grundlagenforschung sowie der anwendungsorientierten Forschung die gentechnologische und molekularbiologische Methodik längst unverzichtbar ist und Deutschland über eine große Zahl von Forschungseinrichtungen verfügt. Beispielsweise arbeiten in Sachsen rund 180 Arbeitsgruppen in diesen Bereichen.

Seit der Initiierung der Biotech-Offensive durch die Sächsische Staatsregierung konnte hinsichtlich der Beschäftigungszahlen in diesem Technologiebereich ebenfalls ein positives Resümee gezogen werden. Insgesamt sind in Sachsen derzeit mehr als 950 Mitarbeiter in den sogenannten „Core-Biotech-Unternehmen“ beschäftigt, gegenüber 314 Mitarbeiter im Jahr 2000 (Biotechnologie-Bericht Sachsen). „Core-Biotech-Unternehmen“ sind Firmen, deren Hauptarbeitsfeld die moderne Biotechnologie ist. Nicht zu den „Core“-Unternehmen gerechnet werden z. B. Pharmafirmen, die zwar u. a. auch die Biotechnologie nutzen, aber überwiegend herkömmliche Produktionsmethoden anwenden.

Inwieweit der Einsatz der Gentechnik in der Landwirtschaft den Arbeitsmarkt beeinflussen wird, ist derzeit nicht mit Zahlen zu belegen.

## »Sind Gene patentierbar?«

»Unter bestimmten Voraussetzungen ist dies möglich.«

### → Patent

Beurkundetes, zeitlich begrenztes Recht auf Verwertung einer Erfindung, das nach Prüfung durch das Patentamt erteilt wird, weil die Erfindung neu und gewerblich nutzbar ist, auf einer erfinderischen Tätigkeit beruht und nicht gegen die öffentliche Ordnung oder die guten Sitten verstößt

→ **Patente** werden erteilt für Erzeugnisse, Verfahren und weitere Verwendungen bereits bekannter Produkte. Grundsätzlich können nur Erfindungen, aber nicht Entdeckungen, aus jedem Technologiebereich Patentschutz erlangen. Erfindungen können auch dann patentiert werden, wenn sie sich auf biologisches Material beziehen. Beispielsweise ist die Isolierung eines menschlichen Gens und die Beschreibung seiner chemischen Struktur eine Entdeckung und somit nicht patentierbar. Führt diese Entdeckung und die daraus gewonnenen Erkenntnisse zur Herstellung eines Medikaments, kann diese Erfindung dazu patentiert werden.

Patente sind notwendig, weil nur die Aussicht auf Gewinne es lohnend erscheinen lässt, teure Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu leisten. Gleichzeitig soll gesichert werden, dass der Erfinder zuerst selbst Nutzen aus seiner Erfindung ziehen kann. Patente verleihen dem Patentinhaber keinerlei Besitzrecht. Ein Patent räumt dem Erfinder für einen begrenzten Zeitraum lediglich ein Nutzungsrecht für eine Erfindung ein. In den meisten Ländern beträgt die Schutzdauer längstens 20 Jahre. Sie kann in besonderen Fällen um 5 Jahre verlängert werden. Das gilt auch für die Bio- und Gentechnologie.

Der Patentierung von Lebewesen sind Grenzen gesetzt. Mikroorganismen wie Bierhefen oder Joghurtkulturen sind grundsätzlich patentierbar. Für Pflanzensorten und Tierarten sowie biologische Verfahren zur Züchtung von Pflanzen und Tieren werden jedoch keine Patente gewährt. Es können jedoch sorten- oder artübergreifende Erfindungen patentiert werden, wie z. B. die durch Gentechnik erzeugte Herbizidresistenz für verschiedene Getreidesorten.

Es gibt bereits Patente für technische und mikrobiologische Verfahren zur Züchtung von Tieren und Pflanzen. Bekanntestes Beispiel eines gentechnisch veränderten Tieres, für das Patentschutz erteilt wurde, ist

die sogenannte „Krebsmaus“ oder „Harvard-Maus“. Die Maus dient als Modell zur Erforschung Krebs verursachender Stoffe. Ansatzpunkt zur Patentgewährung waren die speziellen Eigenschaften der „Krebsmaus“, die mithilfe technischer Verfahren erzeugt worden sind. Auch einige Nutzpflanzen, die unter Einsatz gentechnischer Verfahren tolerant gegenüber bestimmten Pflanzenschutzmitteln gemacht wurden, sind gesetzlich geschützt.

Das bestehende Biopatentrecht verdeutlicht die ethischen Grenzen der Patentierbarkeit. Der Mensch, sein Körper und seine Bestandteile in ihrem natürlichen Zustand sind grundsätzlich von der Patentierbarkeit ausgeschlossen. Patente auf menschliches Leben widersprechen dem Verfassungsgrundsatz von der Unantastbarkeit der Menschenwürde. Isolierte Bestandteile des menschlichen Körpers hingegen, wie Blutpräparate oder die Nutzung genetischer Informationen, können bei Aussicht auf kommerzielle Nutzung patentiert werden. Dies ist jedoch nicht gleichzusetzen mit der Patentierung von Leben.

### »Ist der Patentschutz gesetzlich geregelt?«

»Ja, Grundlage dafür ist die europäische Biopatentrichtlinie.«

Um die Rechtssicherheit im Bereich der Bio- und Gentechnologie zu erhöhen, wurde 1998 auf EU-Ebene eine Richtlinie über den rechtlichen Schutz biotechnologischer Erfindungen (→ „**Biopatentrichtlinie**“) erlassen und die Mitgliedsstaaten verpflichtet, diese Richtlinie in nationales Recht umzusetzen. Dies erfolgte in Deutschland im Januar 2005. Damit wird gewährleistet, dass biotechnologische Erfindungen den gleichen Grundsätzen zur Patentfähigkeit unterliegen wie andere Produkte. Insbesondere die seit langem überfällige Vereinheitlichung der bestehenden Patentgesetze in den einzelnen Ländern schafft somit kalkulierbare Rahmenbedingungen für die bio- und gentechnologische Forschung in Europa.

→ **Biopatentrichtlinie**  
Richtlinie der Europäischen Union über den rechtlichen Schutz biotechnologischer Erfindungen

## 6. Sicherheit

38

»Hat es schon Gesundheitsschäden durch zugelassene Produkte der Gentechnik gegeben?«

»Bisher sind keine bekannt.«

Obwohl gentechnische Verfahren bereits seit über 30 Jahren angewendet werden, sind Unfälle oder Schäden, die auf die spezifischen Eigenschaften von zugelassenen gentechnisch veränderten Organismen zurückzuführen wären, bisher nicht bekannt geworden. Gentechnisch erzeugte Produkte, wie z.B. Lebens- und Futtermittel oder Arzneimittel, dürfen nur zugelassen werden, wenn keine schädlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu erwarten sind.

Die im Jahr 1989 in Japan bekannt gewordenen Todesfälle infolge Einnahme des mithilfe gentechnisch veränderter Bakterien hergestelltes Arzneimittels L-Tryptophan waren auf Verunreinigungen im Produkt zurückzuführen. Diese Verunreinigungen waren eine Folge des Wegfalls von Reinigungsschritten bei der Umstellung des Produktionsverfahrens.

In den Jahren 2001/2002 sorgte im hessischen Wölfersheim der Tod einiger Milchkühe, an die gentechnisch veränderter „Bt-Mais“ 176 verfüttert worden war, für Aufsehen. Die hinzugezogenen Fachleute kamen zum Ergebnis, dass der hohe Infektionskeimdruck, gesundheitlich bedenkliche Konzentrationen von Pilzgiften im Futter, Eiweißübersorgung der Tiere, Verfütterung qualitativ ungenügender Grassilage und erhebliche Fütterungsfehler ursächlich für die Erkrankung und den Tod der Kühe waren. Ein Zusammenhang mit der Fütterung von „Bt-Mais“ 176 konnte nicht nachgewiesen werden.

Ende des Jahres 1999 wurde in der Presse vom Tod eines Patienten im Rahmen einer Gentherapie-Studie berichtet, der jedoch nicht als Folge der Gentherapie eintrat, sondern durch das Nichtbefolgen des Operationsprotokolls verursacht wurde. Die amerikanische Gesundheitsbehörde stoppte im Jahr 2007 eine Gentherapie-Studie, nachdem ein Patient verstorben war. Die Ursachen werden derzeit geklärt.



Klinische Studien bergen immer ein Restrisiko. Das ist unabhängig davon, ob sie der Zulassung konventioneller oder gentechnisch hergestellter Arzneimittel bzw. der Prüfung gentherapeutischer Ansätze dienen.

### »Wer haftet für Schäden durch gentechnisch veränderte Organismen?«

»Für Personen- und Sachschäden haftet der Betreiber.«

Der jeweilige Betreiber gentechnischer Anlagen und derjenige, der Freisetzungsversuche durchführt, haftet für etwaige Personen- und Sachschäden, die durch GVO entstehen. Dieser ist auch verpflichtet, die entstandenen Schäden zu ersetzen. Im Gentechnikgesetz ist ein Haftungshöchstbetrag von 85 Millionen EUR festgelegt. Die Schadenersatzpflicht des Gentechnikrechts umfasst jedoch keine Schäden, die durch den Bau einer gentechnischen Anlage entstehen. Die Regulierung derartiger Schäden erfolgt nach dem herkömmlichen Zivilrecht.

Der Betreiber einer gentechnischen Anlage oder derjenige, der eine Freisetzung von GVO durchführt, ist verpflichtet, Deckungsvorsorge für einen möglichen Schadensfall zu treffen.

Von den oben genannten Personen- und Sachschäden zu unterscheiden sind wirtschaftliche Nutzungsbeeinträchtigungen, die durch den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen entstehen können. Eine Nutzungsbeeinträchtigung liegt dann vor, wenn ein konventionell oder ökologisch wirtschaftender Landwirt infolge des Eintrags von GVO auf seine Felder seine Erzeugnisse

- nicht in Verkehr bringen darf (z. B. bei fehlender Inverkehrbringensgenehmigung für den GVO)

oder

- nur mit einem Hinweis auf die genetische Veränderung in Verkehr bringen darf (z. B. Kennzeichnung bei Überschreitung des Schwellenwertes von 0,9%)

oder

- nicht mit einer Kennzeichnung in Verkehr bringen darf, die nach den für die Produktionsweise jeweils geltenden Rechtsvorschriften (z. B. nach Ökoverordnung) möglich gewesen wäre.

Der Landwirt, der GVO anbaut, haftet nach geltendem Recht auch dann, wenn er alle Vorsorgemaßnahmen (z. B. Abstandsregelungen, Pollenfallen, Durchwuchsbekämpfung sowie die Reinigung von Saat- und Erntemaschinen) getroffen hat, um einen Austrag dieser Organismen in Nachbarfelder zu vermeiden (verschuldensunabhängige Haftung). Ist der Verursacher nicht zu ermitteln, haften alle GVO-Anbauer in der Umgebung gemeinsam (gesamtschuldnerische Haftung).

### »Wozu Sicherheitsforschung?«

»Die Sicherheitsforschung ist ein Gebot der Vorsorge.«

Die Gentechnologie ist wie jede andere moderne Technologie mit Unwägbarkeiten und Risiken behaftet. Ein absoluter Schutz ist daher bei der Nutzung der in dieser Technologie liegenden Chancen nicht gegeben.

Der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen wirft immer wieder Fragen hinsichtlich der Auswirkung auf Mensch und Umwelt auf, zumal Langzeiterfahrungen über die Auswirkungen des Einsatzes der Gentechnologie – insbesondere im Freiland – bisher fehlen. Es entspricht dem gesetzlich verankerten Vorsorgeprinzip, offene Fragen im Zusammenhang mit der Anwendung der Bio- und Gentechnologie zu klären. Seit Mitte der 80er Jahre initiieren und begleiten die EU, die Bundesregierung sowie die Bundesländer Forschungsprojekte zu Fragen der biologischen Sicherheit und zu möglichen ökologischen Auswirkungen transgener Kulturpflanzen.



Der großflächige Anbau gentechnisch veränderter Kulturpflanzen sowie daraus hergestellte Erzeugnisse müssen gemäß der novellierten Freisetzungsrichtlinie (2001/18/EG) von demjenigen, der sie auf den Markt bringt, beobachtet werden. Es handelt sich dabei um eine vorsorgende Maßnahme. Dadurch sollen mögliche Auswirkungen dieser Erzeugnisse auf Umwelt und Gesundheit frühzeitig erkannt und – falls erforderlich – entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

### »Darf jeder Gentechnik betreiben?«

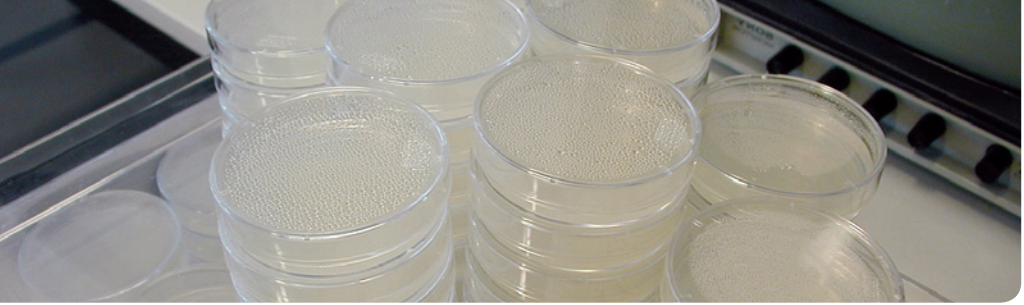
»Nein, nur wenn verschiedene Voraussetzungen erfüllt werden.«

Wer gentechnische **Arbeiten** durchführen will, muss dies bei der zuständigen Landesbehörde anmelden bzw. einen Antrag auf Genehmigung stellen. Die zuständige Behörde in Sachsen ist das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft.

Die Behörde prüft daraufhin, ob die Risiken der geplanten gentechnischen Arbeit durch den Antragsteller zutreffend bewertet worden sind. Bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen wird zudem geprüft, ob die für die Durchführung erforderlichen technischen und organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen sowie Arbeitsschutzmaßnahmen getroffen werden und ob die für die Versuche verantwortlichen Personen die fachlichen und persönlichen Voraussetzungen erfüllen.

Eine behördliche Zustimmung bzw. Genehmigung wird erst dann erteilt, wenn bei Einhaltung aller erforderlichen Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen keine Gefahr für das Leben und die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen sowie für die Umwelt besteht.

Für die Genehmigung von **Freisetzungsversuchen** mit GVO sind nicht die Bundesländer sondern ist das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) zuständig. Das BVL trifft seine Entscheidung über die Genehmigung einer Freisetzung im Benehmen mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN), dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und dem Robert-Koch-Institut (RKI). Zusätzlich werden



wissenschaftliche Stellungnahmen von der beim BVL eingerichteten Zentralen Kommission für die Biologische Sicherheit (ZKBS) und von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) eingeholt. Auch die zuständige Behörde des jeweiligen Bundeslandes – im Freistaat Sachsen ist dies das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft – kann eine Stellungnahme abgeben.

Über einen Antrag zum **Inverkehrbringen** (= Marktzulassung) von GVO wird auf EU-Ebene entschieden. Hierzu erarbeitet die EU-Kommission einen Entscheidungsvorschlag auf der Grundlage der Stellungnahme der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA). Die EFSA wiederum beteiligt die einzelnen Mitgliedstaaten. In Deutschland ist für die Abgabe der Stellungnahme das BVL zuständig. Voraussetzung für die Zulassung zum Inverkehrbringen ist, dass der GVO keine nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder die Umwelt hat. Die Genehmigung gilt EU-weit.

### »Was geschieht bei Verstößen gegen das Gentechnikgesetz?«

»Verstöße können ordnungsrechtlich oder strafrechtlich geahndet werden.«

Werden der Behörde im Rahmen der Überwachung von gentechnischen **Anlagen und Arbeiten** Verstöße gegen die Regelungen des Gentechnikgesetzes oder der dazu erlassenen Rechtsverordnungen bekannt, so kann sie Anordnungen treffen, um die Beseitigung festgestellter oder die Verhütung künftiger Verletzungen zu gewährleisten. Kommt der Betreiber einer Auflage, einer Anordnung oder einer gesetzlich vorgeschriebenen Pflicht nicht nach, kann die Behörde auch den Betrieb der gentechnischen Anlage ganz oder teilweise untersagen. Gemäß § 20 Gentechnikgesetz kann die einstweilige Einstellung von **Freisetzungsversuchen** angeordnet oder die Genehmigung zurückge-

nommen oder widerrufen werden, wenn die Voraussetzungen für die Fortführung der Versuche nachträglich entfallen sind.

Die zuständige Landesbehörde hat gemäß § 26 → **GenTG** im Einzelfall eine Freisetzung ganz oder teilweise zu untersagen, wenn die erforderliche Genehmigung nicht vorliegt, ein Grund zur Rücknahme oder zum Widerruf der Genehmigung gegeben ist. Sie kann eine Freisetzung ganz oder teilweise untersagen, wenn gegen Nebenbestimmungen oder nachträgliche Auflagen verstoßen wird oder die vorhandenen sicherheitsrelevanten Vorkehrungen nicht oder nicht mehr ausreichen.

→ **GenTG**  
Gentechnikgesetz

Im Gentechnikgesetz und den darauf beruhenden Rechtsverordnungen wird eine Vielzahl von Tatbeständen genannt, die bei einem Verstoß mit einem Bußgeld geahndet werden oder zu strafrechtlichen Konsequenzen führen können.

## 7. Anwendung der Gentechnik in Sachsen

44

»Wie weit ist Sachsen in Sachen Gentechnik?«

»Sachsen hat sich zu einer wettbewerbsfähigen Bio- und Gentechnik-Region entwickelt.«

Die hohe Bedeutung der Biotechnologie hatte die Sächsische Staatsregierung veranlasst, den gezielten Ausbau dieser Technologie im Rahmen einer „Biotechnologie-Offensive Sachsen“ im Jahre 2000 zu forcieren. Ziel ist der Aufbau einer international wettbewerbsfähigen Forschungs- und Wirtschaftsstruktur in diesem Technologiebereich im Freistaat Sachsen.

Die „Biotechnologie-Offensive“ hat sich ausgezahlt: Mehr als die Hälfte der Core-Biotech-Unternehmen in Sachsen wurden nach Initiierung der Biotechnologie-Offensive Sachsen gegründet. Hinsichtlich der Beschäftigungszahlen in diesem Technologiebereich kann ebenfalls ein positives Resümee gezogen werden. Insgesamt sind in Sachsen derzeit mehr als 950 Mitarbeiter in den „Core-Biotech-Unternehmen“ beschäftigt, gegenüber 314 Mitarbeitern im Jahr 2000 (Biotechnologie-Bericht Sachsen).

Die positive Entwicklung spiegelt sich auch in der Anzahl der gentechnischen Anlagen in Sachsen wider. Mit Stand Oktober 2007 werden im Freistaat 160 gentechnische Anlagen betrieben, in denen Forschungsprojekte unter Anwendung gentechnologischer Methoden durchgeführt werden. Das sind mehr als doppelt so viele Anlagen wie Ende 1999.

119 dieser Anlagen sind der Sicherheitsstufe 1 (ohne Risiko für Mensch und Umwelt), 40 Anlagen der Sicherheitsstufe 2 (geringes Risiko für Mensch und Umwelt) und eine Anlage der Sicherheitsstufe 3 (mäßiges Risiko für Mensch und Umwelt) zuzuordnen (SMUL, 2007).

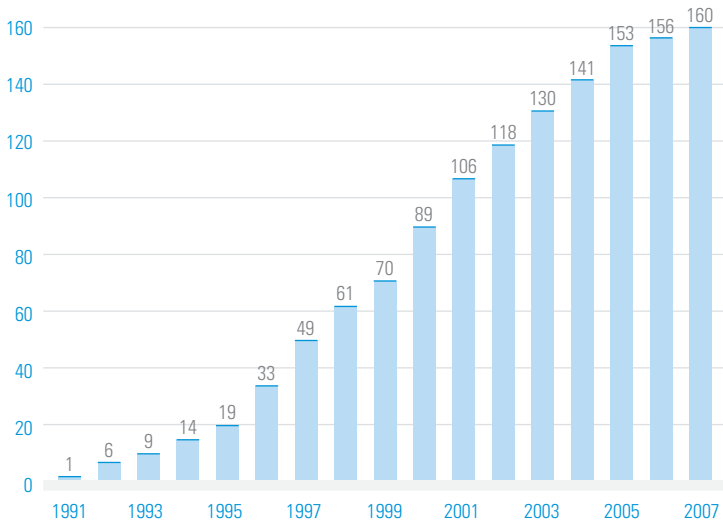


Abb.:  
Entwicklung der Gentechnik  
in Sachsen  
(Anzahl der Anlagen)  
Stand Oktober 2007

Gentechnologische Arbeiten werden an 128 öffentlichen Forschungsinstituten und in 32 privaten Einrichtungen durchgeführt. Allein an den Universitäten in Dresden und Leipzig (einschl. Universitätskliniken) gibt es 99 gentechnologische Forschungslabors.

In der Mehrzahl der gentechnischen Anlagen wird biomedizinische Forschung und/oder biologische Grundlagenforschung betrieben. Zudem werden Studenten biologischer und medizinischer Fachrichtungen in der Handhabung gentechnologischer Methoden ausgebildet. Auf dem Gebiet der Umweltforschung werden gentechnische Verfahren beispielsweise in einer Außenstelle des Umweltbundesamtes in Bad Elster, in der Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH-UFZ, im Forschungszentrum Rossendorf e. V. sowie an der TU Bergakademie Freiberg eingesetzt. In einigen sächsischen Laboren werden gentechnologische Methoden bei der Entwicklung von Biosensoren angewendet. Das Institut für Obstzüchtung der Bundesanstalt für Züchtungsforschung

an Kulturpflanzen in Dresden-Pillnitz sowie vier Privatunternehmen nutzen gentechnische Methoden zur Pflanzenzucht.

Gentechnologische Methoden werden zudem bei der Lebensmittelüberwachung durch die Landesuntersuchungsanstalt für das Gesundheits- und Veterinärwesen in Dresden und bei der Saatgut- und Futtermittelüberwachung durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft in Leipzig eingesetzt.

### »Gibt es derzeit Freilandversuche mit gentechnisch veränderten Pflanzen in Sachsen?«

»Ja, es gibt Freilandversuche in Sachsen.«

Freilandversuche sind zu unterscheiden vom großflächigen Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen, da für letztere eine Marktzulassung (Inverkehrbringensgenehmigung) erforderlich ist.

Freilandversuche (= Freisetzen) sind örtlich und zeitlich begrenzte Versuche und stellen die Voraussetzung für eine spätere Zulassung zum Inverkehrbringen dar.

In Sachsen wurden bereits 1996 erste Freilandversuche mit gentechnisch veränderten Raps-, Mais- sowie Zuckerrübenpflanzen durchgeführt. Diesen Pflanzen wurde unter Anwendung gentechnischer Methoden ein zusätzliches Gen eingeführt, das ihnen eine Resistenz gegen ein bestimmtes Pflanzenschutzmittel („Basta“ oder „Roundup“) vermittelt. Freilandversuche sind erforderlich, weil sich Wachstum und Entwicklung im Freiland anders vollziehen können als im Gewächshaus und sich dort bestimmte Umweltfaktoren nicht simulieren lassen.



Seit 1998 hat sich die Anzahl dieser Versuche deutlich reduziert. In den Jahren 2004 bis 2006 wurden in Sachsen keine Freilandversuche durchgeführt. Ein wesentlicher Grund für die geringe Zahl der Versuche ist in der Zurückhaltung von Pflanzenzuchtbetrieben und Saatgutfirmen infolge rechts- und forschungspolitischer Unwägbarkeiten im Bereich der sogenannten „Grünen Gentechnik“ sowohl in Deutschland als auch in Europa zu sehen. Im Jahr 2007 wurden wieder 9 Freilandversuche mit gentechnisch veränderten Mais-Pflanzen an 4 Standorten durchgeführt (zum kommerziellen Anbau in Sachsen siehe Seite 27)

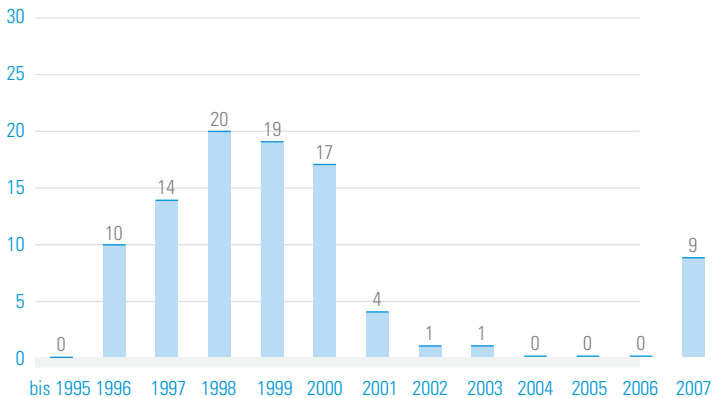


Abb.:  
Freisetzungen  
in Sachsen  
(Anzahl/Jahr)  
Stand Oktober 2007

## 8. Fachwortverzeichnis

48

- **Allergie** Die Allergie ist eine Überreaktion des Immunsystems. Harmlose Fremdkörper (z. B. Pollen oder bestimmte Proteine, die in gewissen Lebensmitteln vorkommen) werden vom Immunsystem wie gefährliche Eindringlinge attackiert.
- **allergenes Potenzial** Potenzial eines Stoffes, eine Allergie auszulösen
- **Aminosäuren** Bausteine von Eiweißen (Proteinen)
- **Anti-Angiogenese (= Angiogenese-Hemmung)** Medikamentöse Methode, die das Bilden neuer Blutgefäße im Körper verhindern soll, um einem Tumor die Nahrungszufuhr abzuschneiden und sein weiteres Wachstum zu unterbinden
- **Antibiotikum** Antibiotika sind niedermolekulare Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen wie z. B. Bakterien oder Pilzen, die in geringen Konzentrationen andere Mikroorganismen in ihrem Wachstum hemmen (bakteriostatische Wirkung, z. B. Penicillin) oder abtöten (bakterizide Wirkung, z. B. Streptomycin).
- **Auskreuzungen** Ungewollte Ausbreitung von Pollen auf kreuzungsfähige Pflanzen
- **Bakterien** Einzellige Organismen ohne Zellkern
- **Bioinformatik** Wissenschaft, die sich mit der Erfassung, Analytik, Darstellung und Anwendung biologischer Daten mittels der modernen Informationstechnologien befasst
- **Biopatentrichtlinie** Richtlinie der Europäischen Union über den rechtlichen Schutz biotechnologischer Erfindungen
- **Bioproszestechnik** Techniken zur industriellen Nutzung biologischer Prozesse
- **Biosensoren** Biologische Messfühler, die sich zum Nachweis bestimmter Stoffe eignen
- **Biosensorik** Messsysteme, die biologische Komponenten wie z. B. Antikörper, Enzyme oder Mikroorganismen nutzen
- **Biotechnologie** Einsatz biologischer Systeme (Zellen, Zellbestandteile) im Rahmen technischer Verfahren und industrieller Produktion zur Gewinnung und Umsetzung von Stoffen oder Energie
- **Bt-Baumwolle** Gentechnisch veränderte Baumwolle mit einem eingebauten für bestimmte Insekten giftigen Eiweiß aus dem Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis*
- **Bt-Mais** Gentechnisch veränderter Mais mit einem eingebauten für bestimmte Insekten giftigen Eiweiß aus dem Bodenbakterium *Bacillus thuringiensis*
- **Chromosom** Fadenähnliche, aus Nukleinsäure und Eiweiß (Chromatin) aufgebaute biologische Struktur, die das gesamte oder Teile des Erbmaterials eines Organismus enthält
- **Core-Biotech-Unternehmen** Firmen, deren Hauptarbeitsfeld die moderne Biotechnologie ist
- **Delphi-Studie** Ist ein systematisches mehrstufiges Befragungsverfahren mit Rückkopplung bzw. eine Schätzmethode, die dazu dient, zukünftige Ergebnisse etc. möglichst gut einschätzen zu können.
- **DNA-Sonden** kurzer DNA-Abschnitt, der eine Markierung trägt und zum spezifischen Nachweis von Genen eingesetzt werden kann
- **DNS (engl. DNA)** Abkürzung für Desoxyribonukleinsäure; Träger der genetischen Information aller Lebewesen













- **Enzyme** Eiweiße (Proteine), die biologische Reaktionen steuern und beschleunigen können
- **Eugenik, eugenische Ziele** Systematische Auswahl von Individuen zur Fortpflanzung
- **Evolution** Biol.: stammesgeschichtliche Entwicklung aller Lebewesen. Sie ist ein kontinuierlicher Vorgang, der die Anpassung der Lebewesen an sich ändernde Lebensverhältnisse ermöglicht. Veränderungen im Erbmaterial treten spontan auf (Mutationen) oder werden ausgelöst durch Vermischung (Rekombination) des Erbmaterials bei der Fortpflanzung. Sie können auch durch energiereiche Strahlung (z. B. UV-Strahlen, radioaktive Strahlen) oder das Einwirken chemischer Stoffe hervorgerufen werden.
- **Gen** Abschnitt auf einer DNA, der für die Bildung eines Proteins benötigt wird
- **GenTG** Gentechnikgesetz
- **Genom** Das gesamte genetische Material eines Organismus
- **Gentechnologie (= Gentechnik)** Methoden zur gezielten Neukombination von Nukleinsäuren (= Träger der Erbinformation), auch über Artgrenzen hinweg
- **Gentechnisch veränderte Pflanze** Pflanze, deren Erbmaterial beispielsweise durch die Ergänzung mit artfremder DNA verändert ist
- **Gentherapie** Behandlung von Krankheiten durch Veränderung des Erbmaterials. Es wird zwischen der somatischen Therapie und der Keimbahntherapie unterschieden
- **Gentransfer** Übertragung von Erbmaterial
- **Grüne Gentechnik** Anwendungen der Gentechnik in der Landwirtschaft, Pflanzenzucht und Lebensmittelherstellung
- **GVO** Gentechnisch veränderter Organismus
- **Herbizid** Chemisches Mittel (Pflanzenschutzmittel) zur Bekämpfung von Unkräutern oder unerwünschten Konkurrenzpflanzen in der Landwirtschaft
- **In vitro** Im Reagenzglas, außerhalb der Zelle oder des Körpers
- **Keimbahntherapie** Eingriff in die Erbsubstanz von Keimzellen (Ei- und Samenzellen)
- **Klonierung** Schaffung einer Kolonie genetisch einheitlicher Zellen oder Organismen, die sich von einer Zelle ableiten
- **Lymphozyten** Weiße Blutkörperchen (= Leukozyten), die Teil des Immunsystems sind und die sog. erworbene Immunität vermitteln
- **Markergen** Gen, das die Identifizierung und Selektion einer gentechnisch veränderten Zelle oder eines gentechnisch veränderten Organismus ermöglicht
- **Mikroorganismen** Mikroorganismen gelten als die kleinsten, mikroskopisch darstellbaren Lebewesen. Sie werden auch Mikroben genannt. Zu den Mikroorganismen zählen Bakterien, einzellige Algen und Pilze, Hefen, Protozoen usw. Viren gelten nicht als „Lebewesen“, da sie sich nicht selbständig reproduzieren können.

- **Monitoring** Langzeitbeobachtung bestimmter Anwendungen der Gentechnologie, z. B. des Anbaus gentechnisch veränderter Pflanzen in der Landwirtschaft
- **Mutation** Spontane Änderung in einem Gen, z. B. durch Basenaustausch
- **Nanotechnologie** Untersuchung, Herstellung und Anwendung von Strukturen und Materialien im atomaren, molekularen und makromolekularen Bereich unter Einbeziehung biologischer Funktionseinheiten. Ein Nanometer ist ein Milliardstel Meter.
- **Nukleotide** „Buchstaben“ des genetischen Codes. Die DNA besteht aus nur vier Grundbausteinen, die mit den Buchstaben A, C, G und T abgekürzt werden und deren Reihenfolge die eigentliche Information darstellt.
- **Patent** Beurkundetes, zeitlich begrenztes Recht auf Verwertung einer Erfindung, das nach Prüfung durch das Patentamt erteilt wird, weil die Erfindung neu und gewerblich nutzbar ist, auf einer erfinderischen Tätigkeit beruht und nicht gegen die öffentliche Ordnung oder die guten Sitten verstößt
- **Pestizide** Bezeichnung für Substanzen, die Schädlinge töten oder auf andere Weise unschädlich machen (Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmittel).
- **Pflanzenschutzmittel** Pflanzenschutzmittel sind chemische oder biologische Wirkstoffe und Zubereitungen, die dazu bestimmt sind, Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen zu schützen.
- **Protein** Aus Aminosäuren aufgebaute Eiweißstoff
- **Rote Gentechnologie** Anwendungen der Gentechnik in der Medizin und Pharmazie
- **Resistenz** Unter Resistenz versteht man die Widerstandsfähigkeit eines Organismus oder einer biologischen Art gegen schädliche äußere Einflüsse.
- **Somatische Gentherapie** Therapie, die auf die gentechnische Veränderung von Körperzellen abzielt
- **Somatische Zellen (= Körperzellen)** Alle Zellen eines höheren Organismus mit Ausnahme der Geschlechtszellen
- **Transgener Organismus** Organismus, dessen Erbmaterial beispielsweise durch die Ergänzung mit artfremder DNA verändert ist
- **Transgene Pflanze** Gentechnisch veränderte Pflanze, deren Erbmaterial durch die Ergänzung mit artfremder DNA verändert ist
- **Umweltanalytik** Teilbereich der chemischen Analytik zum Nachweis von Stoffen in der Umwelt
- **Virus** Biologische Einheit aus DNA oder RNA und Proteinhülle, die sich nur in einer geeigneten Wirtszelle vermehren kann
- **Weißer Biotechnologie** Auch industrielle Biotechnologie genannt. Im Fokus der Weißen Biotechnologie steht die Herstellung von Produkten mit biotechnischen Verfahren.
- **Zelle** Die kleinste selbständig lebensfähige und vermehrungsfähige Einheit von lebenden Organismen




## 9. Gesetzliche Grundlagen zur Gentechnik

### EU-Richtlinien und Verordnungen

-  Richtlinie (90/219/EWG) des Rates vom 23. April 1990 über die Anwendung genetisch veränderter Mikroorganismen in geschlossenen Systemen (ABl. EG Nr. L 117 S. 1)
  
-  Richtlinie (98/81/EG) des Rates der Europäischen Union vom 26. Oktober 1998 zur Änderung der Richtlinie 90/219/EWG über die Anwendung gentechnisch veränderter Mikroorganismen in geschlossenen Systemen (ABl. EG Nr. L 330 S. 13)
  
-  Richtlinie (90/220/EWG) des Rates vom 23. April 1990 über die absichtliche Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen in die Umwelt (ABl. EG Nr. L 117 S. 75)
  
-  Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates (Abl. EG Nr. L 106 S. 1)
  
-  Richtlinie (98/44/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 1998 über den rechtlichen Schutz biotechnologischer Erfindungen (ABl. EG Nr. L 213 S. 13)
  
-  Verordnung (258/97/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 1997 über neuartige Lebensmittel und neuartige Lebensmittelzutaten (ABl. EG Nr. L 43 S.1)
  
-  Verordnung (EG) Nr. 1830/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über die Rückverfolgbarkeit und Kennzeichnung von genetisch veränderten Organismen und über die Rückverfolgbarkeit von aus genetisch veränderten Organismen hergestellten Lebensmitteln und Futtermitteln sowie zur Änderung der Richtlinie 2001/18/EG (ABl. EG Nr. L 268 S. 24)

-  Verordnung (2092/91/EWG) des Rates vom 22. Juli 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel (ABl. EWG Nr. L 198 S.1)
-  Empfehlung (2003/556/EG) der Kommission vom 23. Juli 2003 mit Leitlinien für die Erarbeitung einzelstaatlicher Strategien und geeigneter Verfahren für die Koexistenz gentechnisch veränderter, konventioneller und ökologischer Kulturen (ABl. EG Nr. L 189 S. 36)
-  Entscheidung (2002/812/EG) des Rates vom 3. Oktober 2002 zur Festlegung – gemäß Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates – des Schemas für die Zusammenfassung der Anmeldeinformationen zum Inverkehrbringen genetisch veränderter Organismen als Produkte oder in Produkten (ABl. EG Nr. L 280 S. 37)

### **Nationale Regelungen in Deutschland**

-  Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz – GenTG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Dezember 1993 (BGBl. I S. 2066), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. März 2006 (BGBl. I S. 534)
-  Verordnung über die Sicherheitsstufen und Sicherheitsmaßnahmen bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen (Gentechnik-Sicherheitsverordnung – GenTSV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. März 1995 (BGBl. I S. 297, zuletzt geändert durch Artikel 8 der Verordnung vom 06. März 2007 (BGBl. I S. 261, 270)
-  Gesetz zur Durchführung von Verordnungen der Europäischen Gemeinschaft auf dem Gebiet der Gentechnik und zur Änderung der Neuartige Lebensmittel- und Lebensmittelzutaten-Verordnung vom 22. Juni 2004 (BGBl. I S. 1244), zuletzt geändert durch Artikel 38 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)

## 10. Quellenverzeichnis

|  |  |    |
|--|--|----|
| BBA, 2005  | Pressemitteilung, Biologische Bundesanstalt Braunschweig, 18. März 2005  | 53 |
| Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung | Kapitel 1.4.2.: Landwirtschaftliche Urproduktion, unter: <a href="http://www.bfa-ernaehrung.de/Bfe-Deutsch/Information/e-docs/janyberi.htm">http://www.bfa-ernaehrung.de/Bfe-Deutsch/Information/e-docs/janyberi.htm</a>   |    |
| bioSicherheit.de                                   | <a href="http://www.biosicherheit.de/aktuell/314.doku.html">http://www.biosicherheit.de/aktuell/314.doku.html</a> ;<br>Die Website bioSicherheit.de wird erstellt im Rahmen des Projektverbundes Kommunikationsmanagement in der Biologischen Sicherheitsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). |    |
| Biotechnologie-Bericht Sachsen, 2006               | Herausgeber: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, Dresden  |    |
| Biotechnology Report 2005                          | „Beyond Borders“ – Biotechnology Report 2005, Herausgeber: Ernst & Young, 2005   |    |
| BMBF, 2007   | Die deutsche Biotechnologie-Branche 2007, Firmenumfrage, I-initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, <a href="http://www.biotechnologie.de">www.biotechnologie.de</a>   |    |
| Deutscher Biotechnologie-Report                    | „Verhaltene Zuversicht“, Herausgeber: Ernst & Young, 2007  |    |
| Frankfurter Allgemeine Zeitung                     | Nr. 259, S. N1, 07.11.2007   |    |
| Gianessi et al.                                    | Gianessi, L, Sankula, S, Reigner, N. (2003): Pflanzenbiotechnologie: Potenzial zur Verbesserung des Pflanzenschutzes in der europäischen Landwirtschaft. Eine Zusammenfassung von drei Fallstudien. (Vollständiger Bericht unter <a href="http://www.ncfap.org">www.ncfap.org</a> )  |    |

- ISAAA Briefs GM Crops: The First Ten Years – Global Socio-Economic and Environmental Impacts, Jahr 2006, Nr. 36,  
www.isaaa.org
- Kompodium Gentechnologie und Lebensmittel (5. Auflage 2003); Bd. 2, Bd. 4; Hrsg. BASF Plant Science, Bayer CropScience, Dow AgroScience, Monsanto Agrar Deutschland, Syngenta Deutschland, DuPont/Pineer Hi-Bred International
- BPI, 2007 Pharmadaten 2007, Bundesverband der Pharmazeutischen Industrie unter www.bpi.de
- BSA, 2007 Pressemitteilung, Bundessortenamt, April 2007
- Losey et al. Losey JE, Rayor LS, Carter ME (1999): Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399(6733): 214
- McKinsey-Studie „Beitrag der Biotechnologie zur chemischen Industrie“, 2003
- „Monarch-Watch“-Gruppe Erhebungen einer Gruppe in den USA, die den Monarch-Falter beobachten; zitiert in: „Grüne Gentechnik in Niedersachsen“ (Feb. 2002), S. 16. Hrsg.: NATI Technologieagentur Niedersachsen GmbH.
- Zangerl et al. Effects of exposure to event 176 *Bacillus thuringiensis* corn pollen on monarch and black swallowtail caterpillars under field conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98, 11908-11912, 2001

# 11. Impressum

## HERAUSGEBER

Sächsisches Staatsministerium  
für Umwelt und Landwirtschaft  
Postfach 10 05 10, 01076 Dresden  
Internet: [www.smul.sachsen.de](http://www.smul.sachsen.de)

**Bürgertelefon:** (03 51) 564 68 14

Fax: (03 51) 564 68 17

E-Mail: [info@smul.sachsen.de](mailto:info@smul.sachsen.de)  
(Kein Zugang für elektronisch signierte  
sowie für verschlüsselte elektronische  
Dokumente)

## REDAKTION

Sächsisches Staatsministerium  
für Umwelt und Landwirtschaft,  
Referat Bio- und Gentechnik, Chemikalien

## FOTOS

Cenix GmbH, Dresden (7, 39, 42);  
Bayer AG (1, 11, 12, 17 li.);  
Bayer CropScience AG (21, 32, 34);  
CreativCollection (14);  
Max-Planck-Institut für Molekulare  
Zellbiologie und Genetik, Dresden (17 re.);  
photodisc (22 re.);  
Pixtal (22 li., 25, 30, 47);  
PhotoCase.com (26, 29)

## REDAKTIONSSCHLUSS

Dezember 2007  
Auflage: 1. überarbeitete Nachauflage

## AUFLAGENHÖHE

6.000 Exemplare

## GESTALTUNG

Heimrich & Hannot GmbH

## DRUCK

Starke & Sachse Offsetdruckerei GmbH  
Mozartallee 129, 01558 Großenhain

## PAPIER

Gedruckt auf 100% Recycling-Papier

## KOSTENLOSE BESTELLDRESSE

Zentraler Broschürenversand der  
Sächsischen Staatsregierung  
Hammerweg 30, 01127 Dresden  
Telefon: (03 51) 210 36 71  
oder (03 51) 210 36 72  
Fax: (03 51) 210 36 81  
E-Mail: [publikationen@sachsen.de](mailto:publikationen@sachsen.de)  
(Kein Zugang für elektronisch  
signierte sowie für verschlüsselte  
elektronische Dokumente)

## VERTEILERHINWEIS

Diese Informationsschrift wird von der  
Sächsischen Staatsregierung im Rahmen der  
Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Sie darf  
weder von Parteien noch von Wahlhelfern  
zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet  
werden. Dies gilt für alle Wahlen.