

# Fehlerfeindliche Technik

Eine grundsätzliche Kritik an der Genmanipulation betrifft die Fehlerfeindlichkeit dieser Technik.

Fehlerfreundlichkeit ist ein Begriff, den Christine von Weizsäcker 1976 in der Diskussion um die Nutzung der Kernenergie entwickelte um daraufhinzuweisen, daß deren eigentliche Gefährlichkeit in ihrer Fehlerfeindlichkeit liegt: im Umgang mit dieser Technik darf man sich keinen Fehler erlauben, weil tiefgreifende, irreversible Schäden die Folge sein können.

10 Jahre später wendet Christine von Weizsäcker sich mit diesem Begriff gegen die Gentechnik\* und insbesondere gegen das von manchen Wissenschaftlern vorgebrachte Argument, sie würden nur das weiterführen, was die Evolution sei eh und je tut.

Im Folgenden drucken wir einen Teil aus einem Artikel ab, der in der "Wechselwirkung" Technik, Naturwissenschaft, Gesellschaft Nr. 29, Mai 1986 erschienen ist. Vor dem von uns gewählten Auszug machen die Autoren längere Ausführungen zur herrschenden Tendenz in der Evolutionstheorie, der sie vorwerfen den Evolutionsfaktor Selektion gegenüber den anderen Evolutionsfaktoren Isolation und Mutation zu sehr in den Vordergrund gestellt zu haben. Evolution ist für die Autoren gleichbedeutend mit Entwicklung der Fülle des Lebens. "Erst durch die sich immer wieder erneuernde Varianz - durch den Evolutionsfaktor Mutation - sowie durch die der Selektion Schranken setzende Isolation

kann Selektion zum Werkzeug der Entstehung von Fülle werden."

## Was ist Fehlerfreundlichkeit?

Fehlerfreundlichkeit ist kein einfacher Begriff. Es ist eine Art Synthese aus den bekannten Begriffen der Fehlertoleranz und der Fehleranfälligkeit. Organische Systeme sind zweifellos äußerst fehleranfällig. ... Organische Systeme, insbesondere auch Einzelorganismen sind aber zugleich außerordentlich fehler-tolerant, etwa im Vergleich zu klassischen Maschinen. Man vergleiche etwa ein Auto, dem etwas Zuckerwasser ins Benzin gemischt wurde mit unserer Katze, der irgendjemand Hartgummi oder Verfaultes oder Scharfkantiges ins Fressen gemischt hat. Mit Schnüffeln, Tasten, Beäugen und Probebeißen sortiert die Katze die meisten Fehler aus; was sie dennoch an Unbekömmlichem herunterschlingt, kann sie meistens auch wieder herauswürgen;

Schnittwunden und Magenverstimmungen heilen aus; und zu allem merkt sich die Katze den Gefahrenherd und seine Begleitumstände.

Die Fehlertoleranz geht noch weiter. In der Anatomie und Physiologie treffen wir sie auf Schritt und Tritt. Zunächst stellen wir überall *Redundanz* fest, bei Molekülen, Zellen, Organellen und Organen: Fällt eines aus oder wird es fehlerhaft, so bleiben genügend andere für die Normalfunktion. Das Zellenprinzip erlaubt so zugleich das *Nebeneinander* von Zellen verschiedener Funktion, wobei die Unterschiede ursprünglich auf Fehlern beruhten. Erst das *Nebeneinander verschiedener Zellen* erlaubt das Entstehen höherer Lebensformen. Die Fehlertoleranz in der Physiologie geht weiter. Es gibt das *Immunsystem* und die *Wundheilung*, um mit internen und externen Unfällen fertig zu werden, und es gibt Sinnesorgane, die Fehler in allen möglichen Stadien entdecken und den Körper zur Abwehr aufrufen.

## Kleines Lexikon der Gentechnik

**A** **Agrobacterium tumefaciens:** Bodenbakterium, das in der Natur Erbinformation auf Pflanzen überträgt. An den Pflanzen kommt es zur Bildung von Tumoren („Wurzelhalsgallen“). Agrobacterium tumefaciens wird in der Gentechnik eingesetzt, um Erbinformation in Pflanzen einzuschleusen.  
**AIDS:** Abkürzung für „Acquired Immunodeficiency Syndrome“; durch Infektion mit HIV-Virus verursachte Immunschwäche.  
**Allergie:** Überschießende Reaktion des Immunsystems gegenüber körperfremden Stoffen, in deren Verlauf es zu unterschiedlichen Krankheitsbildern kommen kann.  
**Alzheimersche Erkrankung:** schleichender Zerfall der intellektuellen Leistungen; beruht auf der Degeneration von Gehirnzellen.  
**Aminosäure:** Baustein der Eiweißstoffe.  
**Amniozentese:** Fruchtwasserentnahme, Methode zur vorgeburtlichen Diagnostik.  
**Amplifikation:** Methode in der Gentechnik, um Kopien einer Erbinformation zu vervielfältigen.  
**Antibiotika:** von Bakterien und Pilzen erzeugte Stoffe, die Mikroorganismen im Wachstum hemmen oder abtöten; Heilmittel

bei Infektionskrankheiten.  
**Antibiotika-Resistenz:** Fähigkeit eines Mikroorganismus, sich in Gegenwart eines Antibiotikums zu vermehren.  
**Antigen:** Stoff, der Abwehrreaktionen des Immunsystems auslöst.  
**antihämophiler Faktor (Faktor VIII):** Bestandteil des Blutes; erblich bedingter Mangel verursacht die Bluterkrankheit.  
**Antikörper:** Eiweißstoffe, die vom Immunsystem zur Abwehr von Fremdstoffen gebildet werden.  
**apathogen:** nicht krank machend.  
**Autoklav:** drucksicheres Gefäß; dient in der Medizin zum Abtöten von Keimen durch Erhitzen (Sterilisation).  
**Autoradiographie:** Verfahren, bei dem radioaktive Stoffe mit Hilfe eines Röntgenfilms nachgewiesen werden.

Basen gegenüber. Ein einzelner Basenstrang erteilt den „Druckauftrag“ für Kopien nach dem Prinzip der Basenpaarung.  
**Befruchtung, extrakorporale:** Befruchtung einer Eizelle außerhalb des Körpers.  
**Biokatalysator:** andere Bezeichnung für Enzym, beschleunigt biochemische Reaktionen.  
**biologische Agenzien:** Definition der Unfallverhütungsvorschrift für „lebensfähige Zellen, Zellverbände sowie Viren oder replikationsfähige Genomelemente“.  
**biological containment:** biologische Sicherheitsmaßnahmen in der Gentechnik; dazu gehört die Verwendung von Organismen, die sich außerhalb des Labors nicht vermehren können.  
**Biosynthese:** die Herstellung von Stoffen durch Lebewesen.  
**Biotechnologie:** industrielle Verfahren zur Herstellung von Stoffen mit Hilfe von Lebewesen.  
**Blastozyste:** Embryo im frühen Stadium mit 64 bis 128 Zellen.

**B** **Bakterien:** einzellige Organismen ohne Zellkern.  
**Bakteriophagen:** Viren, die Bakterien befallen.  
**Basen:** chemische Stoffe, die Säuren neutralisieren; in der Gentechnik Bausteine der Erbinformation.  
**Basenpaarung:** Grundprinzip für die Weitergabe von Erbinformation. In dem Doppelstrang-Molekül, das die Erbinformation trägt, stehen sich immer zwei einander entsprechende

**C** **Chimäre:** Lebewesen, das aus Zellen verschiedener Individuen zusammengesetzt ist.  
**Chloroplast:** Teil der Pflanzenzelle, in dem die Photosynthese stattfindet.  
**Chromosom:** fadenförmige Struktur im Zellkern, die das Erbmateriale enthält.

Fehlertolerant sind aber auch Steine und Flüsse. Der entscheidende Unterschied zwischen Steinen und Lebewesen ist also nicht die Fehlertoleranz, sondern die Fehleranfälligkeit. Erst die Synthese von Fehlertoleranz und Fehleranfälligkeit macht die den Lebewesen eigene Fehlerfreundlichkeit.

In der Evolution der Organismen scheint nun Fehlerfreundlichkeit eine genauso wichtige Rolle zu spielen wie "Tüchtigkeit". Der Evolutionsfaktor "Selektion" bezieht sich auf die Tüchtigkeit und sorgt dafür, daß diese sich fortpflanzt. Mutation und Isolation beziehen sich auf Fehlerfreundlichkeit und sorgen dafür, daß diese sich fortpflanzt. Erfolgreich sind Arten und Ökosysteme, die beides haben, Tüchtigkeit und Fehlerfreundlichkeit. Tüchtigkeit bezieht sich eher auf die Vergangenheit ("tüchtig waren die, deren Nachkommen heute noch leben"). Fehlerfreundlichkeit ist eher auf die Zukunft und ihre Ueberraschungen bezogen.

Tüchtigkeit und Fehlerfreundlichkeit stehen in einem komplementären Verhältnis zueinander. Beide sind unerlässlich, aber sie begrenzen einander gegenseitig:

Uebergenaue Fitness für eine gegebene Situation ist ein Mangel an Fehlerfreundlichkeit und läuft auf Stagnation und auf Versagen bei neuen Herausforderungen hinaus; und ein Uebermaß an Fehlerfreundlichkeit bzw. deren Komponente Fehleranfälligkeit ist ein Mangel an Tüchtigkeit und führt zum Zusammenbruch des Systems.

## Gentechnologie

Die moderne Landwirtschaft hat in alarmierendem Maße in die Evolution eingegriffen. Flurbereinigung, Drainage, Vereinfachung der Fruchtfolge, Insektenvertilgung, Sortenstandardisierung haben allenthalben wildlebende Pflanzen und Tiere an den Rand gedrängt und schon manche Arten ausgerottet. Die Gentechnologie steht für uns im Verdacht, diesen gefährlichen Trend zu zementieren, womöglich zu verstärken.

Wenn Einzelgene (z.B. für Schädlingsresistenz, Salztoleranz, gute Proteinzusammensetzung\*) in

### Chromosomenmutation:

unter dem Mikroskop erkennbare Veränderung eines Chromosoms.

### Codon:

ein aus drei Basen bestehendes „Wort“ des genetischen Codes, das die Information für den Einbau einer Aminosäure in einen Eiweißstoff trägt.

## D

### Darmflora:

Bakterien, die normalerweise im Darm vorkommen.

### Dekontamination:

Beseitigung einer Verunreinigung mit Keimen, Giften oder radioaktiven Stoffen.

### Denaturierung:

Zerstörung der natürlichen Struktur von Eiweißstoffen und Erbsubstanz.

### Desoxyribonukleinsäure (DNS oder DNA):

Träger der Erbinformation.

### Desoxyribose:

Zuckermolekül, Bestandteil der DNA.

### diploid:

alle Zellen, die den doppelten Chromosomensatz aus dem väterlichen und mütterlichen Erbgut enthalten; nur die Keimzellen enthalten einen einfachen (haploiden) Chromosomensatz.

### DNA-Bank:

Sammlung von Bakterienkulturen, die einen Großteil des Erbgutes eines anderen Organismus enthält.

### DNA-Doppelhelix:

räumliche Struktur der Erbsubstanz: spiralförmiger Doppelstrang, der

sich wie eine Strickleiter windet. Die Holme der Leiter werden von Zuckermolekülen und Phosphatgruppen gebildet, die Sprossen von Basen, die sich paarweise gegenüber stehen.

### DNA-Sequenz:

Abfolge der einzelnen Bausteine der Erbinformation in einem DNA-Molekül.

**dominant:** Eigenschaft einer Erbinformation, sich gegen alternative Merkmale des gleichen Gens durchzusetzen.

## E

### Escherichia coli:

Bakterienart, die im Dickdarm vorkommt. Der E. coli-Stamm mit der Bezeichnung K12 ist der bevorzugte Mikroorganismus in der Gentechnik.

### endoplasmatisches

### Retikulum:

Teil der Zelle, in dem Eiweißstoffe produziert werden.

### Enterobakterien:

Darmbakterien.

### Enzym:

Eiweißstoff, der biochemische Reaktionen beschleunigt.

### Enzyminhibitor:

Stoff, der die Aktivität eines Enzyms hemmt.

### Erythrozyten:

rote Blutzellen; transportieren Sauerstoff in die Gewebe.

### Eugenik:

„züchterische“ Maßnahmen, um die Erbsubstanz einer Bevölkerung zu verändern.

### Eukaryonten:

Lebewesen, deren Zellen einen durch eine Membran abgegrenzten

Kern haben. Alle mehrzelligen Lebewesen gehören zu den Eukaryonten.

### Evolution:

Entwicklung aller Lebewesen aus Urformen.

### Exon:

Teil eines Gens, der nicht in Protein übersetzt wird.

## F

### Fermentation:

technisches Verfahren, um mit Hilfe von Mikroorganismen Stoffe zu erzeugen oder umzuwandeln.

### Fermenter:

in der Biotechnik verwendeter Behälter zur Aufzucht von Mikroorganismen.

### Fortpflanzung:

geschlechtliche Fortpflanzung: Verschmelzung von weiblichen und männlichen Keimzellen. Nachkommen haben Erbmerkmale beider Eltern.

ungeschlechtliche

### Fortpflanzung:

Vermehrung durch Teilung, Sprossen, Ableger oder Stecklinge. Die Tochterorganismen sind mit dem Mutterorganismus identisch.

### Fungizid:

Stoff, der die Vermehrung von Pilzen hemmt oder sie abtötet.

## G

### Gelelektrophorese:

analytische Methode zur Auftrennung eines Stoffgemisches (z. B. Eiweiße, DNA) in einem elektrischen Feld.

### Gen:

Grundeinheit der Vererbung. Ein Gen trägt die Information zur Bildung eines Eiweiß-

stoffes oder zur Steuerung anderer Gene.

### Genbank:

Sammlung von Bakterienkulturen, die einen Großteil des Erbgutes eines anderen Organismus enthalten.

### genetischer Code:

„Wörterbuch“ der Genetik: jeweils drei Bausteine der Erbsubstanz (Codon) tragen die Information zum Einbau einer Aminosäure in einen Eiweißstoff.

### Genom:

Gesamtheit der Erbinformation eines Organismus.

### Genomdiagnostik:

Methode zur Untersuchung der Erbsubstanz; dient der Erkennung von Erbkrankheiten.

### Gensonde:

radioaktiv markiertes DNA-Stück, das den Nachweis bestimmter Abschnitte der Erbsubstanz ermöglicht.

### Gentechnik:

Isolierung der Erbinformation eines Lebewesens und deren Einfügung in das Erbmaterialeiner anderen Art.

**Gentherapie:** Behandlung von Krankheiten durch Veränderung der Erbsubstanz.

### Gentransfer:

künstliche Übertragung von Erbinformation.

### Golgi-Apparat:

Teil der Zelle, in dem Stoffwechselprodukte gespeichert werden.

### Gonaden:

Keimdrüsen, in denen Ei- und Samenzellen sowie Geschlechtshormone gebildet werden; im weiblichen Organismus die Eierstöcke und

eine Pflanzenzelle übertragen werden, diese Zelle dann kloniert\* wird und zum Ausgangspunkt für Saatgut wird, erhält man ganze Saaten, ganze Felder mit identischem Erbgut. Diese Züchtungen sind dann nicht mehr fehlertolerant. Sie verlangen womöglich ein sorgfältiges, die Standardisierung weitertreibendes Bodenengineering, obgleich sie gegen bestimmte Umweltangriffe (z.B. Schädlinge) künstlich robust gemacht worden sind.

Noch bedenklicher sind herbizidresistente\* Sorten, die den Landwirt geradezu ermuntern, schrankenlos Herbizide einzusetzen, die dann den Boden für Wildkräuter unbewohnbar machen und schon dadurch die Entfaltung der biologischen Fülle weiter beschneiden.

Gentechnologie verführt zu der Annahme, daß man jetzt die nach menschlichen Bewertungskriterien "tüchtigen" Pflanzen und Tiere viel rascher von den "untüchtigeren" trennen könne, und daß man insofern eine galoppierende Evolution inszenieren könne. Dies ist nach dem Wortverständnis einer

durch Tüchtigkeit und Fehlerfreundlichkeit charakterisierten Evolution der Fülle ein Trugschluß. Es kann sogar ganz leicht ein Galopp in eine Sackgasse sein, aus der man mangels offengehaltener Optionen nicht mehr herauskommt.

Die technische Lösung für die Vorratshaltung von Optionen, die Genbank, ist rein quantitativ der natürlichen Population mit ihrem großen und fluktuierenden Genpool um Größenordnungen unterlegen. Die Genbank ist insofern weniger fehlerfreundlich als die natürliche Population.

Gentechnologie kann auch dann zum Evolutionsrisiko werden, wenn sie zu einer massenhaften direkten oder indirekten Freisetzung von Plasmiden führt, die die Artschranken freilebender Arten durchbrechen können; über die ökologisch-evolutionären Wirkungen hiervon kann man allerdings bestenfalls spekulieren.

Der ökonomische Selektionsdruck, der auf allen Produzenten, nicht zuletzt auf den Landwirten lastet,

im männlichen die Hoden.

**H** **Hämoglobin:** Farbstoff in den roten Blutkörperchen; enthält Eisen und bewirkt den Transport des Sauerstoffs von der Lunge in die Gewebe.  
**haploid:** Zellen, die nur einen Chromosomensatz besitzen; Keimzellen sind haploid. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung erfolgt Ergänzung zu einem doppelten Satz (diploid).  
**Herbizid-Resistenz:** Pflanzen, die nach gentechnischer Einfügung einer Erbinformation unempfindlich sind gegenüber einem speziellen Herbizid (Unkrautbekämpfungsmittel).  
**Hormone:** körpereigene Stoffe, die die Lebensvorgänge regulieren.  
**Hybridisierung:** Wechselwirkung zwischen zwei sich entsprechenden DNA-Molekülen.  
**Hybridom:** Mischzelle, die monoklonale Antikörper produziert und sich zeitlich unbegrenzt vermehrt.

**I** **Immunglobuline:** Eiweißstoffe, die der körpereigenen Abwehr dienen.  
**Immunität:** erworbene Abwehrfähigkeit des Körpers gegen Krankheitserreger oder Giftstoffe.  
**Immunreaktion:** Reaktion des Körpers auf das Eindringen fremder Stoffe.

**Immunsystem:** alle Bestandteile des Körpers, die an der Abwehr körperfremder Stoffe beteiligt sind.  
**insektenresistente Pflanzen:** Pflanzen, die – nach gentechnischer Einfügung von Erbinformation – Stoffe erzeugen, die für bestimmte Insekten giftig sind.  
**Insulin:** körpereigener Eiweißstoff, der den Zuckerstoffwechsel reguliert.  
**Interferone:** körpereigene Eiweißstoffe zur Abwehr von Virusinfektionen und Hemmung der Zellvermehrung.  
**in vitro:** im Reagenzglas.  
**in vivo:** im Körper.

**K** **Kallus:** im Reagenzglas wachsendes Pflanzengewebe; entwickelt sich zu vollständigen Pflanzen.  
**Kapsidprotein:** Eiweißstoff in der Hülle eines Virus.  
**Keimbahn:** Teile des Organismus, aus denen die Keimzellen hervorgehen. Die darin enthaltene Erbinformation wird an die Nachkommen vererbt.  
**Klon:** Kolonie einheitlicher Zellen oder Organismen, die von einer einzigen Zelle oder von einem Mutterorganismus abstammen. Klone kommen bei Tieren als eineiige Zwillinge vor.  
**Klonierung:** Erzeugung einer einheitlichen Zellkolonie durch Vermehrung

einer Mutterzelle.  
**Kohlenhydrate:** zuckerartige Naturstoffe.  
**Kontamination:** Verunreinigung mit Keimen, radioaktiven oder toxischen Substanzen.

**L** **Leukämie:** Blutkrebs.  
**Leukozyten:** weiße Blutkörperchen.  
**Lipide:** Fette.  
**Lyse:** Auflösung der Zellmembran und Freisetzung des Zellinhalts.

**M** **Makrophagen:** Zellen, die Krankheitserreger abwehren.  
**Marker:** Merkmal.  
**Mendelsche Regeln:** Grundlage der Vererbungslehre; 1866 von dem Mönch Gregor Mendel entdeckt.  
**messenger-RNA (mRNA):** Boten-RNS; Nucleinsäure, die vom Zellkern ausgeschickt wird und die Information für den Aufbau eines Eiweißstoffes enthält.  
**Mikroinjektion:** Injektion von Erbsubstanz in Zellen mit sehr feinen Glasröhrchen.  
**Mitochondrien:** Teile der Zelle, in denen energieliefernde Stoffwechselvorgänge ablaufen.  
**Mitose:** Kernteilung einer Zelle mit Verdopplung der Erbsubstanz.  
**Molekularbiologie:** Erfassung der Lebensvorgänge auf der Grundlage der kleinsten Bausteine des Lebens.

**monoklonale Antikörper:** Antikörper (Abwehrstoff), der von Zellen gebildet wird, die alle von einer Mutterzelle abstammen (Klon), und daher in seiner chemischen Struktur völlig einheitlich ist.  
**Mutagenese:** Erzeugung von Mutationen.  
**Mutation:** Veränderung des Erbgutes.

**N** **Nucleinsäure:** Moleküle, die die Erbinformation tragen.  
**Nucleotid:** Baustein der Erbinformation.

**P** **Passagier-DNA:** Erbsubstanz, die in eine Wirtszelle eingeführt und dort vermehrt wird.  
**pathogen:** krank machend.  
**Phänotyp:** Erscheinungsbild und Eigenschaften eines Individuums.  
**physical containment:** physikalisch-technische Sicherheitsmaßnahmen in der Gentechnik, um ein Entweichen von lebenden Organismen aus dem Labor- und Produktionsbereich zu verhindern.  
**Plasma:** Bestandteil des Blutes, der durch Zentrifugieren von den Blutzellen abgetrennt wird.  
**Plasmid:** kleine ringförmige DNA-Moleküle in Bakterien; in der Gentechnik zum Einschleusen von Erbinformation verwendet.

kann uns leicht in eine Abhängigkeit von gentechnisch erzeugten Kulturpflanzen mit gänzlich homogener genetischer Ausstattung versetzen. Eine solche Situation ist fehlerfeindlicher als zehn Kernkraftwerke. Tritt hier einmal ein Störfall auf, etwa eine Resistenz bestimmter Schädlinge gegen das in die Pflanze hineinmanipulierte Toxin, dann ist erstens der akute Schaden groß, und zweitens müssen dann schnellstens Abhilfe- und Rettungsmaßnahmen getroffen werden. Diese werden nach dem dann herrschenden "Stand der Technik" wieder gentechnische "Lösungen" sein. Die Lösungen werden auch "ökonomisch vertretbar" sein müssen, was immer das dann heißen mag. Es ist nicht schwer, sich Szenarien auszudenken, in denen eine "Lösung" den nächsten Störfall gebiert und schließlich eine ganze Lawine von ökonomisch vertretbaren Lösungen losgetreten wird, die die weitere Evolutionsfähigkeit der natürlichen Ökosysteme irreversibel, vielleicht tödlich schädigen.

Eine Schlußbemerkung soll die Gefahr des Ausblendens der Fehlerfreundlichkeit noch einmal verdeutlichen: Solange die Öffentlichkeit vor Monsterbakte-

rien und unheimlichen Unfällen aus den gentechnischen Labors Angst hat und solange Gentechnik nur im kleinen Maßstab angewandt wird und ins Freie gelangt, sind u.E die Gefahren gering. Erst wenn es gelingt, scheinbar "risikofreie" Gentechnologie einzuführen, bei welcher ebenso wenige Unfälle zu befürchten sind wie bei Dränage, Flurbereinigung und Rapsanbau, dann ist die Stunde der Gefahr gekommen, denn dann erst kann sich Gentechnik in einem evolutionsrelevanten Umfang durchsetzen und die Zivilisation kann über Nacht in eine de facto-Abhängigkeit von dieser Technik geraten; dann können die oben angedeuteten Bedenken fürchterliche Realität werden. Die heutige (1986 d.Red.) Gentechnik ist noch in den Kinderschuhen, und sie ist noch fehlerbewußt, kleinräumig und insofern fehlerfreundlich. Die "risikofreie Gentechnik" ist es nicht. Sie kann sich auf die Fülle der Natur verheerend auswirken. Aus ökologisch-evolutionärer Sicht liegt die Gefahr der Gentechnologie weniger in ihren Unfällen und Mißerfolgen als in ihrem flächendeckenden Erfolg.

Christine und Ernst Ulrich von Weizsäcker

#### Produktionsstamm:

Mikroorganismen, die für biotechnologische Herstellungsverfahren optimiert wurden.

#### Prokaryonten:

Mikroorganismen (Bakterien), die keinen Zellkern besitzen.

#### Protease:

Enzym, das Eiweißstoffe (Proteine) spaltet.

#### Protein:

Eiweißstoff, aus Aminosäuren aufgebaut.

#### Protoplast:

Zelle ohne Zellwand.

#### Protoplastenfusion:

Verschmelzung zweier zellwandloser Zellen.

# R

**rekombinante DNA:** Erbsubstanz, die durch Neukombination von Erbinformation erzeugt wurde.

#### Rekombination:

Verknüpfung von Erbsubstanz; bei der geschlechtlichen Fortpflanzung durch Verbindung von väterlichem und mütterlichem Erbgut; in der Gentechnik durch Einschleusen von Erbinformation einer anderen Art.

#### Replikation:

identische Vermehrung von Erbsubstanz.

#### Resistenzgen:

Erbinformation, die einem Organismus Widerstandskraft gegen Stoffe oder Parasiten verleiht.

#### Restriktionsenzym:

Enzym zur gezielten Auftrennung („Aufschneiden“) der Erbinformation.

#### Retroviren:

Viren, deren Erbinformation in einem einzelsträngigen RNA-Molekül

festgelegt ist und die bei ihrer Vermehrung eine DNA-Kopie ihres Erbgutes in das der Zelle einschleusen. Zu den Retroviren gehören die Tumoviren und der Erreger von AIDS.

#### reverse Transkriptase:

Enzym, das eine DNA-Kopie von einem RNA-Molekül herstellt (z. B. bei Retroviren).

#### Rezeptor:

Eiweißstoff, an den ein Wirkstoff „andockt“ und seine Wirkung überträgt.

#### rezessiv:

Eigenschaft, die gegenüber alternativen Merkmalen des gleichen Gens unterlegen ist.

#### Ribonukleinsäure (RNS, RNA):

Abkömmling der DNA. Eine bestimmte Art der RNA (mRNA) überträgt die Information zum Aufbau von Eiweißstoffen.

#### Ribose:

Zuckermolekül, Baustein der Ribonukleinsäure.

#### Ribosom:

Teil der Zelle, in dem Eiweißstoffe gebildet werden.

#### Risikogruppe:

Einteilung der Mikroorganismen nach der Gefährlichkeit in vier Risikogruppen; Gruppe I: nicht krankheitserregend; Gruppe II-IV: zunehmende Gefährdung.

# S

**Saccharomyces cerevisiae (Bäckerhefe):** Hefeart; wird zur Herstellung von Backwaren und beim Bierbrauen eingesetzt; dient in der Gentechnik zur Produktion von Eiweißstoffen.

#### Sequenzierung:

Bestimmung der Reihenfolge der Bausteine innerhalb eines zusammengesetzten Moleküls.

#### Sichelzellanämie:

erbliche Blutkrankheit, von der etwa 300 Mill. Menschen betroffen sind.

#### Sterilfilter:

Filter, dessen Porengröße so klein ist, daß alle Keime im Filter zurückgehalten werden.

#### Sterilisation:

Maßnahmen zur Entfernung und Vernichtung aller lebensfähigen Mikroorganismen.

#### Strukturgen:

Erbinformation für die Bildung von Eiweißstoffen.

# T

#### Thalassämie:

Erbleiden; führt zu krankhaften Blut- und Skelettveränderungen.

#### Toxine:

Giftstoffe.

#### transgene Tiere:

Tiere, in deren Erbgut mit Hilfe der Gentechnik zusätzliche Erbinformation eingeschleust wurde.

#### Transkription:

erste Stufe bei der Produktion von Eiweiß. Die Erbinformation der DNA wird auf einen „Boten“, die RNA, übertragen.

#### Translation:

zweite Stufe der Produktion von Eiweiß. Die Information auf der RNA wird in den Aufbau eines Eiweißstoffes übersetzt.

#### Transposon:

springendes Gen, das seinen Ort im Erbgut verändern kann.

# V

#### Vektor:

Fremd-DNA, die sich in einer Wirtszelle vermehren läßt.

#### Virus:

Lebensform, die keinen eigenen Stoffwechsel besitzt und deshalb zu ihrer Vermehrung auf eine Wirtszelle angewiesen ist.

# W

#### Wildtyp:

in der Natur statistisch am häufigsten vorkommendes Erscheinungsbild eines Lebewesens.

#### Wirtszelle:

Zelle, an deren Stoffwechsel ein Eindringling, etwa ein Virus, teilhat.

# Z

#### Zelle:

kleinste selbständig lebens- und vermehrungsfähige Einheit.

#### Zellkern:

Teil der Zelle, in der sich die Erbsubstanz befindet.

#### Zellmembran:

Umhüllung der Zelle.

#### Zellwand:

äußerste Struktur der Zelle bei Pflanzen und Bakterien; sitzt der Zellmembran auf.

#### ZKBS:

Zentrale Kommission für Biologische Sicherheit beim Bundesgesundheitsamt; beurteilt Sicherheitsfragen der Gentechnik.

#### Zygote:

befruchtete Eizelle.

#### Zytoplasma:

Teil der Zelle, in dem ein großer Teil der Stoffwechselreaktionen abläuft.

#### Zytoskelett:

Gerüstsubstanz in der Zelle.