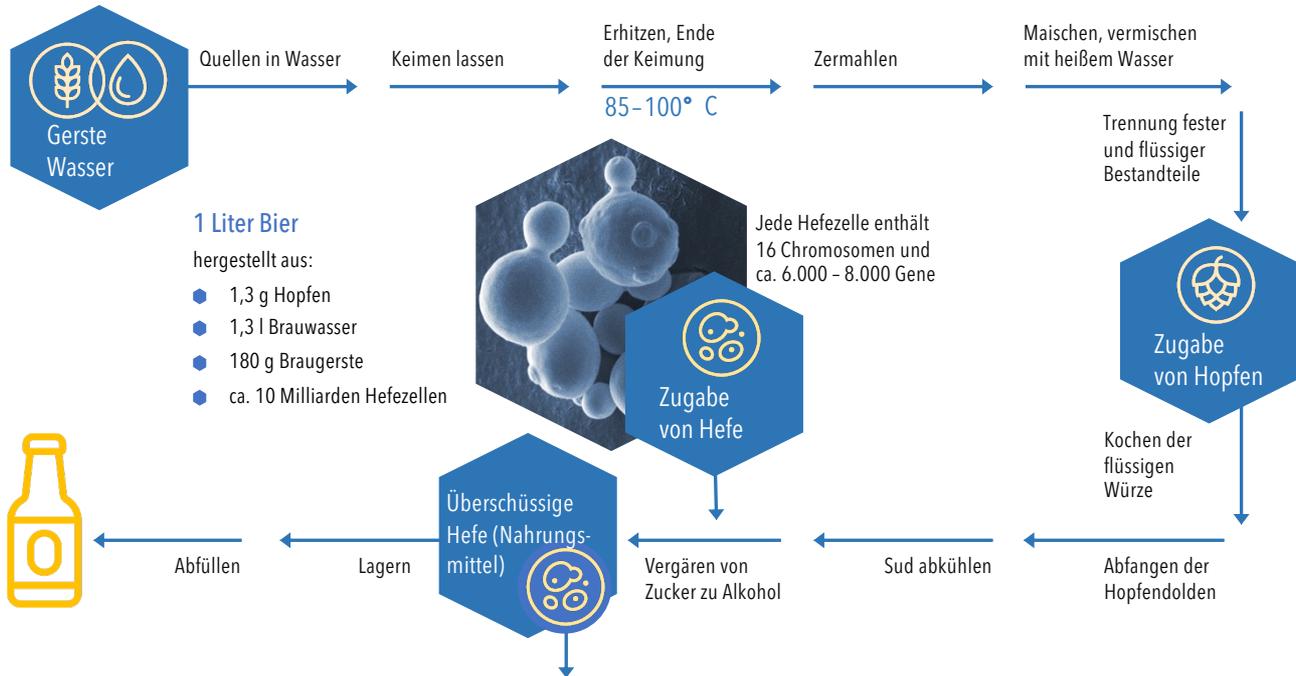


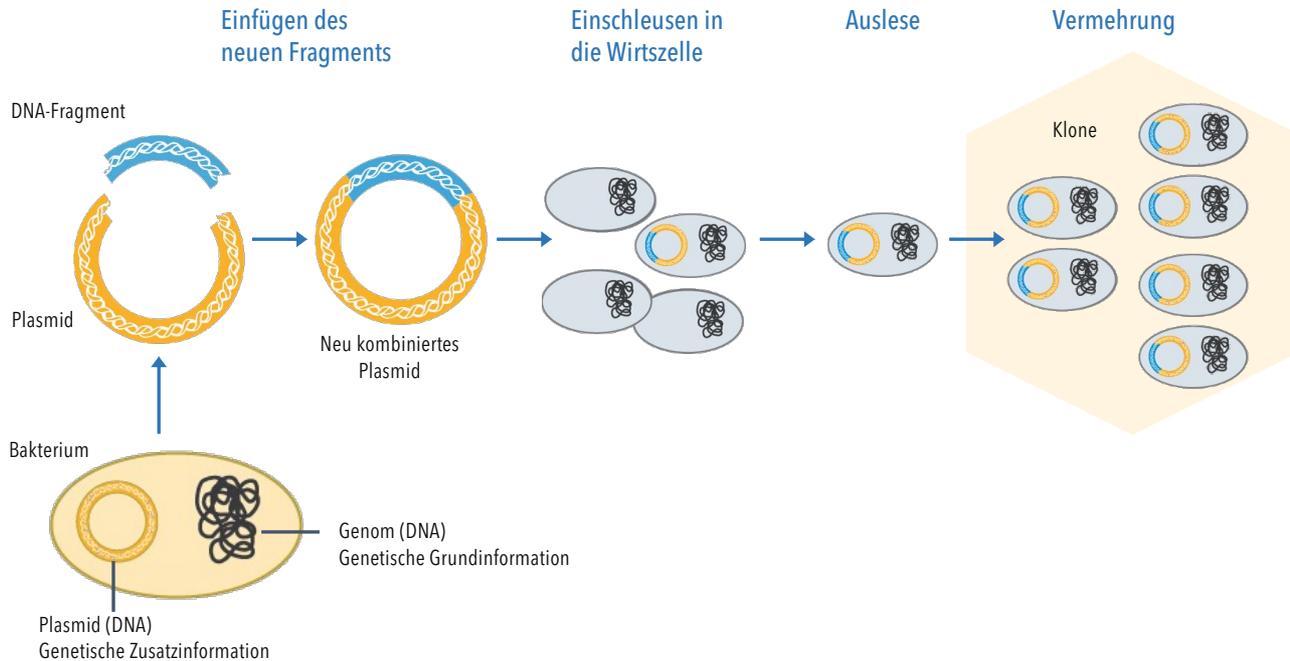
Meilensteine der Biotechnologie am Zeitstrahl

Pflanzenzüchtung durch Auslese	ca. 3000 v. Chr.	ca. 4000 v. Chr.	Verwendung von Hefe für alkoholische Getränke
Edward Jenner wagt die erste Impfung (gegen Pocken).	1796	16./17. Jahrhundert	Hooke und Leeuwenhoek bauen erste Mikroskope und beschreiben höhere Zellen und Bakterien.
Friedrich Miescher isoliert als Erster die DNA.	1869	1857	Louis Pasteur entdeckt ein Milchsäuregärungs-Bakterium.
Alexander Flemming entdeckt das Antibiotikum Penicillin.	1928	1909	Wilhelm L. Johannsen führt den Begriff „Gen“ ein.
James Watson und Francis Crick veröffentlichen die Struktur der DNA.	1953	1944	Avery, MacLeod, McCarty entdecken die Vererbungseigenschaften der DNA.
Ochoa, Nirenberg, Mattei und Khorana entschlüsseln den genetischen Code	1966	1962	Werner Arber entdeckt die Restriktionsenzyme.
Sanger, Maxam, Gilbert: DNA-Sequenzierung	1977	1972	Paul Berg nutzt Restriktionsenzyme.
Genentech Inc.: Herstellung von Somatosin		1978	Genentech Inc.: Herstellung von Insulin
Erste Zulassung für ein rekombinantes Medikament	1982	1983	Erstmalige Erzeugung transgener Pflanzen
Alec Jeffreys: Genetischer Fingerabdruck	1984	1985	Kary B. Mullis: Polymerase-Kettenreaktion
Erster Freilandversuch transgener Tabak	1986	1990	Start des Human Genome Project
Sequenzierung des Genoms von E. coli	1997	2001	Gründung der Human Proteome Organization (HUPO)
Entzifferung des menschlichen Erbguts abgeschlossen	2003	2005	Sequenzierung des Genoms der Reispflanze abgeschlossen
Erste Veröffentlichung zu CRISPR/Cas	2012	2018	58 % aller in der EU zugelassenen Medikamente sind Biopharmazeutika.

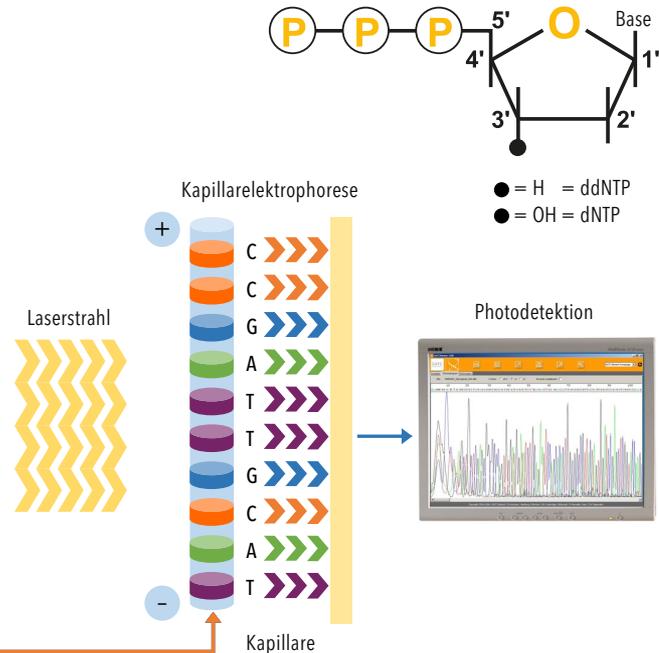
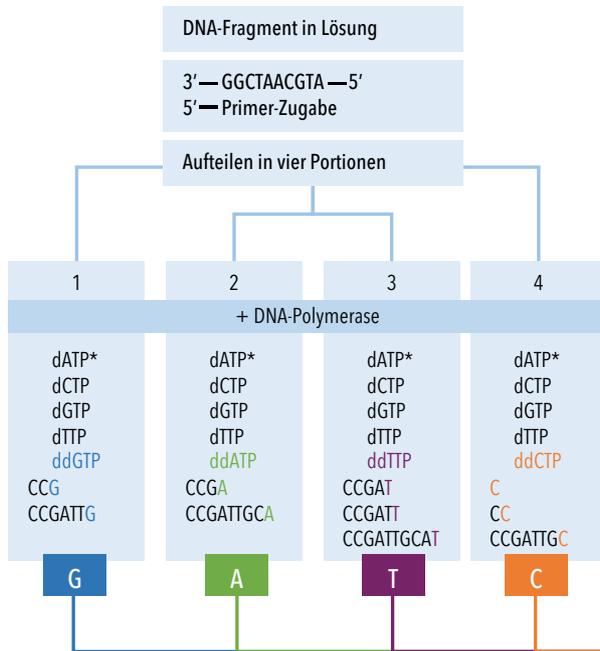
Prozess des Bierbrauens



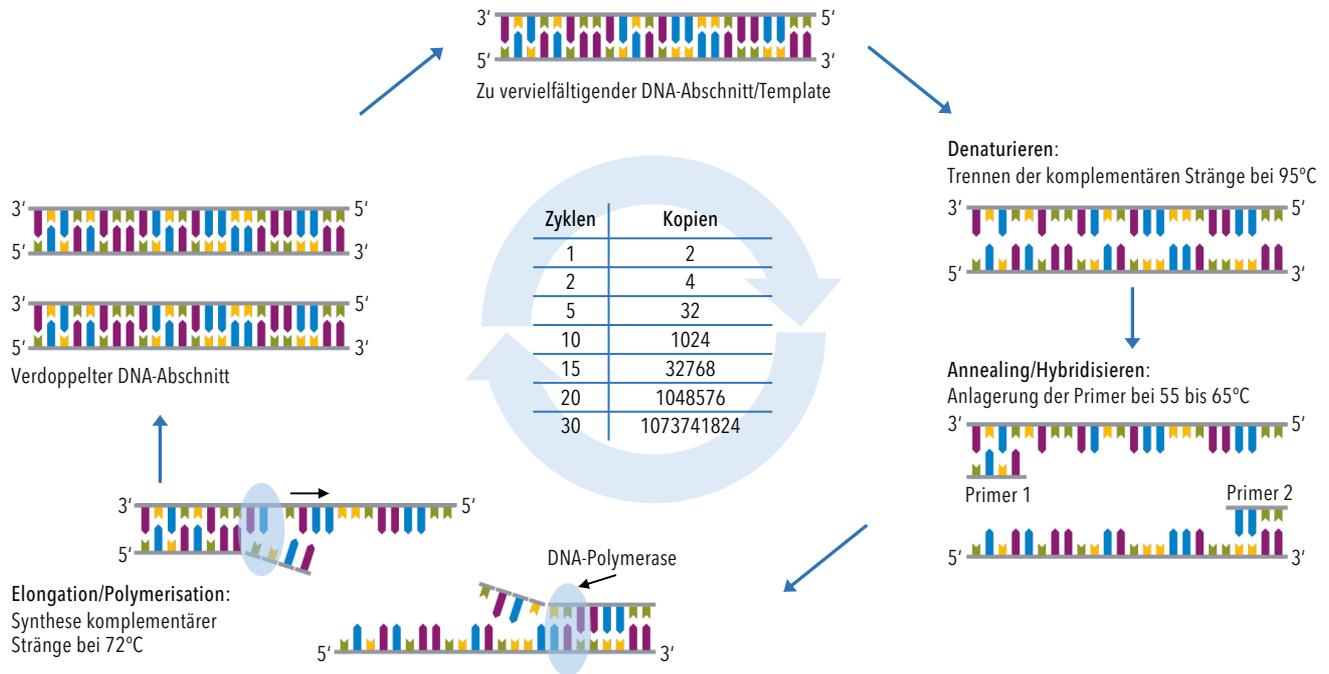
Aufnahme von Fremd-DNA in prokaryotische Zellen (Bakterien)



DNA-Sequenzierung nach Sanger



Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR)



Genomprojekte: Einzelschritte und Erkenntnisse

Forschungsgegenstand

Genome von Viren, Bakterien, Pilzen, Tieren und Pflanzen

- Bestimmung der Gesamtsequenz (Basenabfolge)
- Lokalisierung der Genorte
- Erforschung der Genfunktionen

Erkenntnisse und Auswirkungen

Verständnis von Erkrankungen des Menschen

- Entwicklung neuer Ansätze in Vorbeugung, Diagnostik und Therapie

Verständnis von Krankheitserregern

- Entwicklung neuer Abwehrstrategien

Verständnis von Wild- und Kulturpflanzen

- Umsetzung der Erkenntnisse in die Pflanzenzüchtung

Verständnis von evolutionsbiologischen Zusammenhängen

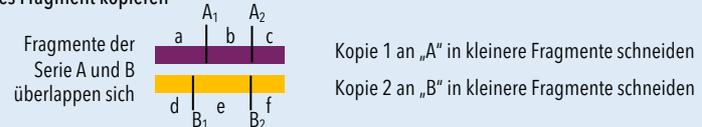
- Fortschritte in der Grundlagenforschung

Entzifferung der Basenabfolge eines Chromosoms

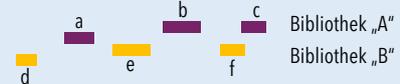
Chromosomen vereinzeln



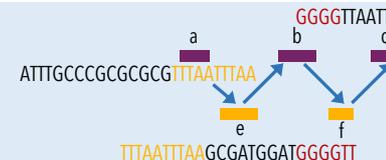
Mittelgroßes Fragment kopieren



Fragmentsammlungen A und B getrennt verwalten in „DNA-Bibliotheken“



Die Basenabfolge eines Fragments aus einer Bibliothek wird bestimmt und damit der überlappende Partner in der zweiten Bibliothek gesucht u. s. w.



Definition der Biotechnologie und Gentechnik nach OECD

Was ist Biotechnologie?

Die Anwendung von Wissenschaft und Technik auf lebende Organismen, Teile von ihnen, ihre Produkte oder Modelle von ihnen zwecks Veränderung von lebender oder nichtlebender Materie zur Erweiterung des Wissensstandes, zur Herstellung von Gütern und zur Bereitstellung von Dienstleistungen.

Was ist Gentechnik?

Ein Teilgebiet der Biotechnologie

Vorteile der Biotechnologie für die Chemieproduktion

Spezifität und Selektivität

Lieferung des gewünschten Endprodukts ohne Weiterverarbeitung aus einer Vorstufe

Stereoselektive Synthese chiraler („händische“) Substanzen (zum Beispiel D- und L-Aminosäuren):

- Keine Racemate
- Keine aufwändigen Trennverfahren
- Keine Verunreinigungen des Endprodukts

Effizienz und Umweltverträglichkeit

- Benötigt werden nur kostengünstige Ausgangsstoffe wie Wasser, Zucker, Salze, Sauerstoff und Kohlendioxid

Biotechnologische Produktionsprozesse finden überwiegend bei Raumtemperatur und Atmosphärendruck statt.
Dadurch...

- kann Energie gespart werden.
- können Kosten gesenkt werden.
- können weniger Nebenprodukte und Abfallstoffe entstehen.

Anwendungsbereiche der Biotechnologie und Beispiele

Medizin

- Diagnostik (z. B. PCR)
- Medikamente (z. B. Insulin)
- Impfstoffe (z. B. Hepatitis-Impfstoff)
- Materialien für Geweberekonstruktion (z. B. biochemische Schichten)

Landwirtschaft

- Futterzusatzmittel (z. B. Phytase)
- Nachwachsende Rohstoffe (z. B. Stärke)
- Nahrungsmittel

Lebensmittel

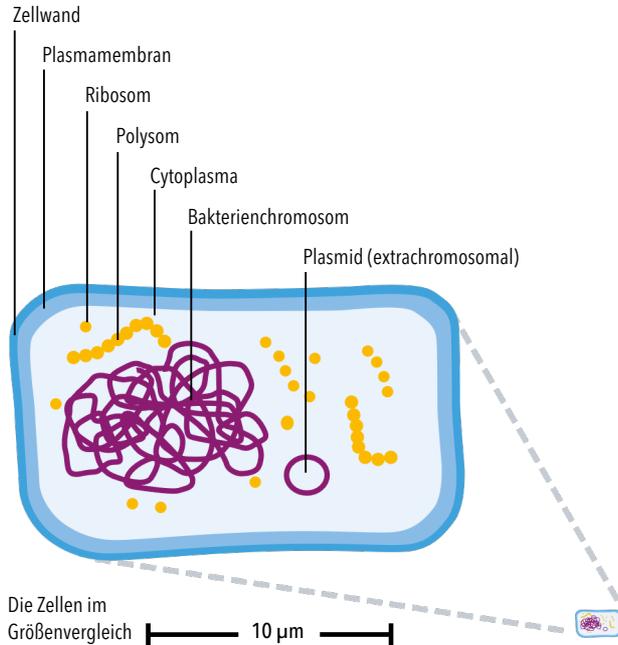
- Vitamine (z. B. Vitamin C)
- Enzyme (z. B. Pektinasen)
- Aromen (z. B. Vanillin)

Haushalt

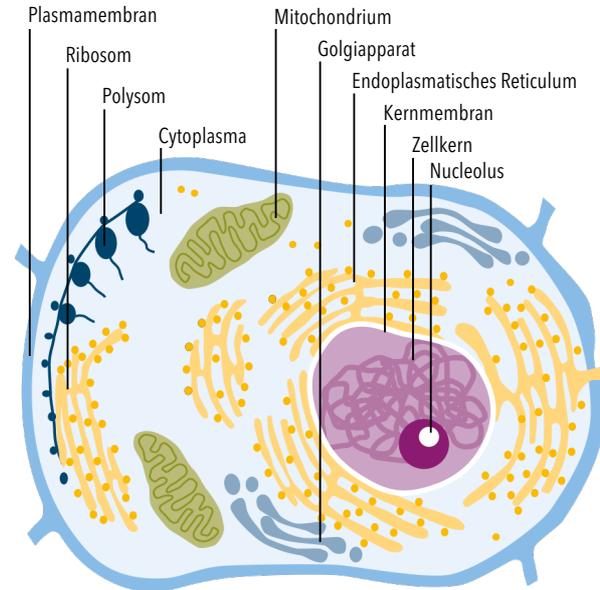
- Wasch- und Reinigungsmittel (z. B. Proteasen)
- Textilien (z. B. Cellulasen)
- Geruchsstoppersprays (z. B. Cyclodextrine)

Vergleich Prokaryoten / Eukaryoten (hier Beispiel tierische Zelle)

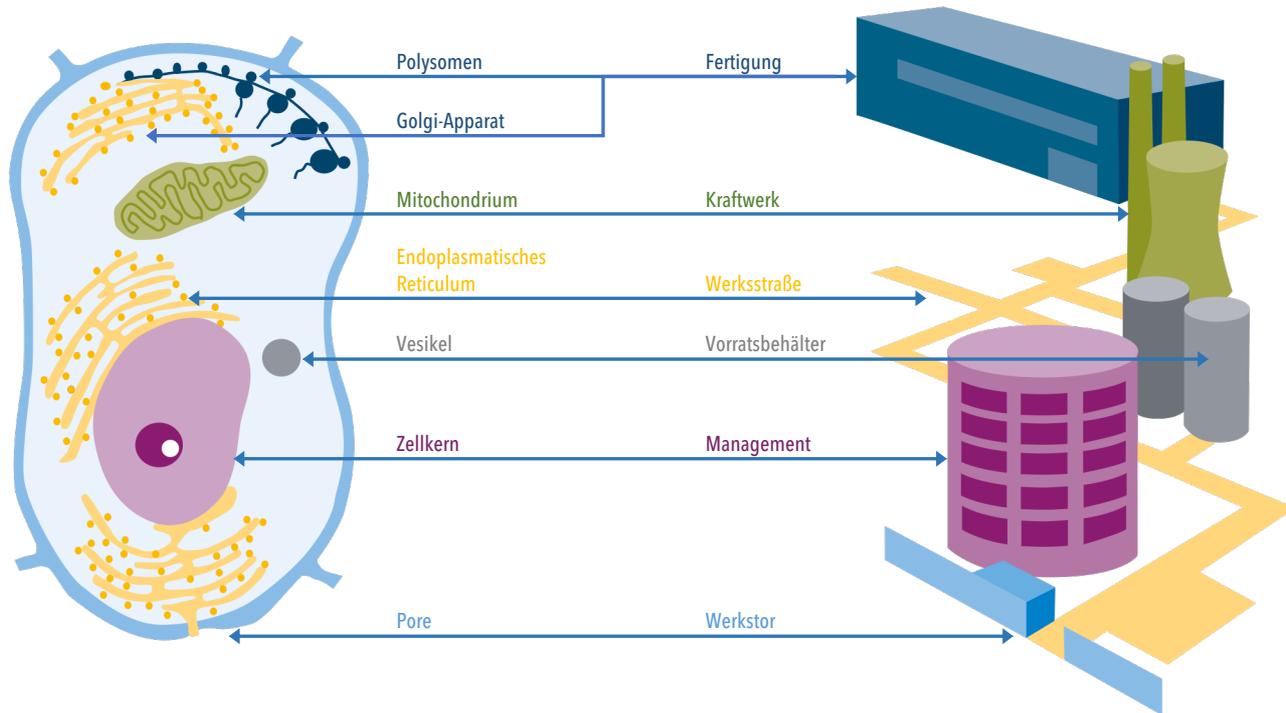
Bakterienzelle



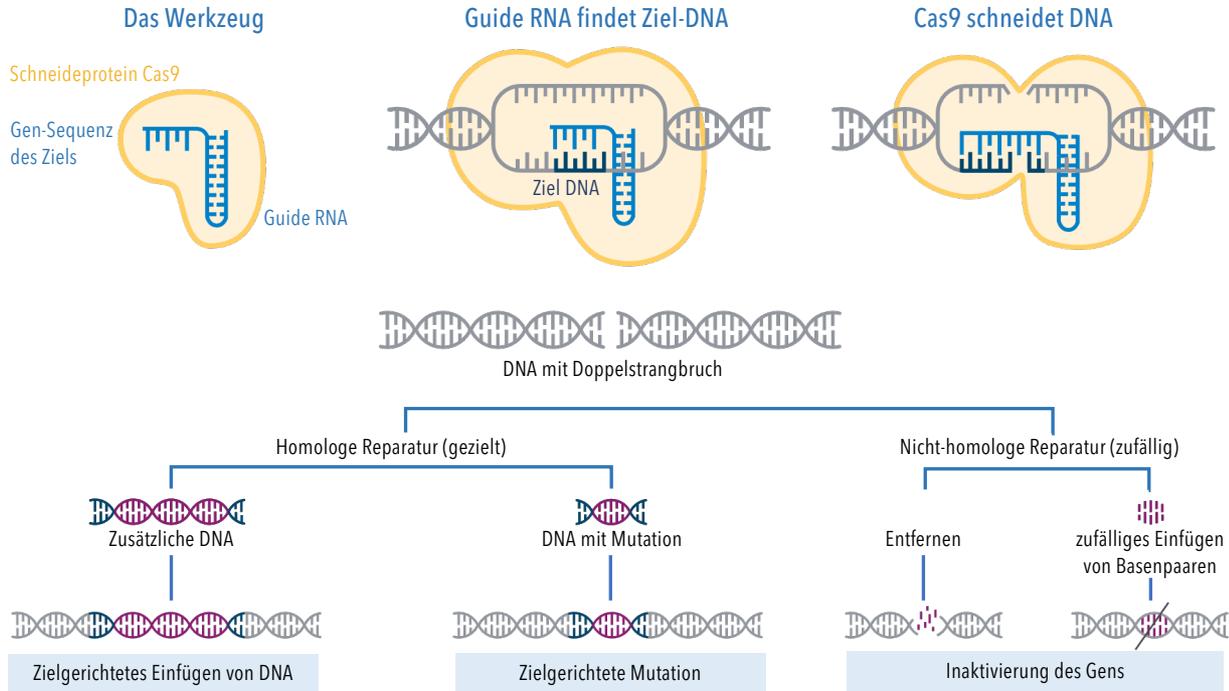
Tierzelle



Biofabrik Zelle

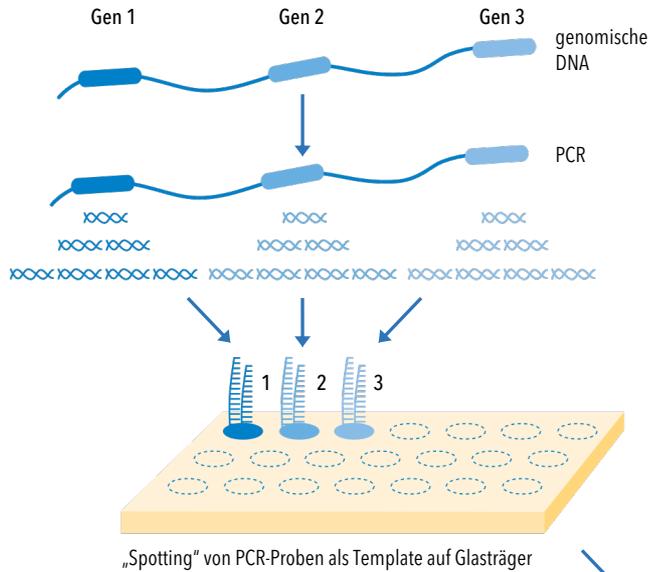


Die "Genschere" CRISPR/Cas9



Die Microarray-Technik (1 - Vorbereitung)

Vorbereitung des DNA-Chips



Vorbereitung der Proben

Probe A: Zellen vom kranken Menschen



mRNA
Probe A

cDNA
Probe A

Probe B: Zellen vom gesunden Menschen



RNA-Isolierung

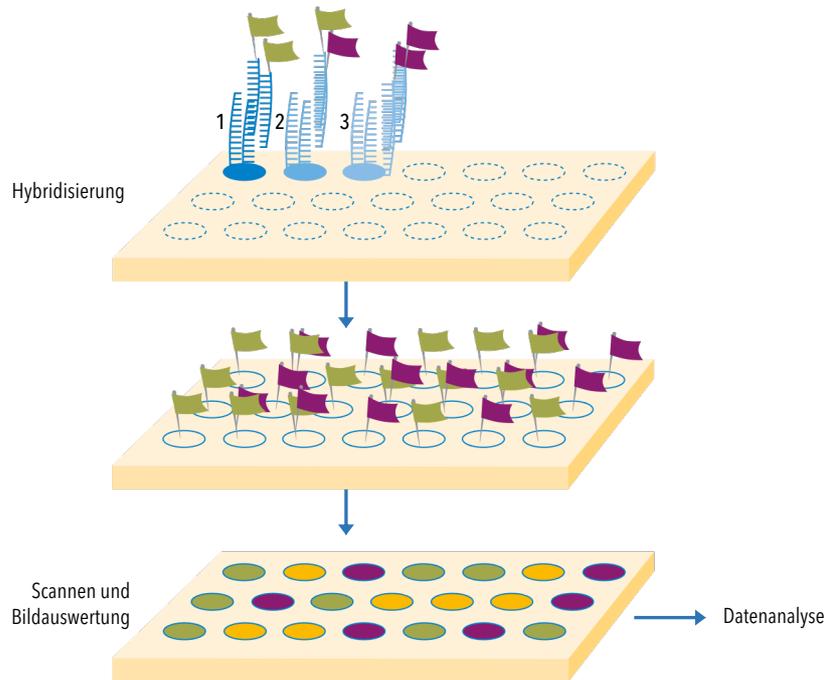
mRNA
Probe B

Reverse
Transkription
und Markierung mit
Fluoreszenzfarbstoffen

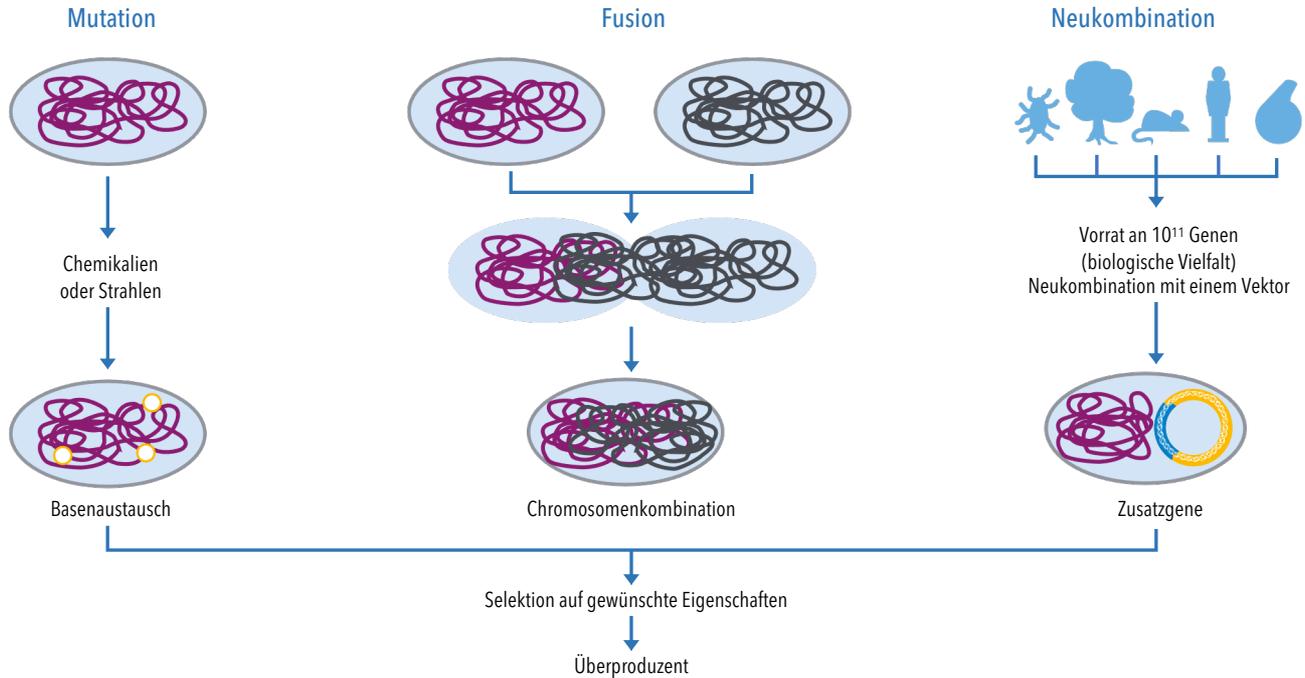
cDNA
Probe B

Analyse

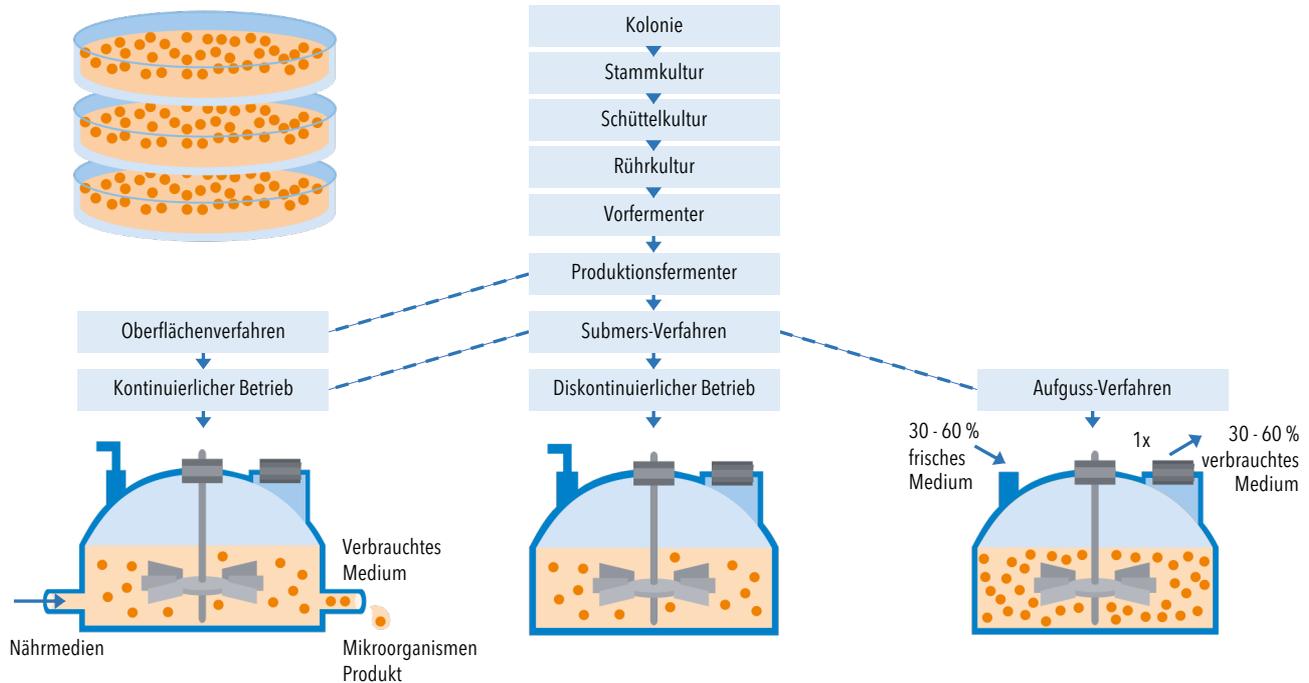
Die Microarray-Technik (2 - Analyse)



Möglichkeiten der Veränderung genetischer Information (DNA)

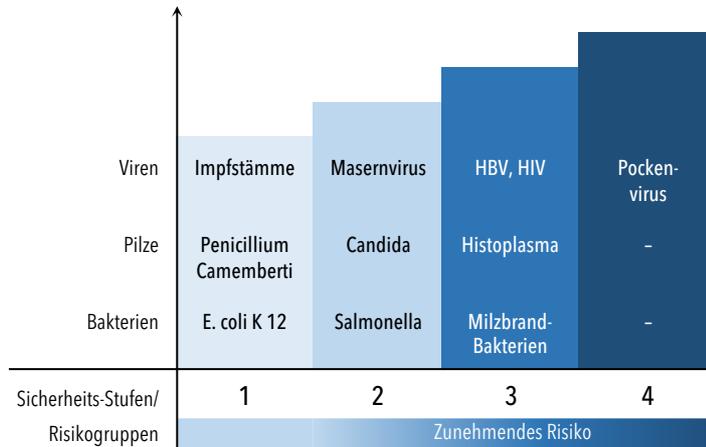


Fermentationsverfahren in der Übersicht



Sicherheitsstufen für gentechnische Arbeiten

Risikogruppen (WHO)



Sicherheitsstufen

Sicherheitsstufe

Beschreibung

Gentechnische Arbeiten, bei denen nach dem Stand der Wissenschaft

S1

nicht von einem Risiko

S2

von einem geringen Risiko

S3

von einem mäßigen Risiko

S4

von einem hohen Risiko
(oder begründeten Verdacht
eines hohen Risikos)

für Mensch und Umwelt
auszugehen ist

Niedermolekulare Produkte der Biotechnologie (Beispiele)

Stoffgruppe

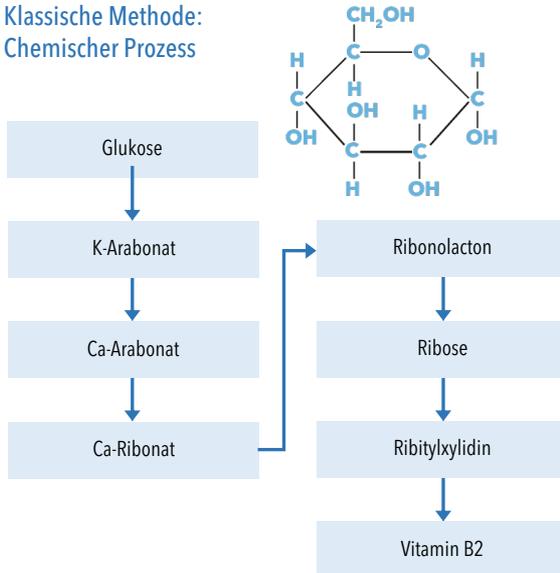
Chemikalie

Vitamine	Vitamin B ₁₂ (Cyanocobalamin)
	Vitamin C (Ascorbinsäure)
Aminosäuren	L-Glutaminsäure
	L-Lysin
Carbonsäuren	Zitronensäure
	Milchsäure
	Gluconsäure
Alkohole	Bioethanol

Quelle: DECHEMA e.V.

Die Verfahren der Vitamin B2-Synthese

Klassische Methode: Chemischer Prozess

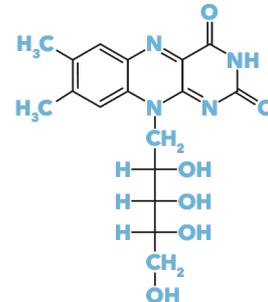


Moderne Methode: Biotechnologischer Prozess



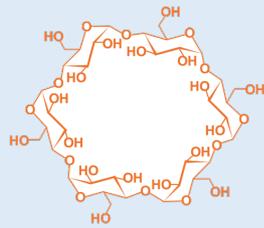
Vorteile

- Deutlich gesteigerte Produktionsmenge
- 40 % weniger Produktionskosten
- 30 % weniger CO₂-Ausstoß
- 60 % weniger Rohstoffverbrauch
- 95 % weniger Abfallprodukte

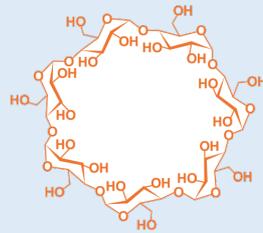


Arten und Strukturen der Cyclodextrine

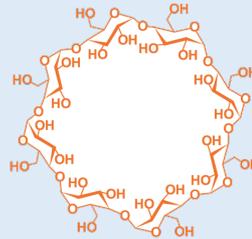
Arten von Cyclodextrinen



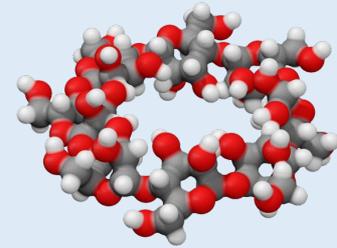
α -Cyclodextrin



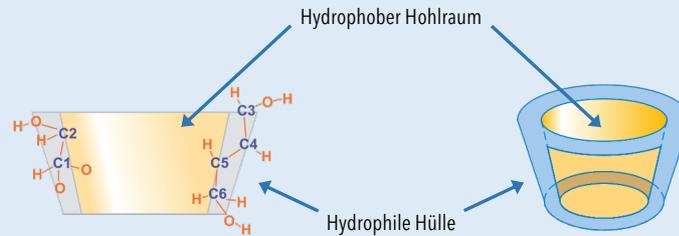
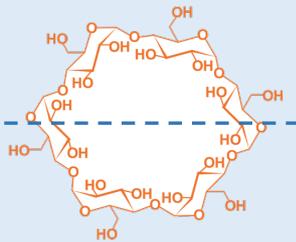
β -Cyclodextrin



γ -Cyclodextrin

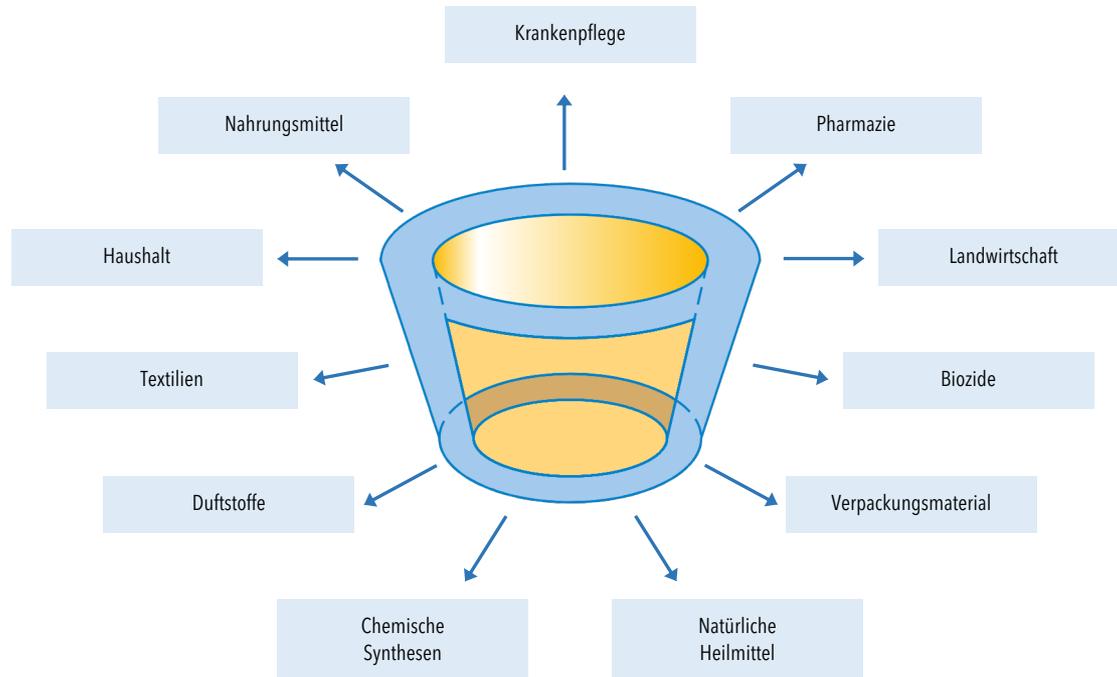


Schematische Darstellung des molekularen Aufbaus der Cyclodextrine



- Hydrophob:
C-H und C-O zeigen nach innen
- Hydrophil:
O-H zeigt nach außen

Anwendungen von Cyclodextrinen



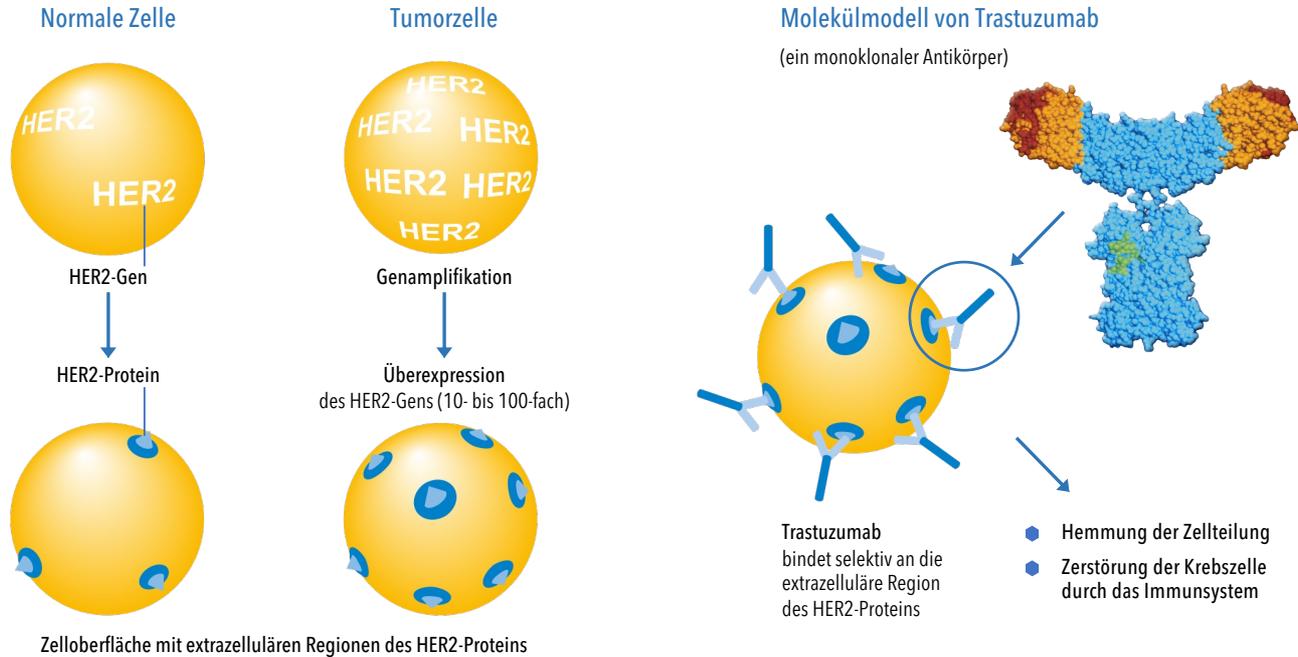
Biotechnologisch hergestellte Enzyme (Beispiele)

Enzym	Wirkung	Anwendung
β -Galactosidase	Wandelt den Zucker Lactose in Lactulose um	Zuckerspezialitäten für den Pharma-, Lebensmittel- und Tierfuttersektor
Aminopeptidasen	Spalten einzelne Aminosäuren von bestimmten Proteinen ab	Änderung des Aromaprofils von Käse, Fleisch und Gewürzen
Cellulasen	Spalten das pflanzliche Polysaccharid Zellulose	Getränke- und Spirituosenherstellung (z. B. Herauslösen von Gerbsäure aus Traubenschalen)
Glucose-Isomerase	Wandelt Traubenzucker (Glukose) in Fruchtzucker (Fruktose) um	Herstellung von Fruktosesirup als Süßmittel für Limonade und Colagetränke
Hexoseoxydase (HOX)	Wandelt eine Vielzahl von Zuckern (z. B. D-Glukose, D-Galaktose, Maltose, Laktose) in Laktone und Wasserstoffperoxid um	z. B. Backindustrie (Steigerung der Teigstabilität, Volumenvergrößerung bei Brot)
Laccase	Wandelt Phenole in Chinone und Wasser um, wobei Sauerstoff verbraucht wird	z. B. in Produkten zur Atemerfrischung (Pfefferminz, Kaugummi): die gebildeten Chinone reagieren in der Mundhöhle mit geruchsbildenden Schwefelverbindungen und neutralisieren diese
Pektinesterasen	Spalten eine bestimmte Bindung in der pflanzlichen Gerüstsubstanz Pektin	z. B. in der Saftherstellung zur Entfernung von Trübstoffen oder Erhöhung der Saftausbeute

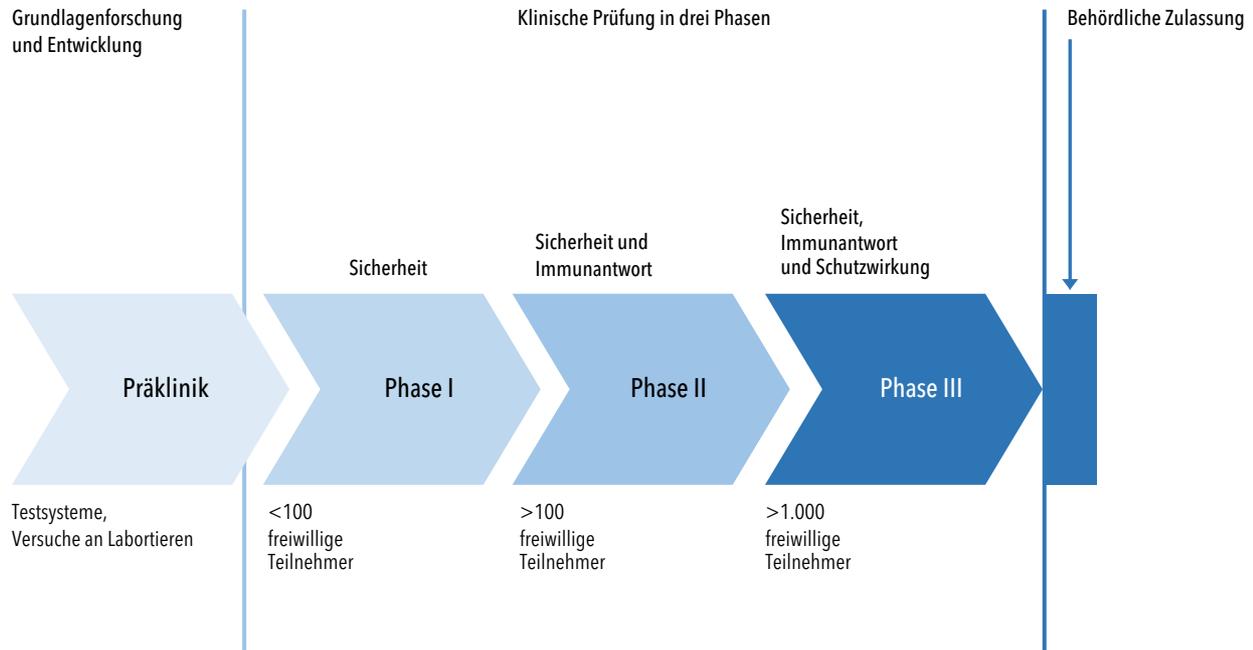
Vorteile rekombinanter Medikamente



Struktur und Wirkung von Trastuzumab



Phasen der Impfstoffentwicklung

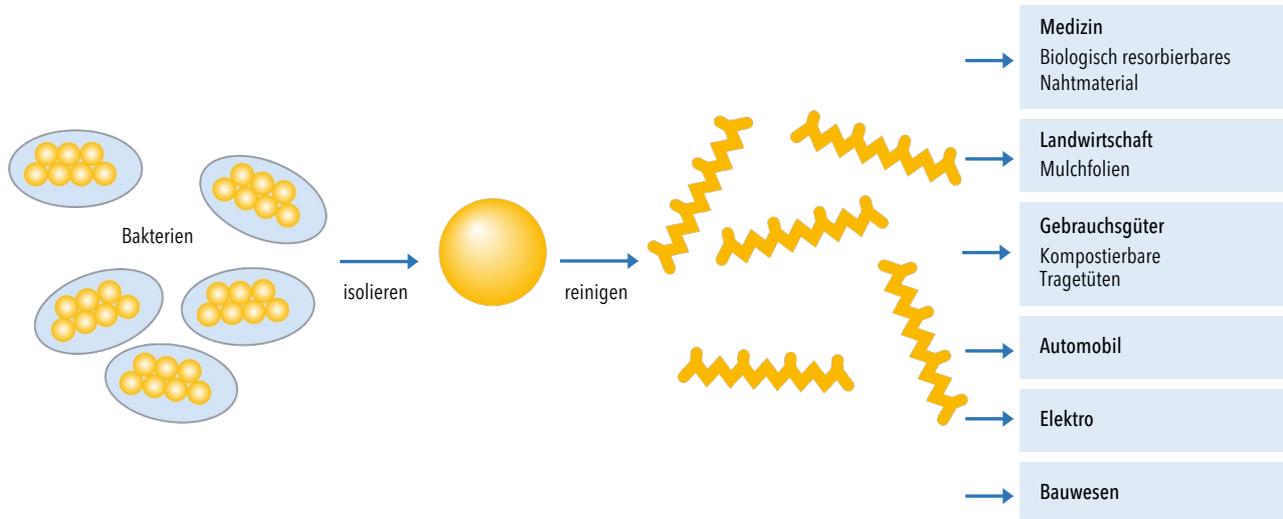


Anwendungen mikrobieller Polymere

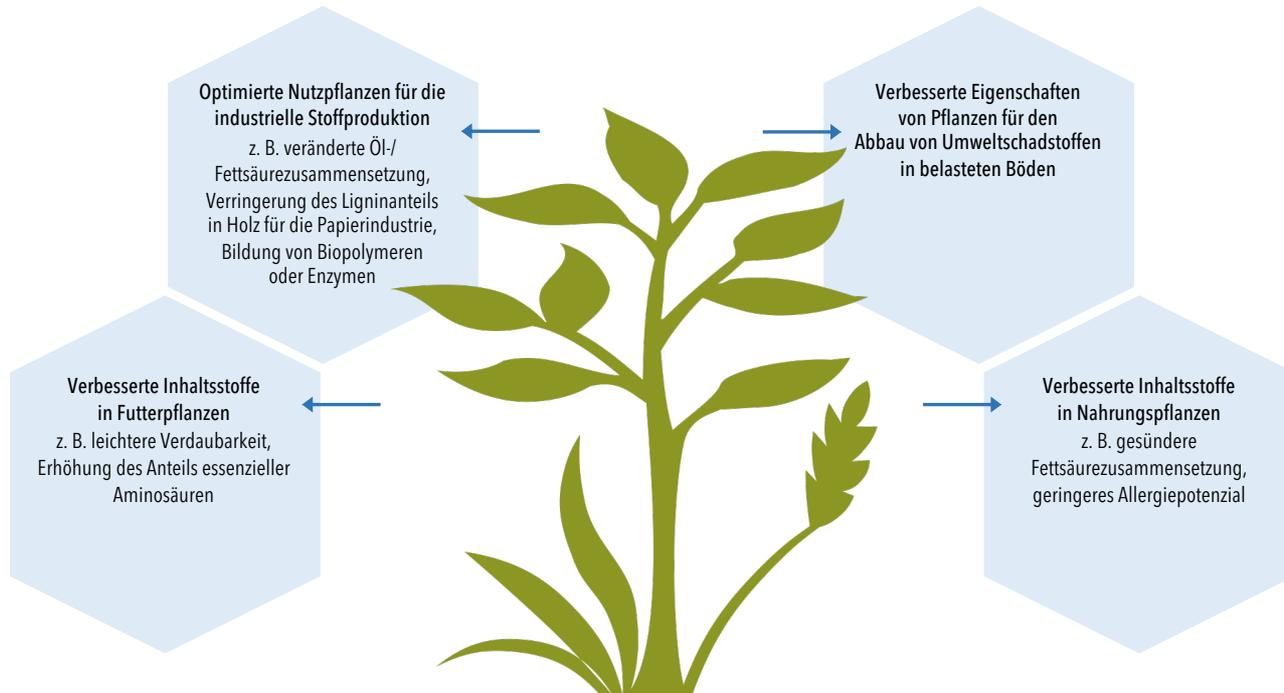
Polymeranreicherung
 in Form von Körnchen (Granula)

Polymer-Granula

Polymer-Moleküle



Einsatzmöglichkeiten der Pflanzenbiotechnologie



Anwendungen der marinen Biotechnologie

