

Gentechnik

Teil 1 - Eine kurze Geschichte der Gentechnik

Diese Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit!



Geschichte der Gentechnik bis 1983

1966: Entschlüsselung des genetischen Codes.

1970: Entdeckung der Restriktionsenzyme in Bakterien.

1971: Manipulation eines Viren-Genoms mit Restriktionsenzymen.

1973: Erstes gentechnisch verändertes Bakterium - **Geburt der "Gentechnik"**

1976: Gründung von "Genentech" - die erste Genfirma.

1978: Insulin-Gen der Ratte wird in Bakterien eingebaut.

1980: Das menschliche Insulin-Gen wird in Bakterien eingebaut.

1982: Erste kommerzielle Synthese von gentechnischem Humaninsulin.

1983: Die Polymerase-Kettenreaktion wird entdeckt.

Das Genom des AIDS-Virus wird vollständig entschlüsselt.

Geschichte der Gentechnik bis 2000

- 1985:** Die erste gentechnisch veränderte Pflanze wird patentiert.
Der erste genetische Fingerabdruck wird erstellt.
- 1987:** Ohne es zu wissen, entdeckt Yoshizumi Ishino (Japan) in *E. coli* eine Gen-Sequenz, die seit 2012 als CRISPR-Sequenz bezeichnet wird.
- 1988:** Das erste Patent für ein gentechnisch verändertes Säugetier.
- 1990:** Beginn des Humangenomprojekts.
- 1991:** Erste Gentherapie am Menschen.
- 1993:** CRISPR-Sequenzen werden auch in anderen Bakterien entdeckt.
- 1994:** Das erste gentechnisch veränderte Nahrungsmittel ist eine Tomate.
- 1997:** Das erste Klonschaf, "Dolly", wird geboren.
- 1998:** Das Genom des ersten Tieres - ein Fadenwurm - wird entschlüsselt.
- 2000:** Das Genom der Fruchtfliege *Drosophila* wird vollständig entschlüsselt.
Das Genom des Menschen ist weitgehend entschlüsselt.

Geschichte der Gentechnik bis 2018

2002: Der Begriff CRISPR für bestimmte DNA-Sequenzen wird eingeführt.

2003: Das menschliche Genom ist vollständig entschlüsselt.

2004: Kennzeichnungspflicht für gentechnisch veränderte Lebensmittel in der EU.

2010: Die EU-Kommission lässt die Gentechnik-Kartoffel **Amflora** zum Anbau zu.

2012: Jennifer Doudna und Emmanuelle Charpentier entwickeln die Grundlagen der CRISPR/Cas9-Technik.

2013: Anbau und Vertrieb von **Amflora** wird gerichtlich verboten.

2014: In Brasilien werden erstmals gentechnisch veränderte Moskitos freigesetzt.

2017: Erzeugung künstlicher menschlicher Embryonen, die einen Gendefekt gehabt hätten, wenn sie natürlich erzeugt worden wären.

2018: Der europäische Gerichtshof entscheidet, dass CRISPR/Cas9-Verfahren der Zulassungspflicht für gentechnische Verfahren unterliegen.

In Australien und Neuseeland wird Golden Rice zum Import erlaubt.

2019: In der EU sind über 60 genmanipulierte Pflanzen zugelassen.

To be continued...

Gentechnik

Teil 2 - Die Gebiete der Gentechnik

Auch diese Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit!



Gebiete der Gentechnik: Grüne Gentechnik

Die "grüne Gentechnik" ist die Gentechnik der Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie.

- Kulturpflanzen werden gentechnisch verändert, so dass sie resistent sind gegen: Schädlinge, Insektizide, Frost, Hitze oder Dürre.
Vorteil: Es werden weniger umweltschädliche Insektizide benötigt.
- Die Grüne Gentechnik ist der **umstrittenste Bereich** der Gentechnik.
- Im Jahre 2009 waren 78% der Deutschen gegen gentechnisch veränderte Lebensmittel.

Gebiete der Gentechnik: Rote Gentechnik

Die "rote Gentechnik" ist die Gentechnik der Medizin.

- **Diagnoseverfahren:** Krankheiten können frühzeitig erkannt werden.
- **Gentherapie:** Erbkrankheiten können durch eingeschleuste gesunde Gene geheilt werden.
- **Regenerationsmedizin:** Ganze Organe sollen mit Hilfe gentechnischer Methoden gezüchtet werden.
- **Medikamente:** Arzneimittel wie *Insulin* werden mit gentechnischen Methoden hergestellt.

Gebiete der Gentechnik: Weiße Gentechnik

Die "weiße Gentechnik" ist die Gentechnik der Industrie.

- Ersatzstoffe für fossile Energieträger:** Aus Biomasse werden Bioethanol, Biogas und andere Ersatzstoffe gewonnen.
- Antibiotika:** Mit Hilfe gentechnischer Methoden werden Antibiotika wie Cephalosporin aus Mikroorganismen gewonnen.
- Nahrungsmittelzusätze:** Vitamine, Aminosäuren etc. werden heute in großen Bioreaktoren hergestellt.
- Enzyme:** Enzyme zum Beispiel für Waschmittel werden heute gentechnisch hergestellt.
- Viele weitere Anwendungen** in der Textilindustrie, in der Herstellung von Kunststoffen und so weiter sind heute möglich.

Gentechnik

Teil 3 - Ein gentechnisches Verfahren

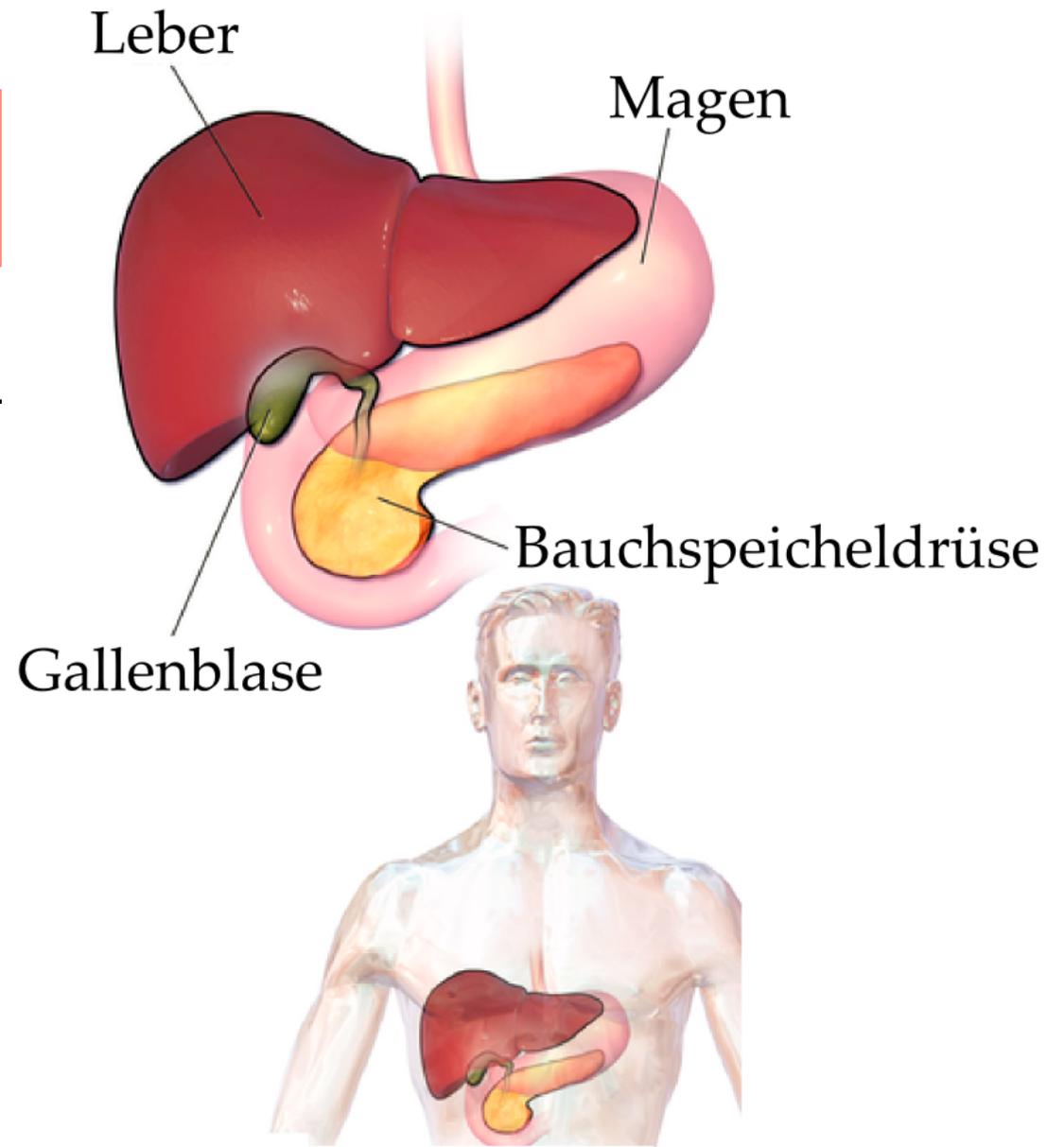
Dieser Teil ist der Hauptteil der Präsentation



Insulin

Funktion des Insulins im menschlichen Körper

Insulin ist ein Hormon, das in der Bauchspeicheldrüse produziert wird.



Blausen.com staff. "Blausen gallery 2014". Wikiversity Journal of Medicine. DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 20018762.

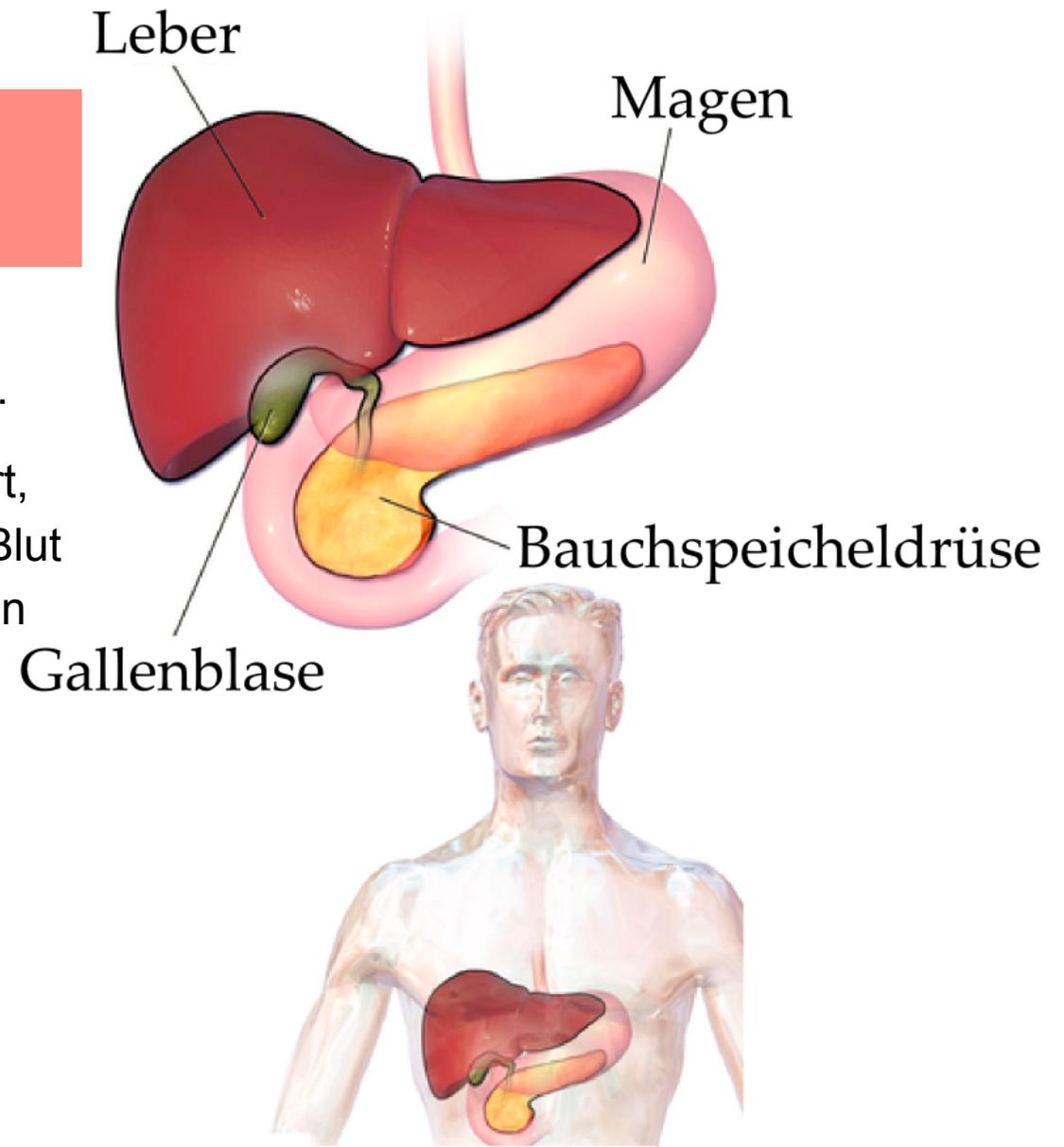
This file is licensed under the [Creative Commons Attribution 3.0 Unported](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/) license.

Insulin

Funktion des Insulins im menschlichen Körper

Insulin ist ein Hormon, das in der Bauchspeicheldrüse produziert wird.

Es wird in den beta-Zellen produziert, wenn die Glucosekonzentration im Blut steigt, zum Beispiel durch Resorption von Kohlenhydraten.



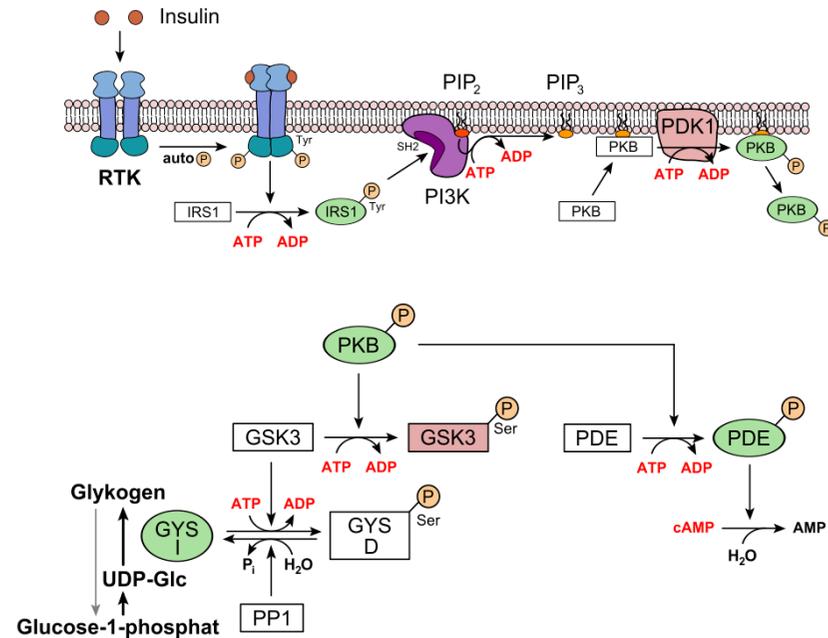
Insulin

Funktion des Insulins im menschlichen Körper

Insulin setzt sich in die Rezeptoren von Glucosetransport-Proteinen in den Membranen von Leber- und Muskelzellen.

Über mehrere Reaktionskaskaden werden durch Insulin

- a) die vorhandenen Glucosetransporter geöffnet, so dass Glucose in das Zellplasma einströmen kann
- b) die Anzahl der Glucosetransporter erhöht.



Insulinrezeptor-Substrat-Kaskade aus der deutschen Wikipedia; nur zur Veranschaulichung, wie komplex die ganze Sache ist.

Insulin

Funktion des Insulins im menschlichen Körper

Ohne Insulin gelangt die Glucose nicht in die Zellen und verbleibt im Blut: Der Blutzuckerspiegel steigt an.

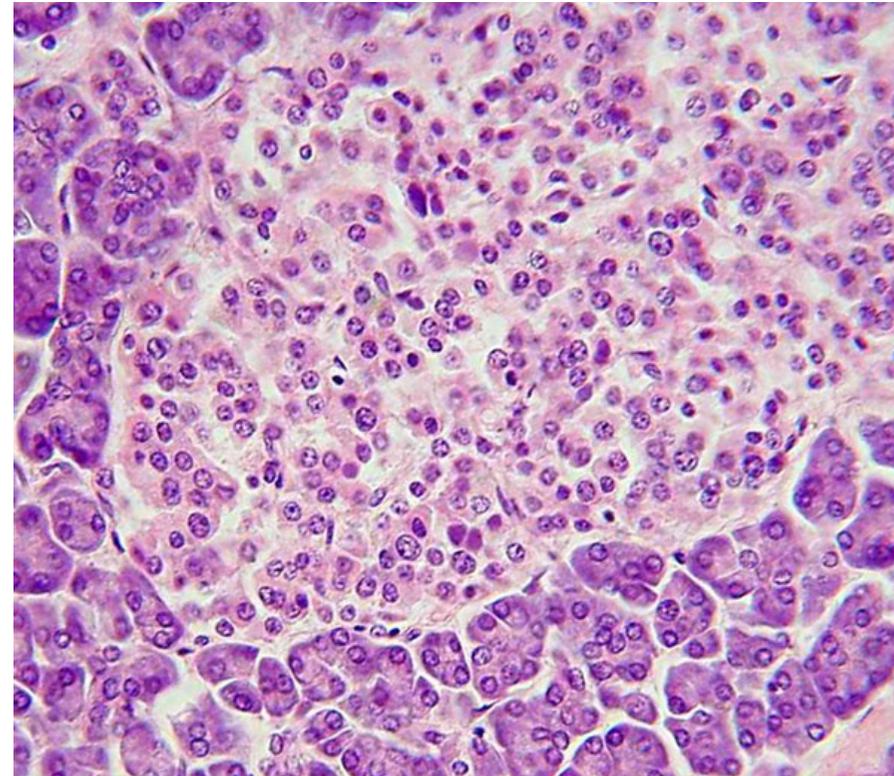
Zwei Formen der "Zuckerkrankheit" bzw. **Diabetes**:

- Es wird nicht genug Insulin hergestellt (Diabetes Typ 1)
- Es wird zwar genug Insulin hergestellt, das Insulin kann aber nicht die Glucose-Transporter beeinflussen (Diabetes Typ 2)

Diabetes Typ 1

Es wird kein Insulin mehr hergestellt

- Autoimmunerkrankung
- Das Immunsystem zerstört die beta-Zellen der Bauchspeicheldrüse, die Insulin produzieren.
- Es wird kein / kaum noch Insulin hergestellt.



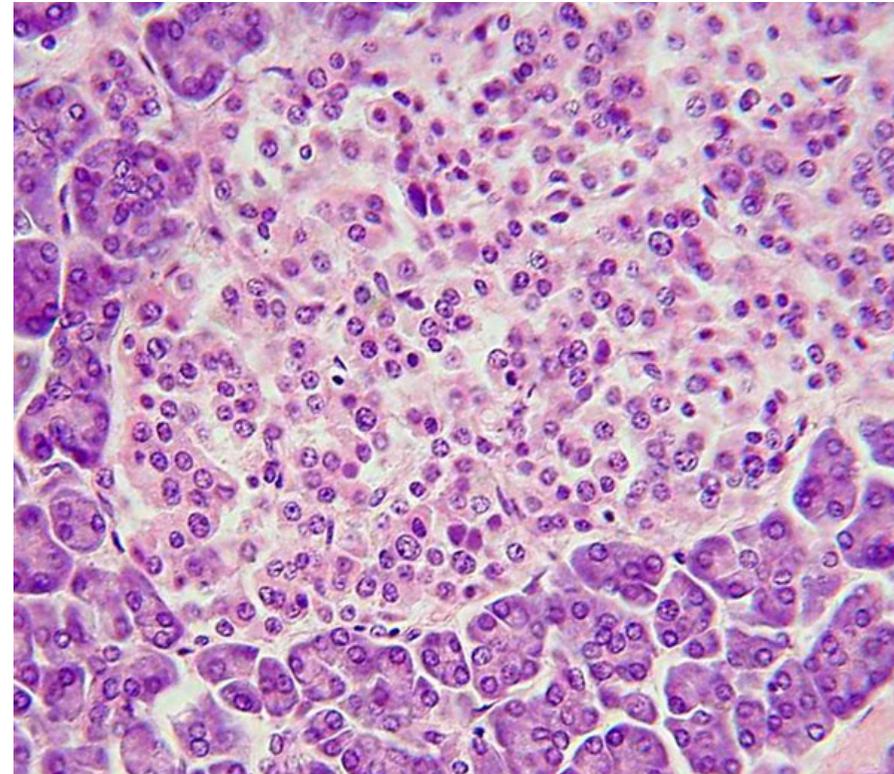
Angefärbter Ausschnitt aus der Bauchspeicheldrüse mit beta-Zellen.

Quelle: Deutsche Wikipedia. This file is licensed under the [Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported](#) license.

Diabetes Typ 1

Es wird kein Insulin mehr hergestellt

- Autoimmunerkrankung
- Das Immunsystem zerstört die beta-Zellen der Bauchspeicheldrüse, die Insulin produzieren.
- Es wird kein / kaum noch Insulin hergestellt.
- Folgen: Glucose-Überschuss im Blut und Glucose-Mangel in den Zellen



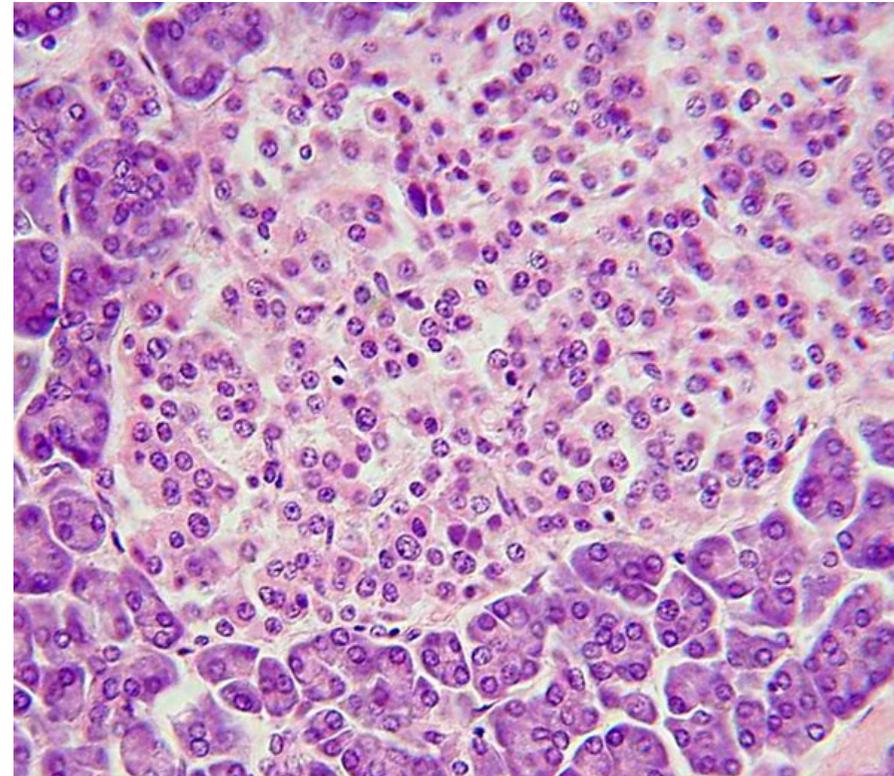
Angefärbter Ausschnitt aus der Bauchspeicheldrüse mit beta-Zellen.

Quelle: Deutsche Wikipedia. This file is licensed under the [Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported](#) license.

Diabetes Typ 1

Es wird kein Insulin mehr hergestellt

- Autoimmunerkrankung
- Das Immunsystem zerstört die beta-Zellen der Bauchspeicheldrüse, die Insulin produzieren.
- Es wird kein / kaum noch Insulin hergestellt.
- Folgen: Glucose-Überschuss im Blut und Glucose-Mangel in den Zellen
- Nährstoffe sind aber für das Überleben wichtig. Daher wird der Fettabbau aktiviert.



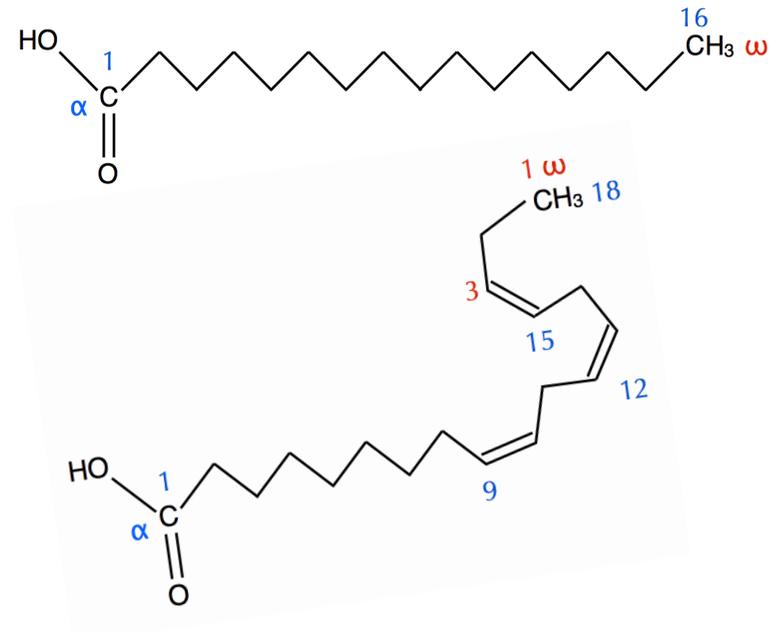
Angefärbter Ausschnitt aus der Bauchspeicheldrüse mit beta-Zellen.

Quelle: Deutsche Wikipedia. This file is licensed under the [Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported](#) license.

Diabetes Typ 1

Es wird kein Insulin mehr hergestellt

- Überschwemmung des Blutes mit freien Fettsäuren
- Übersäuerung des Blutes durch den Abbau dieser Fettsäuren
- Gewichtsabnahme



Zwei verschiedene Fettsäuren

Quelle: Eigene Zeichnung (U. Helmich)

Diabetes Typ 2

Das Insulin hat keine Wirkung mehr

- Ursachen teils noch unklar
- Es werden **genetische Ursachen** diskutiert, offensichtlich sind mehrere Gene für die **Insulinresistenz** verantwortlich.

Diabetes Typ 2

Das Insulin hat keine Wirkung mehr

- Ursachen teils noch unklar
- Es werden **genetische Ursachen** diskutiert, offensichtlich sind mehrere Gene für die **Insulinresistenz** verantwortlich.
- Es wird **Übergewicht** als Ursache diskutiert. Im Fettgewebe übergewichtiger Personen wird der Botenstoff **RBP-4** übermäßig produziert, der dazu führt, dass Muskel- und Leberzellen kaum noch auf Insulin reagieren (Insulinresistenz).

Diabetes Typ 2

Das Insulin hat keine Wirkung mehr

- Ursachen teils noch unklar
- Es werden **genetische Ursachen** diskutiert, offensichtlich sind mehrere Gene für die **Insulinresistenz** verantwortlich.
- Es wird **Übergewicht** als Ursache diskutiert. Im Fettgewebe übergewichtiger Personen wird der Botenstoff **RBP-4** übermäßig produziert, der dazu führt, dass Muskel- und Leberzellen kaum noch auf Insulin reagieren (Insulinresistenz).
- Die Folgen sind ähnlich wie bei Typ 1 - Diabetes.
- Früher trat Diabetes Typ 2 erst im Alter auf: "Altersdiabetes"
- Heute haben auch immer mehr Jugendliche Typ 2 - Diabetes - wahrscheinlich wegen der veränderten Ernährungsgewohnheiten (Übergewicht).
- Behandlung durch Tabletten (in leichten Fällen) oder **Spritzen von Insulin**.

Insulinherstellung früher und heute

Früher wurde Insulin aus Bauchspeicheldrüsen geschlachteter Schweine und Rinder gewonnen.

Heute wird Insulin gentechnisch hergestellt (rote Gentechnik)

Insulinherstellung früher und heute

Früher wurde Insulin aus Bauchspeicheldrüsen geschlachteter Schweine und Rinder gewonnen.

Heute wird Insulin gentechnisch hergestellt (rote Gentechnik)

Vorteile der gentechnischen Insulinherstellung:

Insulinherstellung früher und heute

Früher wurde Insulin aus Bauchspeicheldrüsen geschlachteter Schweine und Rinder gewonnen.

Heute wird Insulin gentechnisch hergestellt (rote Gentechnik)

Vorteile der gentechnischen Insulinherstellung:

- Die Gewinnung des Insulins ist **einfacher** und **preiswerter**.
In gleicher Zeit können größere Mengen gewonnen werden.



Insulinherstellung früher und heute

Früher wurde Insulin aus Bauchspeicheldrüsen geschlachteter Schweine und Rinder gewonnen.

Heute wird Insulin gentechnisch hergestellt (rote Gentechnik)

Vorteile der gentechnischen Insulinherstellung:

- Die Gewinnung des Insulins ist **einfacher** und **preiswerter**. In gleicher Zeit können größere Mengen gewonnen werden.
- **Keine Antikörperbildung** gegen das Hormon, **keine allergischen Reaktionen**.
-
-

Insulinherstellung früher und heute

Früher wurde Insulin aus Bauchspeicheldrüsen geschlachteter Schweine und Rinder gewonnen.

Heute wird Insulin gentechnisch hergestellt (rote Gentechnik)

Vorteile der gentechnischen Insulinherstellung:

- Die Gewinnung des Insulins ist **einfacher** und **preiswerter**. In gleicher Zeit können größere Mengen gewonnen werden.
- **Keine Antikörperbildung** gegen das Hormon, **keine allergischen Reaktionen**.
- Sehr geringe Gefahr der **Übertragung von Infektionskrankheiten**.
-

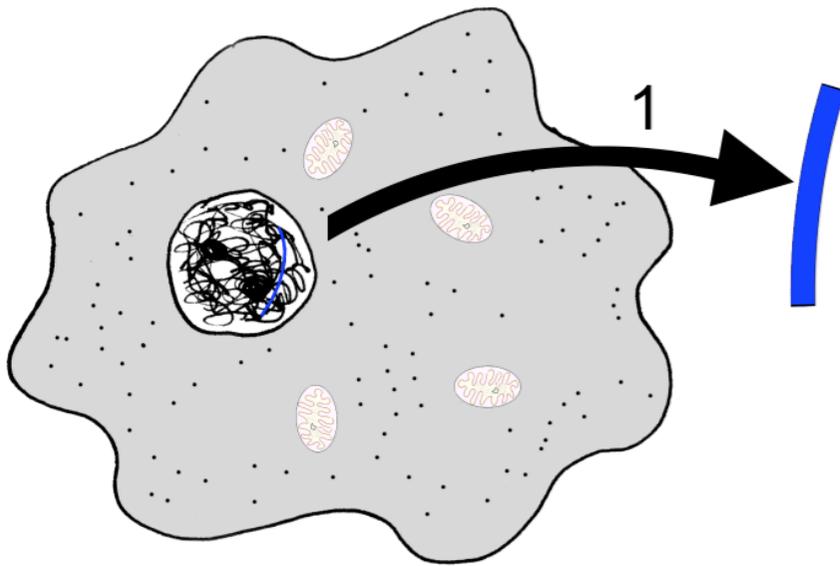
Insulinherstellung früher und heute

Früher wurde Insulin aus Bauchspeicheldrüsen geschlachteter Schweine und Rinder gewonnen.

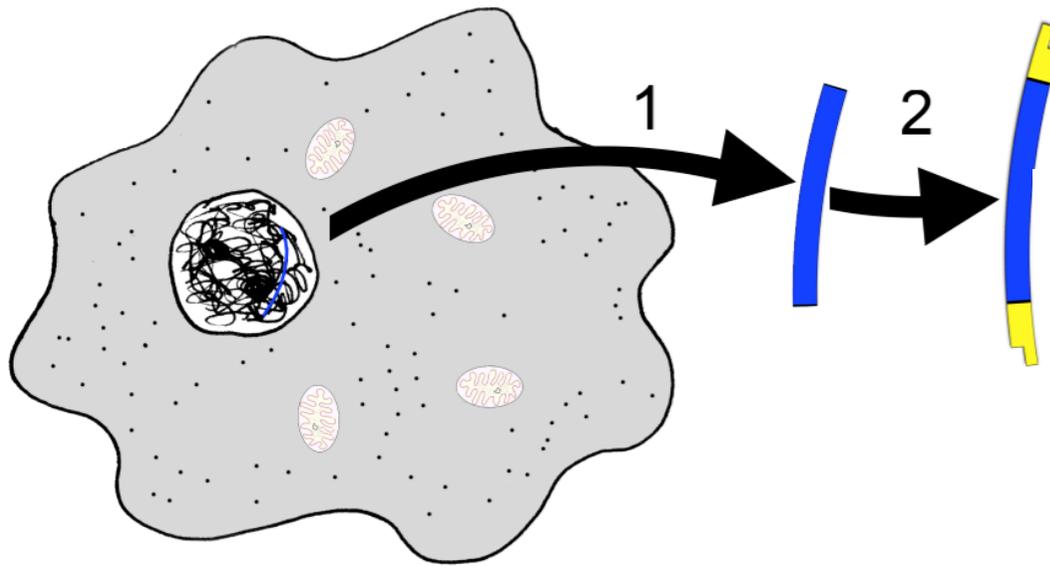
Heute wird Insulin gentechnisch hergestellt (rote Gentechnik)

Vorteile der gentechnischen Insulinherstellung:

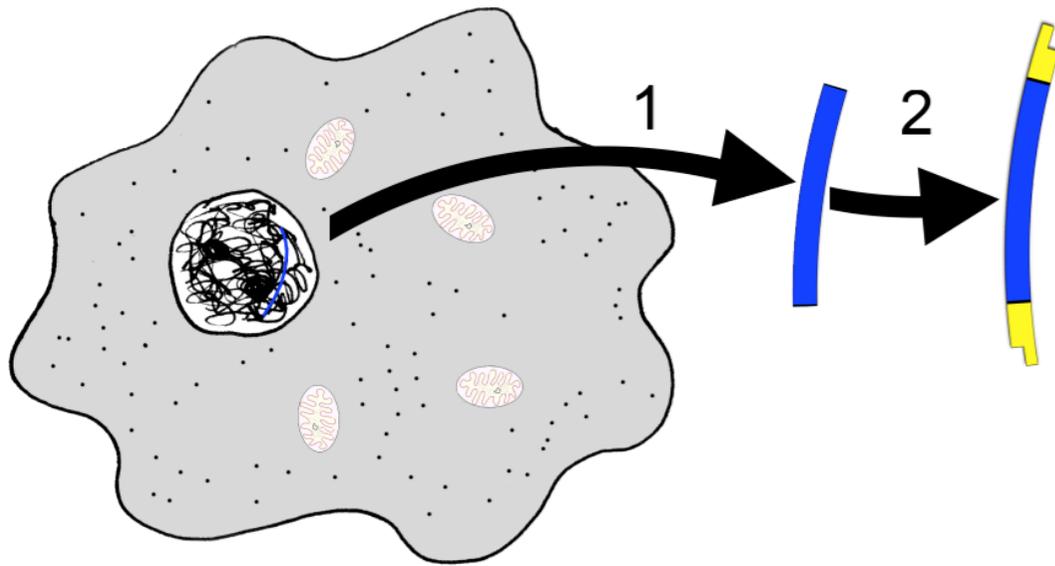
- Die Gewinnung des Insulins ist **einfacher** und **preiswerter**. In gleicher Zeit können größere Mengen gewonnen werden.
- **Keine Antikörperbildung** gegen das Hormon, **keine allergischen Reaktionen**.
- Sehr geringe Gefahr der **Übertragung von Infektionskrankheiten**.
- **Höhere Wirksamkeit**, da menschliches Insulin hergestellt wird und keine Schweine- oder Rinderinsulin (Schlüssel-Schloss-Prinzip zu 100% erfüllt).



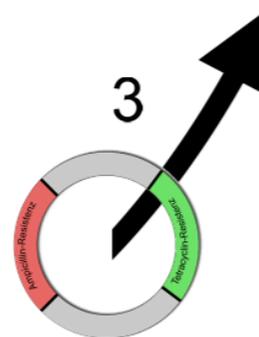
1. Isolierung der Insulin-DNA.

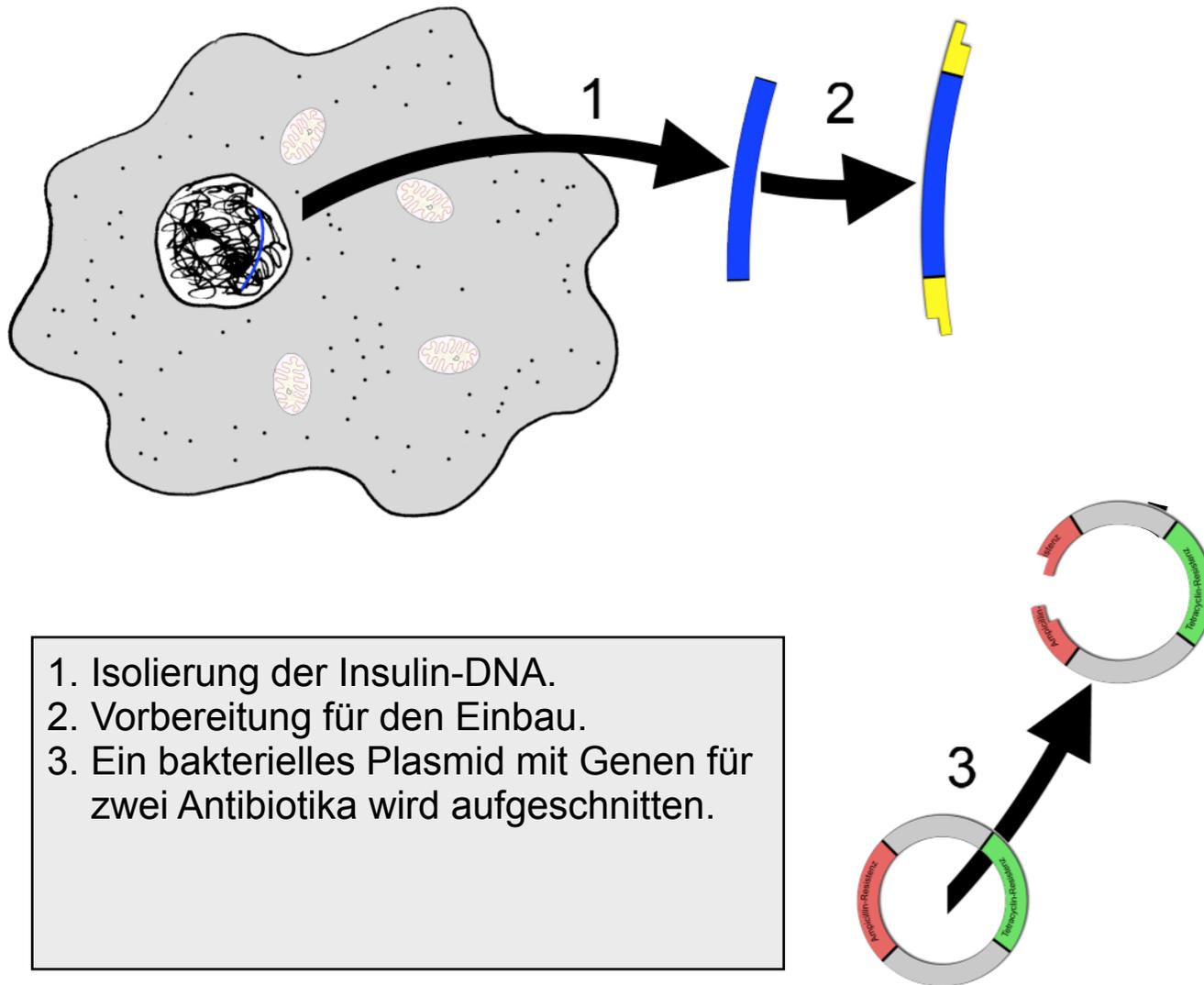


1. Isolierung der Insulin-DNA.
2. Vorbereitung für den Einbau.

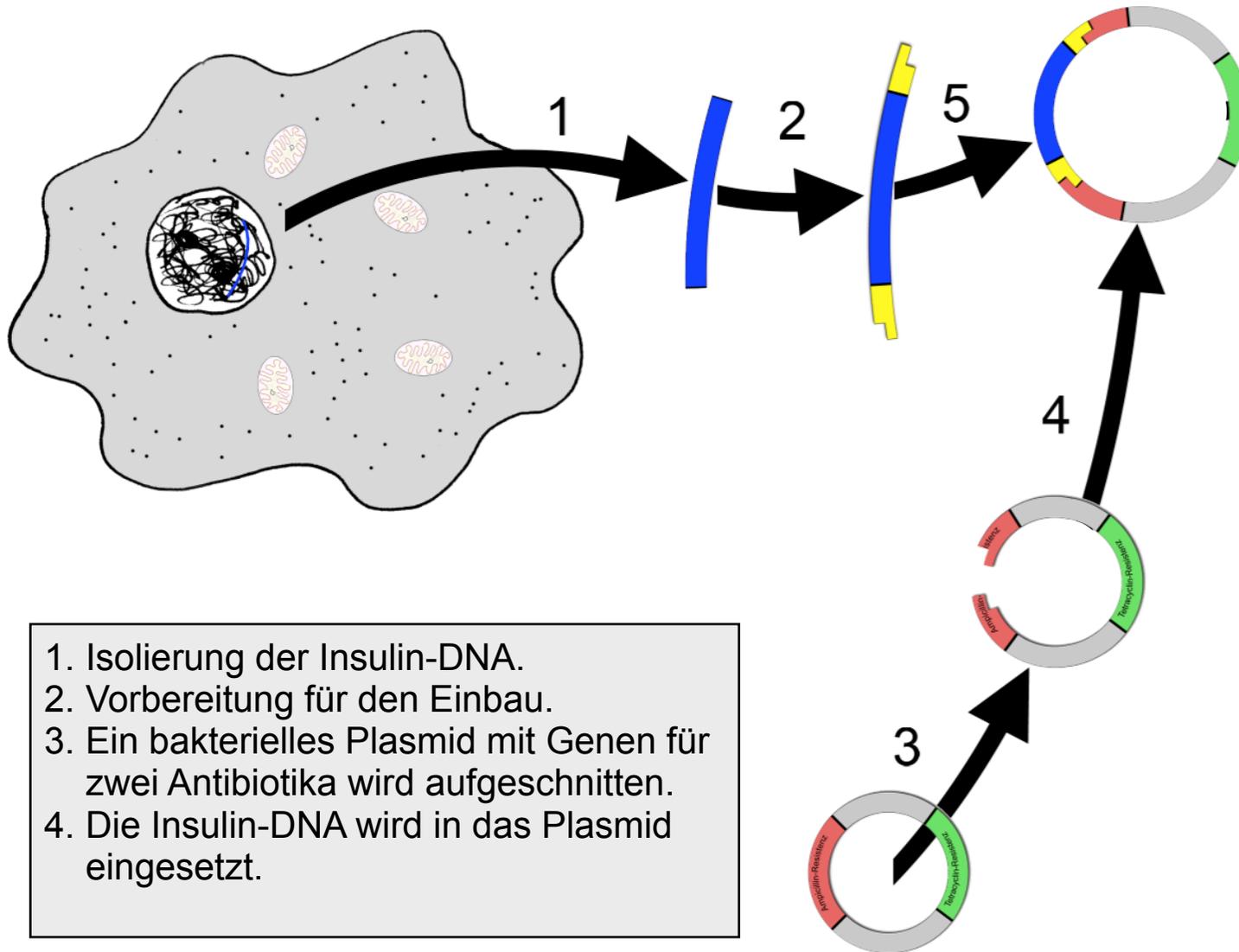


1. Isolierung der Insulin-DNA.
2. Vorbereitung für den Einbau.
3. Ein bakterielles Plasmid mit Genen für zwei Antibiotika.

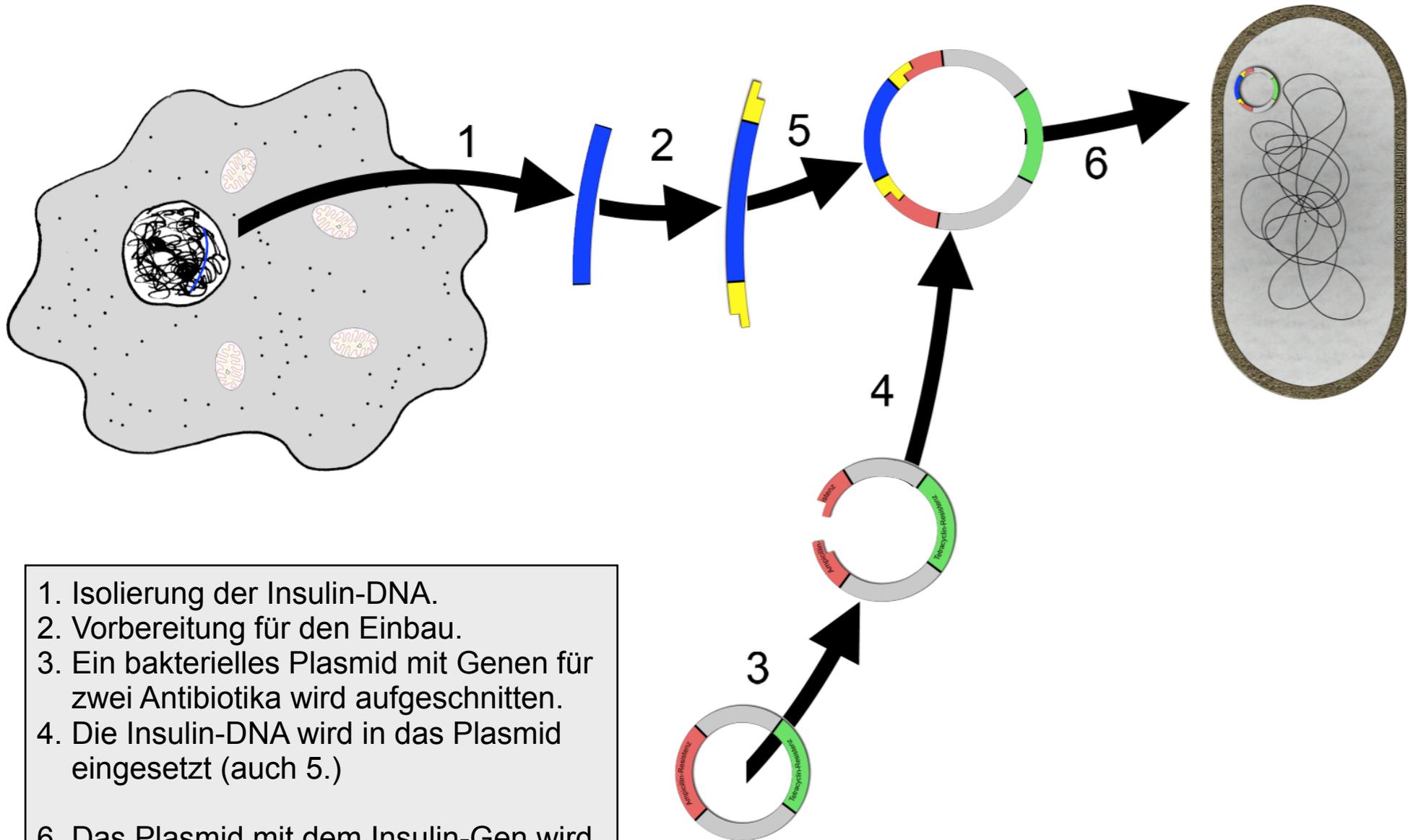




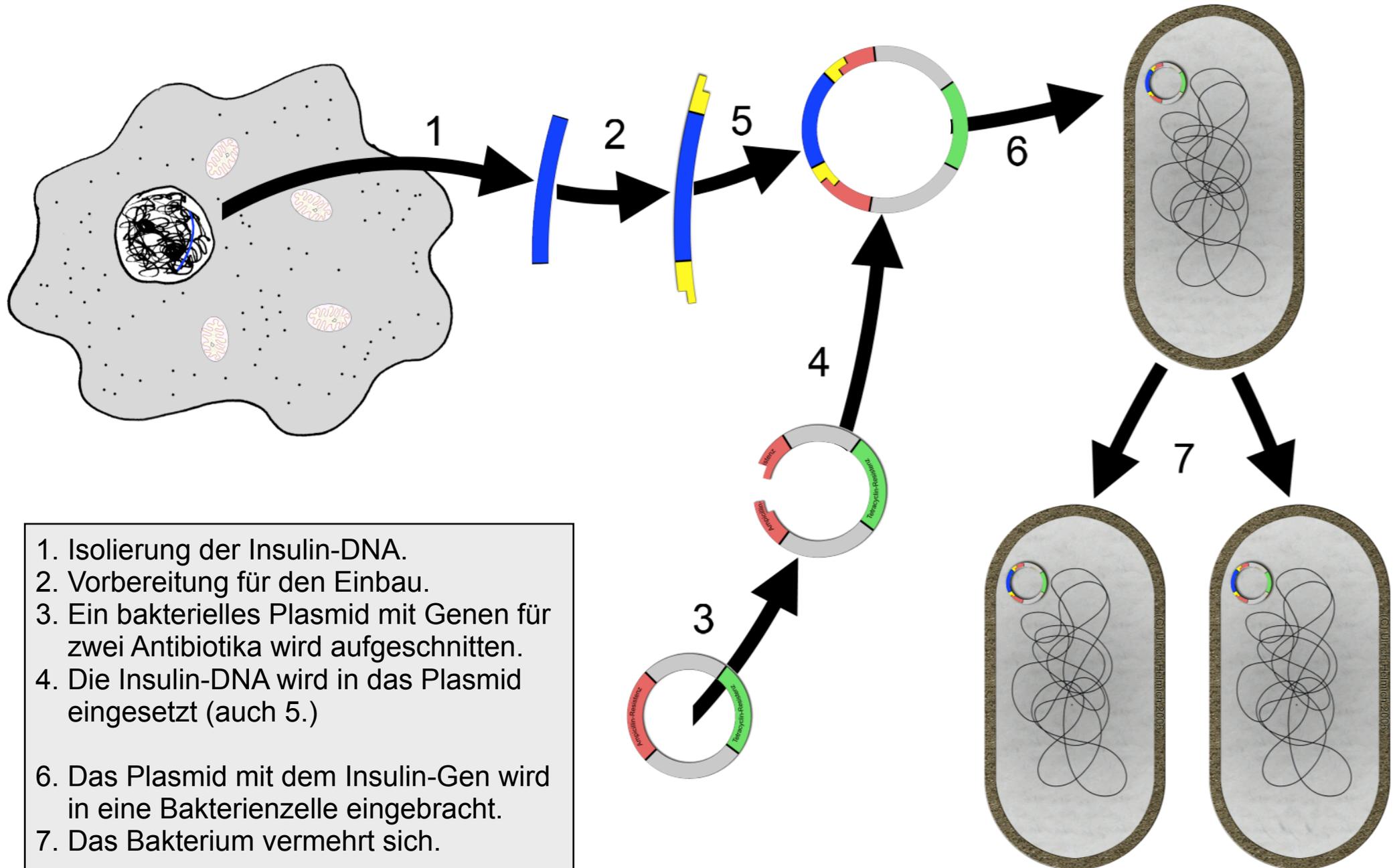
1. Isolierung der Insulin-DNA.
 2. Vorbereitung für den Einbau.
 3. Ein bakterielles Plasmid mit Genen für zwei Antibiotika wird aufgeschnitten.



1. Isolierung der Insulin-DNA.
2. Vorbereitung für den Einbau.
3. Ein bakterielles Plasmid mit Genen für zwei Antibiotika wird aufgeschnitten.
4. Die Insulin-DNA wird in das Plasmid eingesetzt.



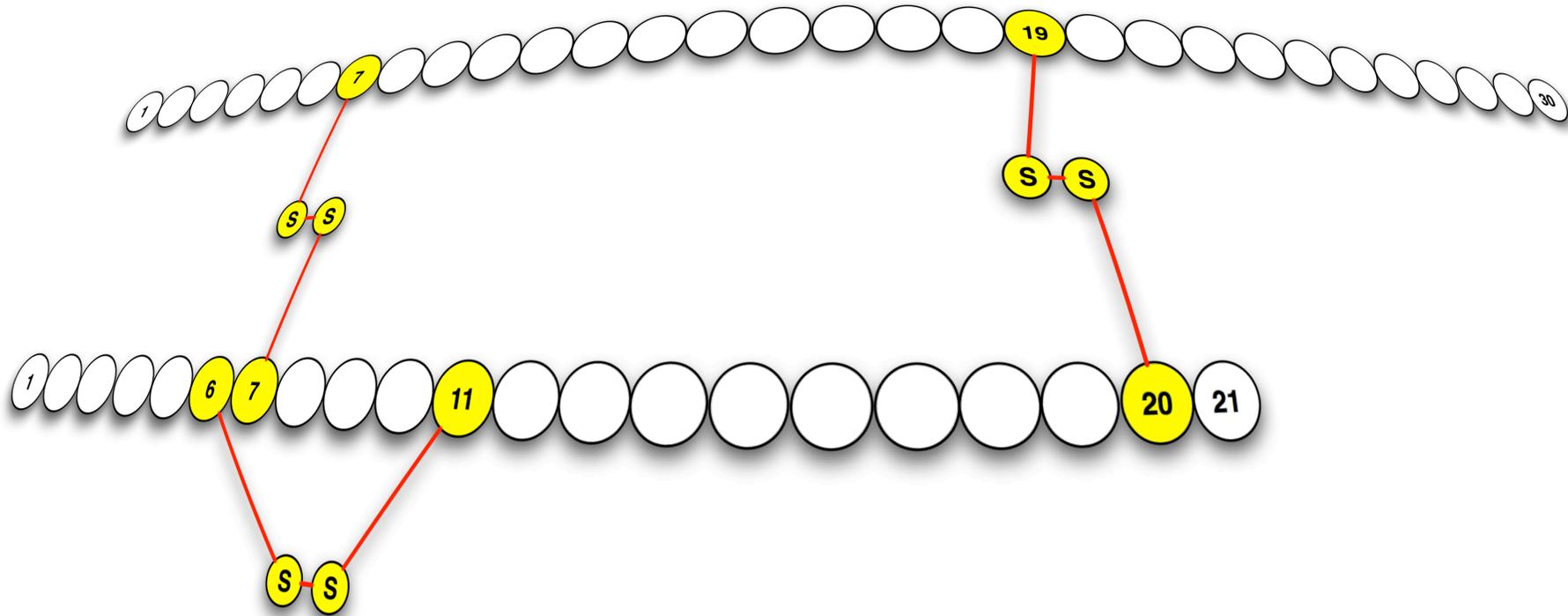
1. Isolierung der Insulin-DNA.
2. Vorbereitung für den Einbau.
3. Ein bakterielles Plasmid mit Genen für zwei Antibiotika wird aufgeschnitten.
4. Die Insulin-DNA wird in das Plasmid eingesetzt (auch 5.)
6. Das Plasmid mit dem Insulin-Gen wird in eine Bakterienzelle eingebracht.



1. Isolierung der Insulin-DNA.
2. Vorbereitung für den Einbau.
3. Ein bakterielles Plasmid mit Genen für zwei Antibiotika wird aufgeschnitten.
4. Die Insulin-DNA wird in das Plasmid eingesetzt (auch 5.)
6. Das Plasmid mit dem Insulin-Gen wird in eine Bakterienzelle eingebracht.
7. Das Bakterium vermehrt sich.

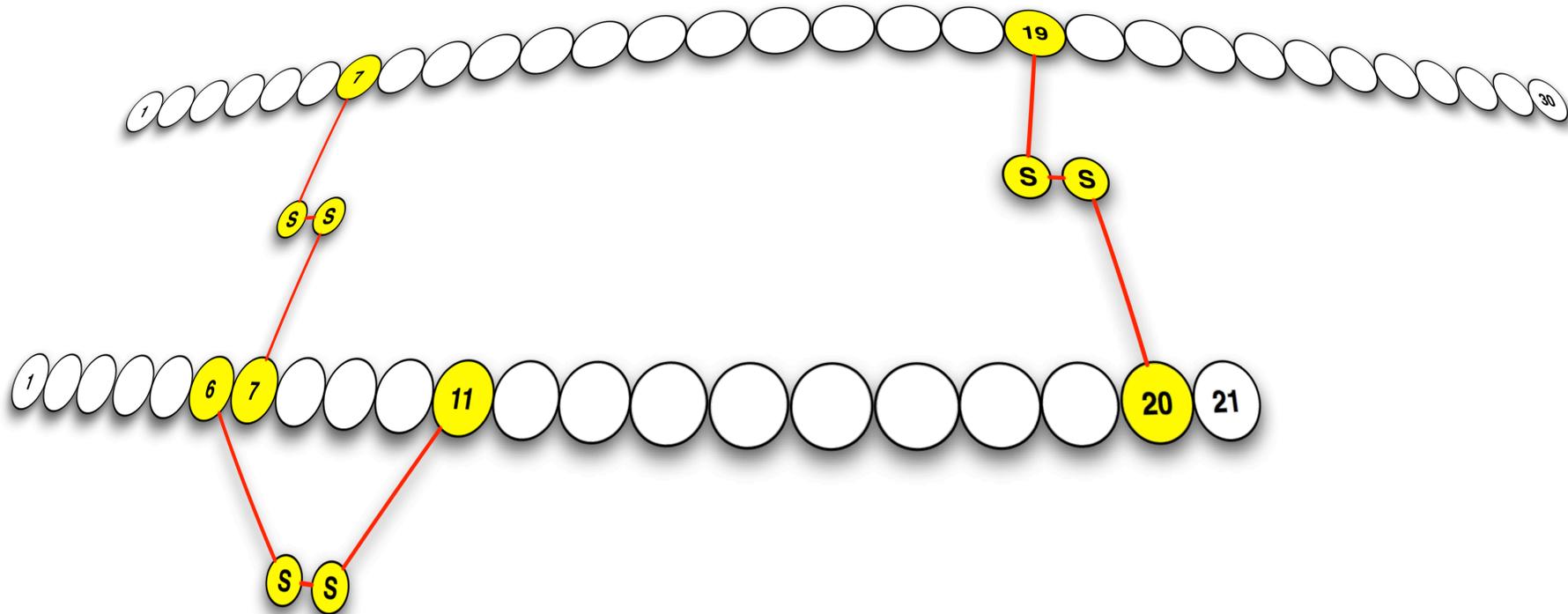
Struktur des Insulins

Ein Peptid aus zwei Ketten



Struktur des Insulins

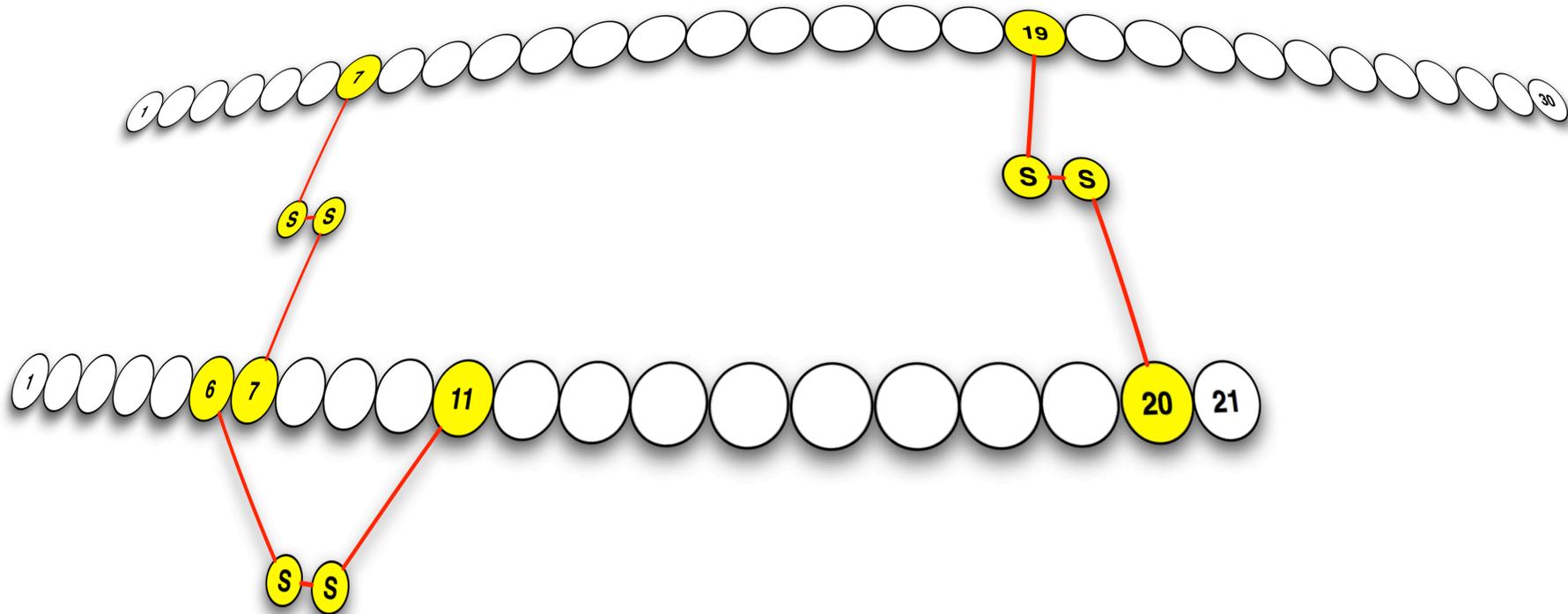
Ein Peptid aus zwei Ketten



Das "fertige" Insulin besteht aus zwei Peptid-Ketten, die durch Disulfidbrücken miteinander verknüpft sind.

Struktur des Insulins

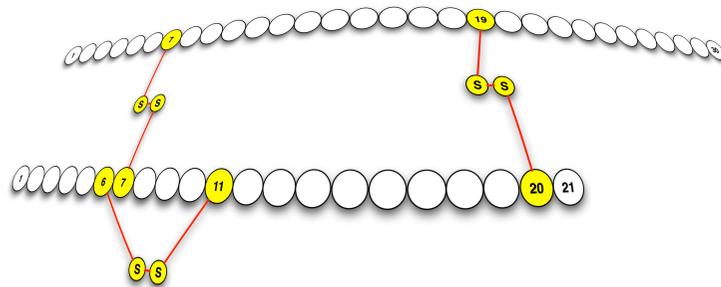
Ein Peptid aus zwei Ketten



Das "fertige" Insulin besteht aus zwei Peptid-Ketten, die durch Disulfidbrücken miteinander verknüpft sind. Hergestellt wird das "fertige" Insulin aus einer längeren Peptidkette durch "Schneiden und Kleben" im Golgi-Apparat und im ER (Protein-Prozessierung nach der Translation).

Probleme bei der Insulinherstellung

Ein Peptid aus zwei Ketten

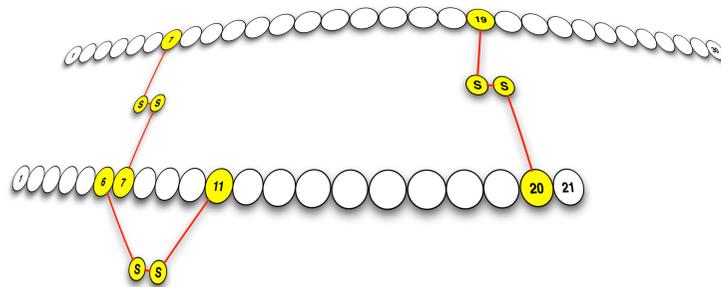


Für jede der beiden Ketten wird eine künstliche DNA hergestellt.

Die DNA für die A-Kette wird in einen Bakterienstamm eingebaut, die DNA für die B-Kette in einen zweiten Bakterienstamm.

Probleme bei der Insulinherstellung

Ein Peptid aus zwei Ketten



Für jede der beiden Ketten wird eine künstliche DNA hergestellt.

Die DNA für die A-Kette wird in einen Bakterienstamm eingebaut, die DNA für die B-Kette in einen zweiten Bakterienstamm.

Die A-Ketten und die B-Ketten werden dann getrennt synthetisiert.

Die isolierten A- und B-Ketten werden dann zusammengeführt, indem man die Cystein-Bausteine der Ketten miteinander reagieren lässt, so dass sich Disulfidbrücken bilden.

Gewinnung der Insulin-DNA

Im Prinzip gibt es drei Möglichkeiten.

1. Shotgun cloning

Das gesamte menschliche Genom wird mit Restriktionsendonucleasen in kurze Bruchstücke zerlegt. Mit einigem Glück findet man auf einem der Bruchstücke das intakte Insulin-Gen.

Gewinnung der Insulin-DNA

Im Prinzip gibt es drei Möglichkeiten.

1. Shotgun cloning (veraltet)

Das gesamte menschliche Genom wird mit Restriktionsendonucleasen in kurze Bruchstücke zerlegt. Mit einigem Glück findet man auf einem der Bruchstücke das intakte Insulin-Gen.

2. Reverse Transkription

Aus fertiger (gespleisster) Insulin-mRNA gewinnt man intronfreie Insulin-DNA.

Gewinnung der Insulin-DNA

Im Prinzip gibt es drei Möglichkeiten.

1. Shotgun cloning (veraltet)

Das gesamte menschliche Genom wird mit Restriktionsendonucleasen in kurze Bruchstücke zerlegt. Mit einigem Glück findet man auf einem der Bruchstücke das intakte Insulin-Gen.

2. Reverse Transkription

Aus fertiger (gespleisster) Insulin-mRNA gewinnt man intronfreie Insulin-DNA.

3. Herstellung künstlicher Insulin-DNA

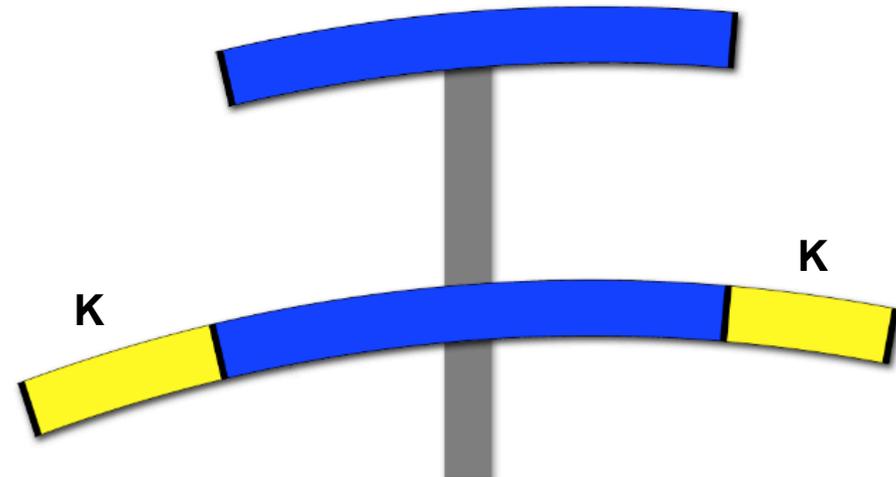
Da man die Basensequenz des Insulin-Gens kennt, kann man einen entsprechenden DNA-Abschnitt künstlich herstellen. Dieses Verfahren wird heute angewandt, weil man damit das Insulin-Problem besser lösen kann (getrennte Herstellung einer A-Ketten-DNA und einer B-Ketten-DNA).

Nachbehandlung der Insulin-DNA

Es fehlen noch "Klebestreifen"

Die Insulin-DNA muss in ein Plasmid eingebaut werden.

Dafür müssen links und rechts künstliche "Klebestreifen" aus DNA angesetzt werden (K).



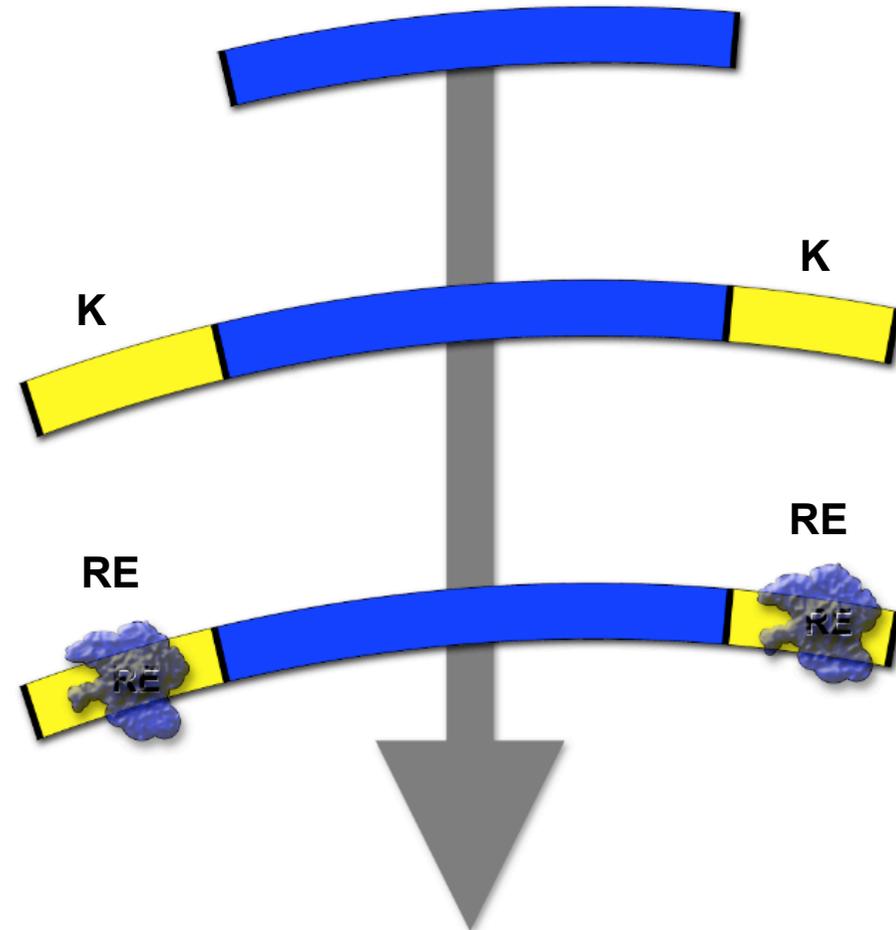
Nachbehandlung der Insulin-DNA

Es fehlen noch "Klebestreifen"

Die Insulin-DNA muss in ein Plasmid eingebaut werden.

Dafür müssen links und rechts künstliche "Klebestreifen" aus DNA angesetzt werden (K).

Eine Restriktionsendonuclease (RE) zerschneidet die Klebestreifen.



Nachbehandlung der Insulin-DNA

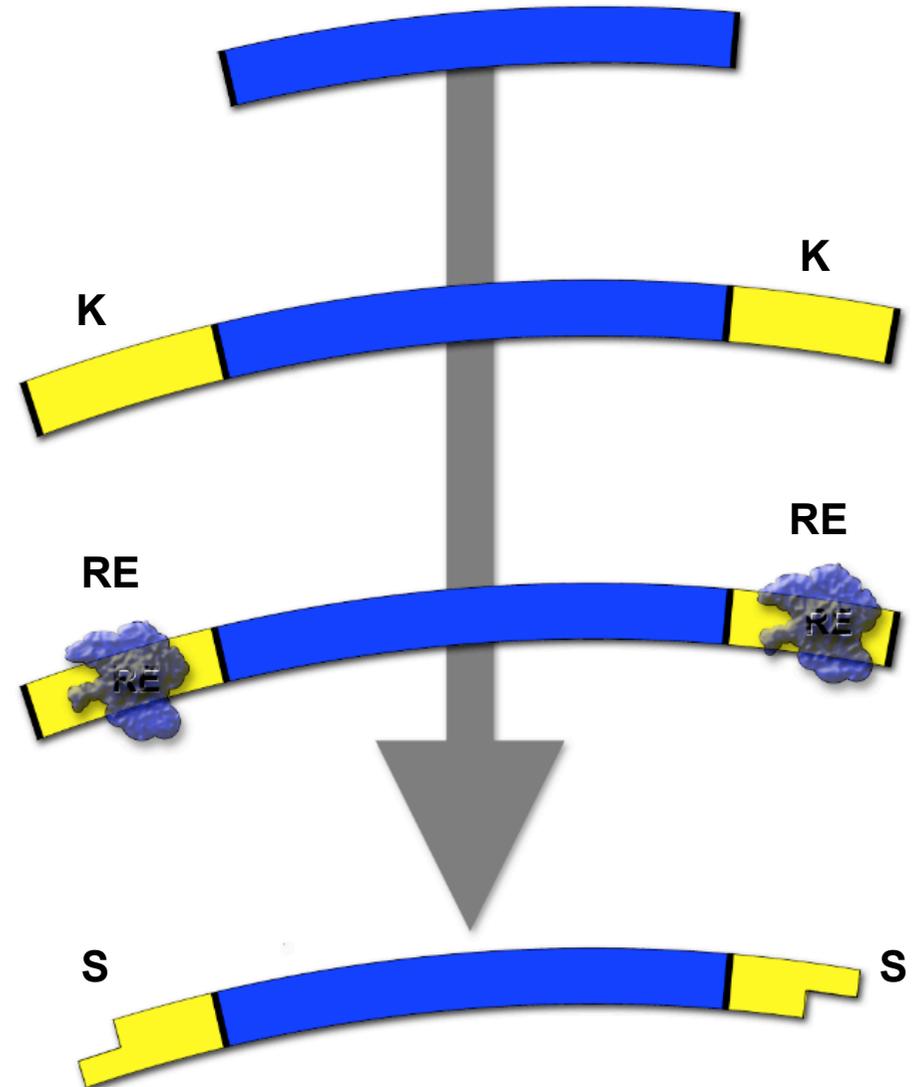
Es fehlen noch "Klebestreifen"

Die Insulin-DNA muss in ein Plasmid eingebaut werden.

Dafür müssen links und rechts künstliche "Klebestreifen" aus DNA angesetzt werden (K).

Eine Restriktionsendonuclease (RE) zerschneidet die Klebestreifen.

Dabei entstehen sogenannte "sticky ends" (S).



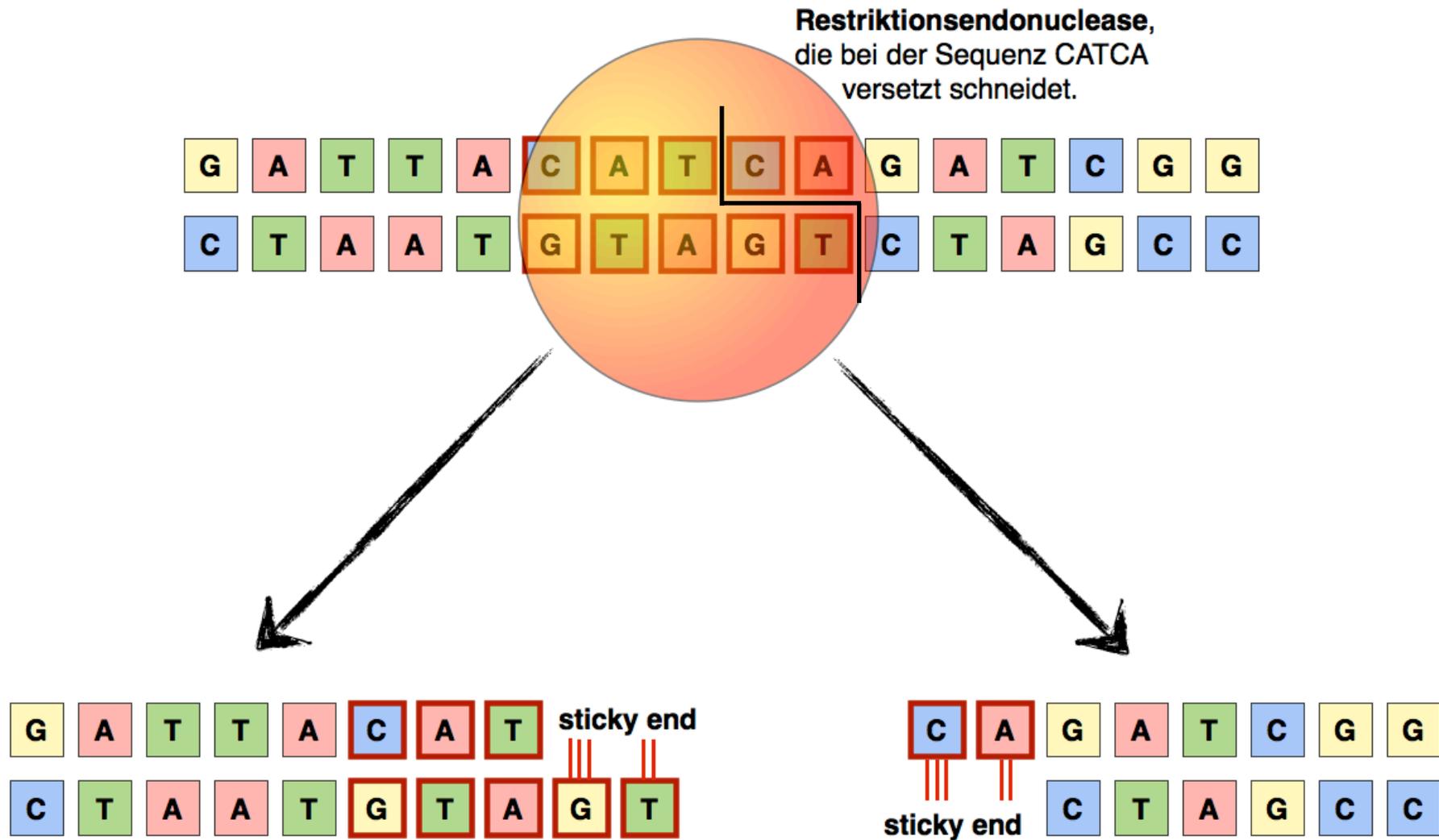
Restriktionsendonucleasen

Bakterielle Enzyme zur Abwehr von Viren

Restriktionsendonucleasen sind **bakterielle Enzyme zur Abwehr von Viren-DNA**. Eindringene Viren-DNA wird durch Restriktionsendonucleasen an spezifischen Basensequenzen wie z.B. TAGC zerschnitten.

Restriktionsendonucleasen

Bakterielle Enzyme zur Abwehr von Viren



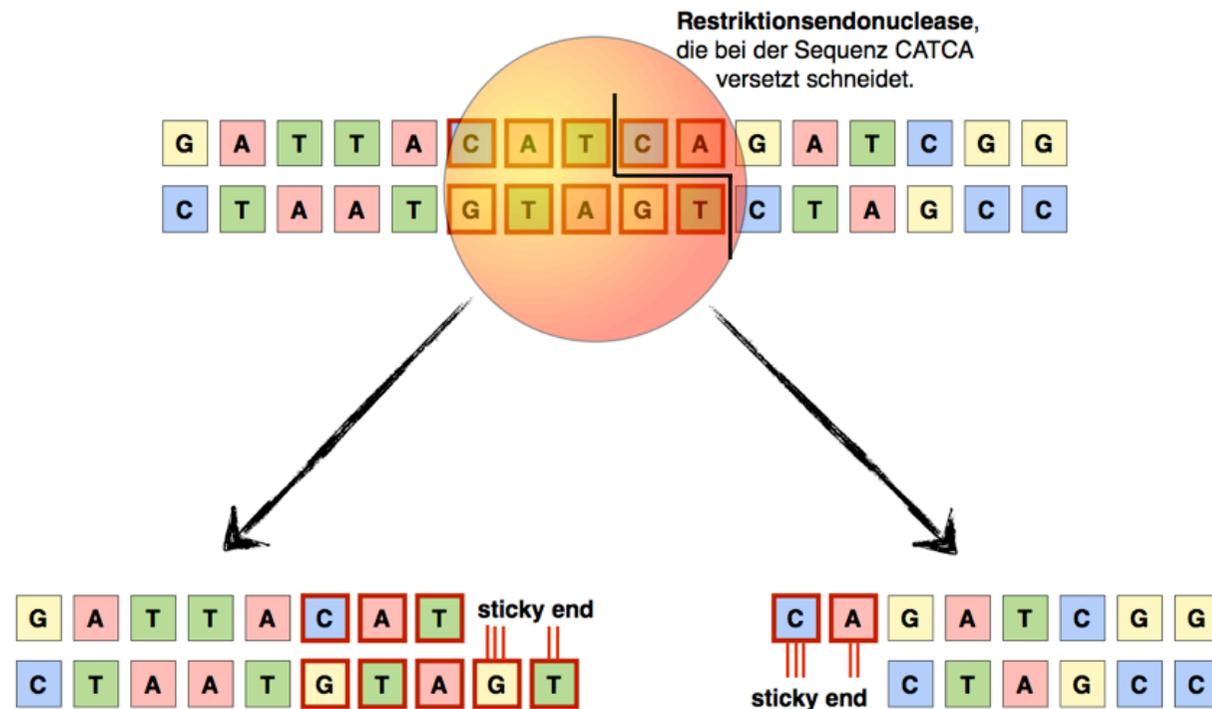
Restriktionsendonucleasen

Bakterielle Enzyme zur Abwehr von Viren

Restriktionsendonucleasen sind **bakterielle Enzyme zur Abwehr von Viren-DNA**. Eindringene Viren-DNA wird durch Restriktionsendonucleasen an spezifischen Basensequenzen wie z.B. TAGC zerschnitten.

Dabei können **sticky ends** (klebrige Enden) entstehen, welche das Zusammenfügen der Bruchstücke mit anderer DNA erleichtern.

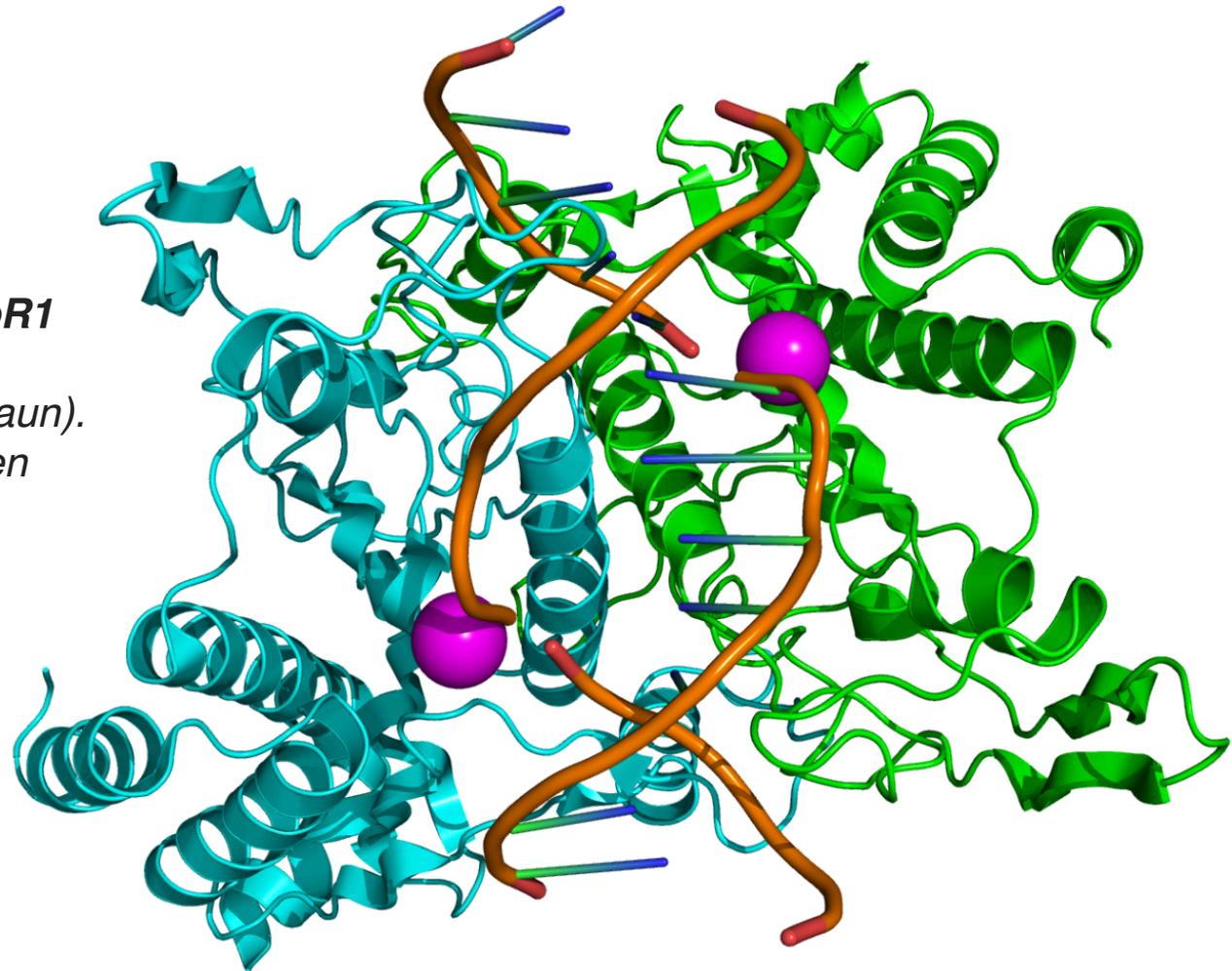
Restriktionsendonucleasen sind wichtige **Werkzeuge der Gentechnik**.



Restriktionsendonucleasen

Bakterielle Enzyme zur Abwehr von Viren

Das Restriktionsenzym **EcoR1** (blaugrün) zerschneidet die doppelsträngige DNA (rotbraun). Zwei Mg^{2+} -Ionen katalysieren den Vorgang.



Quelle: englische Wikipedia, Artikel "Restriction enzyme". Author: Boghog.

I, the copyright holder of this work, release this work into the [public domain](#). This applies worldwide.

Restriktionsendonucleasen

Restriktionsenzyme können im Internet gekauft werden...

Sign In or Register | Order Center | Germany

MERCK

200,000+ PRODUCTS | 500+ SERVICES | Featured INDUSTRIES

Hello, Sign in. ACCOUNT | SUPPORT | 0 Items ORDER

Germany Home > Product Directory > Molecular Biology > Molecular Biology Enzymes > Restriction Enzymes

Restriction Enzymes

Restriction enzymes cut DNA at a specific sequence, making them very useful in a variety of applications, including molecular cloning, SNP analysis, Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP), and preparation of DNA for Southern blots.

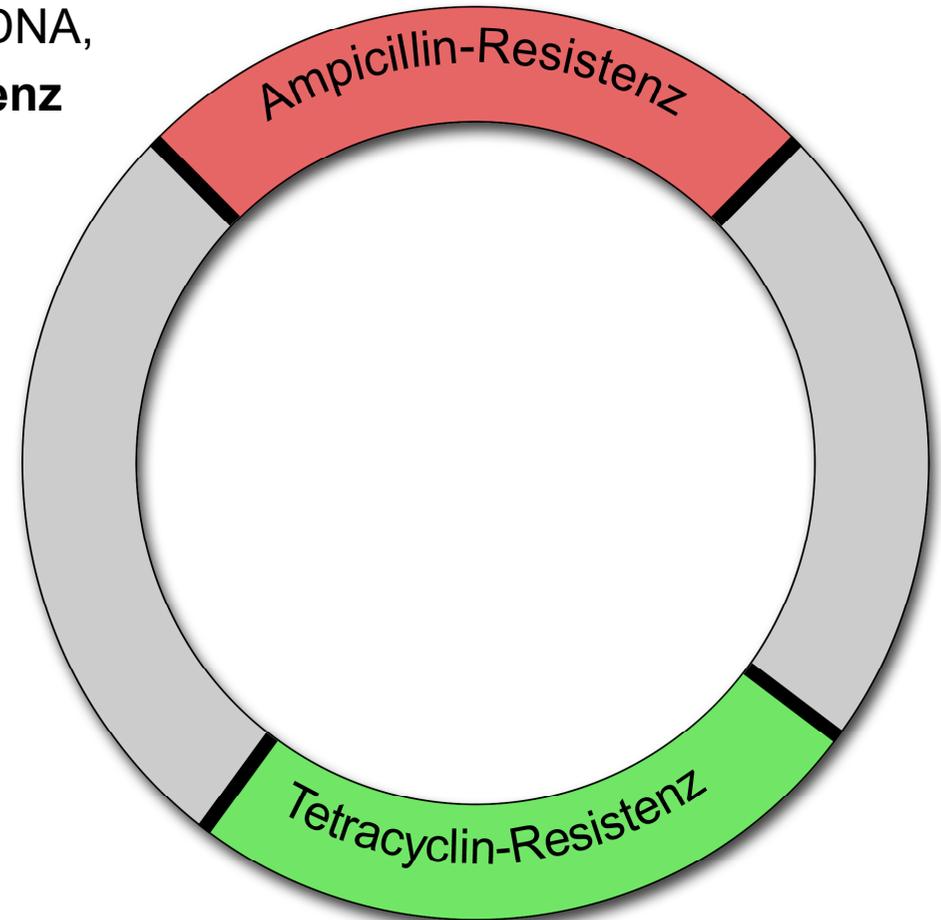
Product #	Restriction Enzyme	Description	Add to Cart
APAI-RO	Apa I from <i>Acetobacter pasteurianus</i>	Recognition sites: GGG ⁺ CC ⁺ C GGG ⁺ CC ⁺ C Restriction site: GGG ⁺ CC ⁺ ↓ ⁺ C GGG ⁺ CC ⁺ ↓ ⁺ C Heat inactivation: Apa I can be heat inactivated by incubation at 65 °C for 15 minutes.	Preisprüfung ⌵
BLNI-RO	Bln I (Avr II) from <i>Brevibacterium linens</i>	Recognition sites: CCTAGG CCTAGG Restriction site: C↓CTAGG C↓CTAGG Heat inactivation: No inactivation of Bln I after incubation at 65 °C for 15 minutes.	Preisprüfung ⌵
DPNI-RO	Dpn I from <i>Diplococcus pneumoniae</i>	Recognition sites: G ^m AT ^c G ^m AT ^c Restriction site: G ^m A↓T ^c G ^m A↓T ^c Heat inactivation: No inactivation of Dpn I after incubation at 65 °C for 15 minutes.	Preisprüfung ⌵
		Recognition sequence: 5'-C/GGCCG-3'	

[zur Seite](#)

Plasmide

Bakterielle DNA-Ringe zur Übertragung von Resistenzen

Plasmide sind Ringe aus doppelsträngiger DNA, die wichtige Gene tragen, oft für die **Resistenz** gegen bestimmte **Antibiotika**.

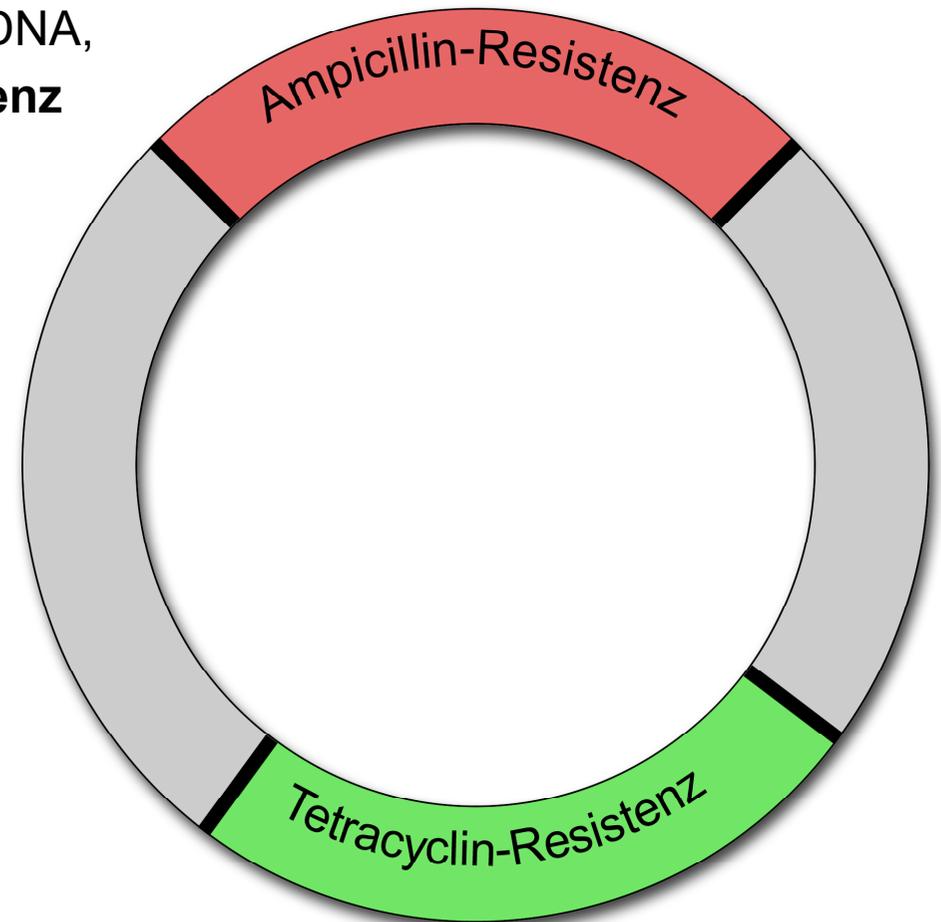


Plasmide

Bakterielle DNA-Ringe zur Übertragung von Resistenzen

Plasmide sind Ringe aus doppelsträngiger DNA, die wichtige Gene tragen, oft für die **Resistenz gegen bestimmte Antibiotika**.

Bakterien können Plasmide aufnehmen, kopieren und auf andere Bakterien übertragen. So kann sich eine Antibiotika-Resistenz leicht ausbreiten.



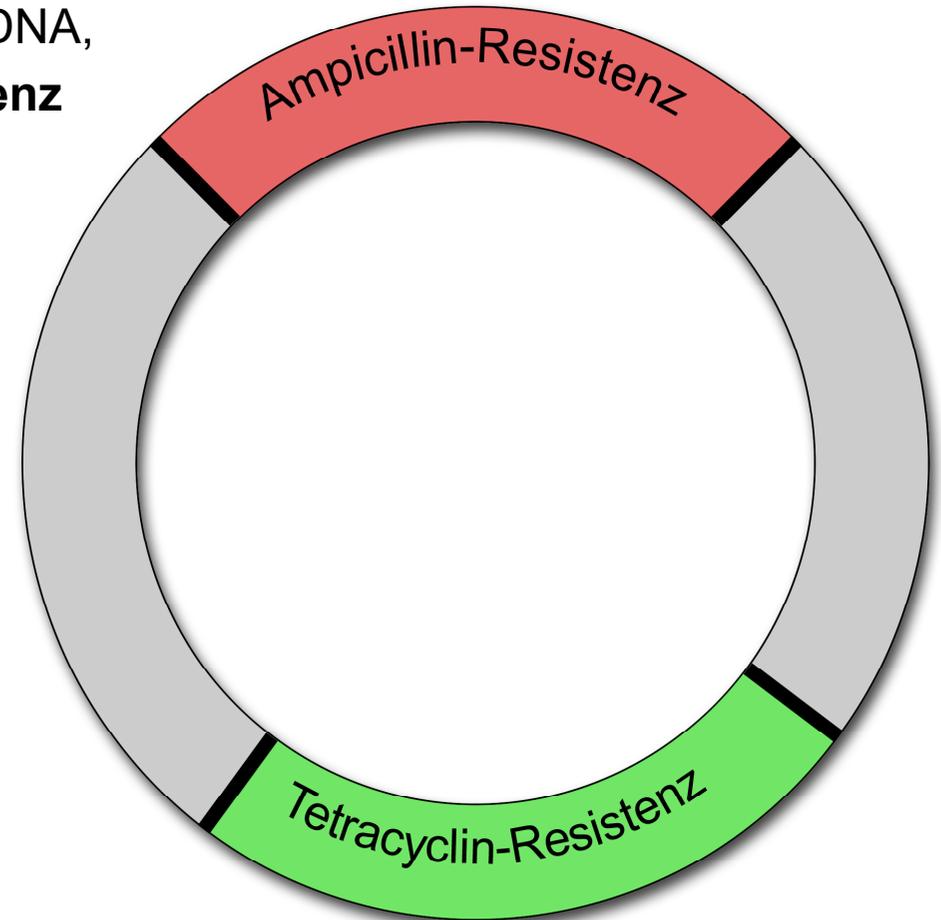
Plasmide

Bakterielle DNA-Ringe zur Übertragung von Resistenzen

Plasmide sind Ringe aus doppelsträngiger DNA, die wichtige Gene tragen, oft für die **Resistenz gegen bestimmte Antibiotika**.

Bakterien können Plasmide aufnehmen, kopieren und auf andere Bakterien übertragen. So kann sich eine Antibiotika-Resistenz leicht ausbreiten.

Auch die Übertragung von einer Bakterien-Art **A** auf eine andere Bakterien-Art **B** ist möglich.



Plasmide

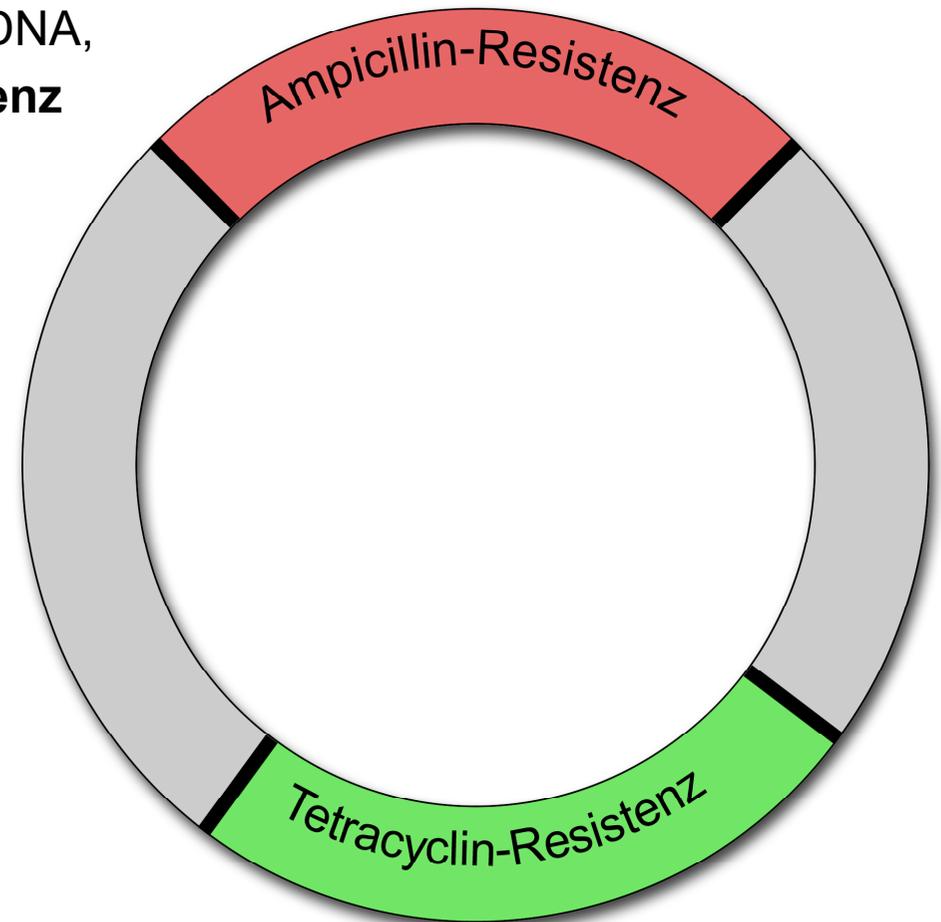
Bakterielle DNA-Ringe zur Übertragung von Resistenzen

Plasmide sind Ringe aus doppelsträngiger DNA, die wichtige Gene tragen, oft für die **Resistenz gegen bestimmte Antibiotika**.

Bakterien können Plasmide aufnehmen, kopieren und auf andere Bakterien übertragen. So kann sich eine Antibiotika-Resistenz leicht ausbreiten.

Auch die Übertragung von einer Bakterien-Art **A** auf eine andere Bakterien-Art **B** ist möglich.

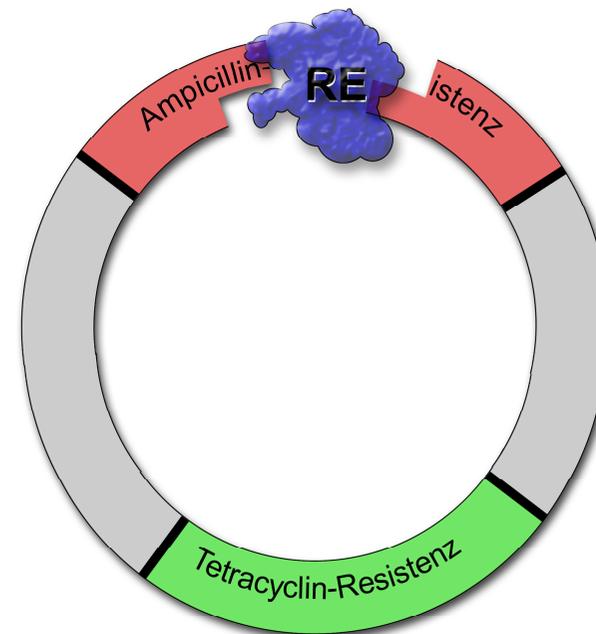
Man spricht hier von einem **horizontalen Gentransfer**.



Einbau der Passagier-DNA

Die Insulin-DNA muss in das Plasmid eingebaut werden

Eine Restriktionsendonuclease schneidet das Plasmid mitten im Gen für die Ampicillin-Resistenz. Dabei entstehen sticky ends.

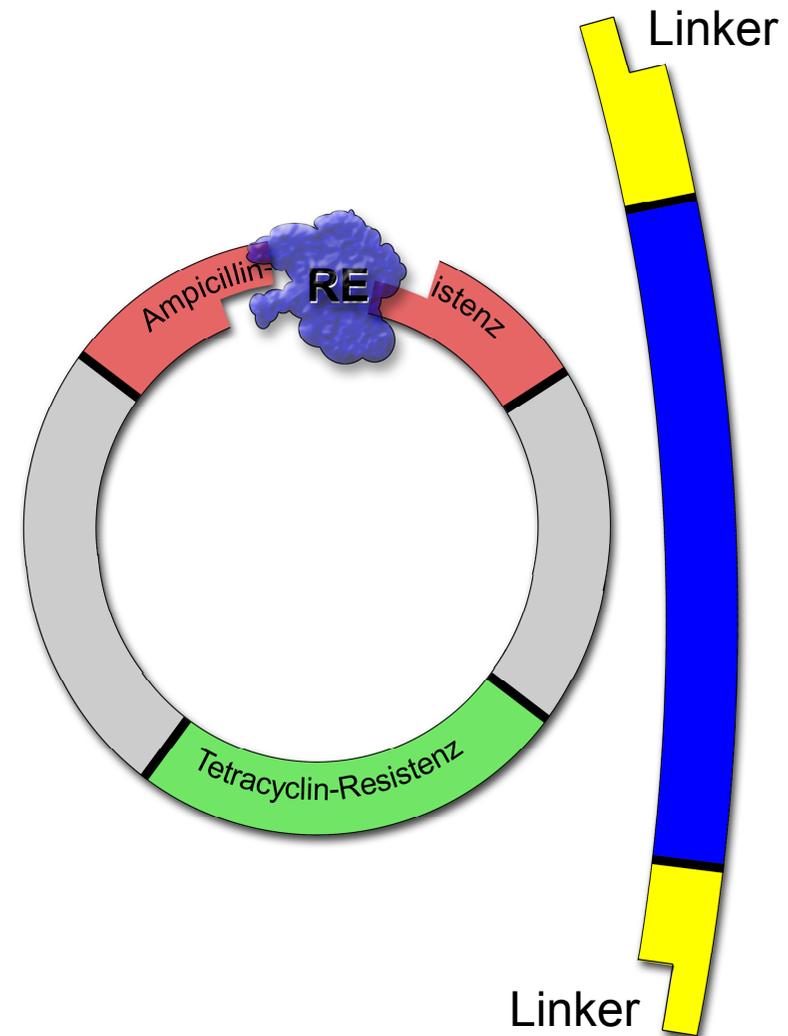


Einbau der Passagier-DNA

Die Insulin-DNA muss in das Plasmid eingebaut werden

Eine Restriktionsendonuclease schneidet das Plasmid mitten im Gen für die Ampicillin-Resistenz. Dabei entstehen sticky ends.

Wird hierfür die gleiche Restriktionsendonuclease verwendet wie beim Zuschneiden der Linker an der Insulin-DNA, so passen die sticky ends zusammen.



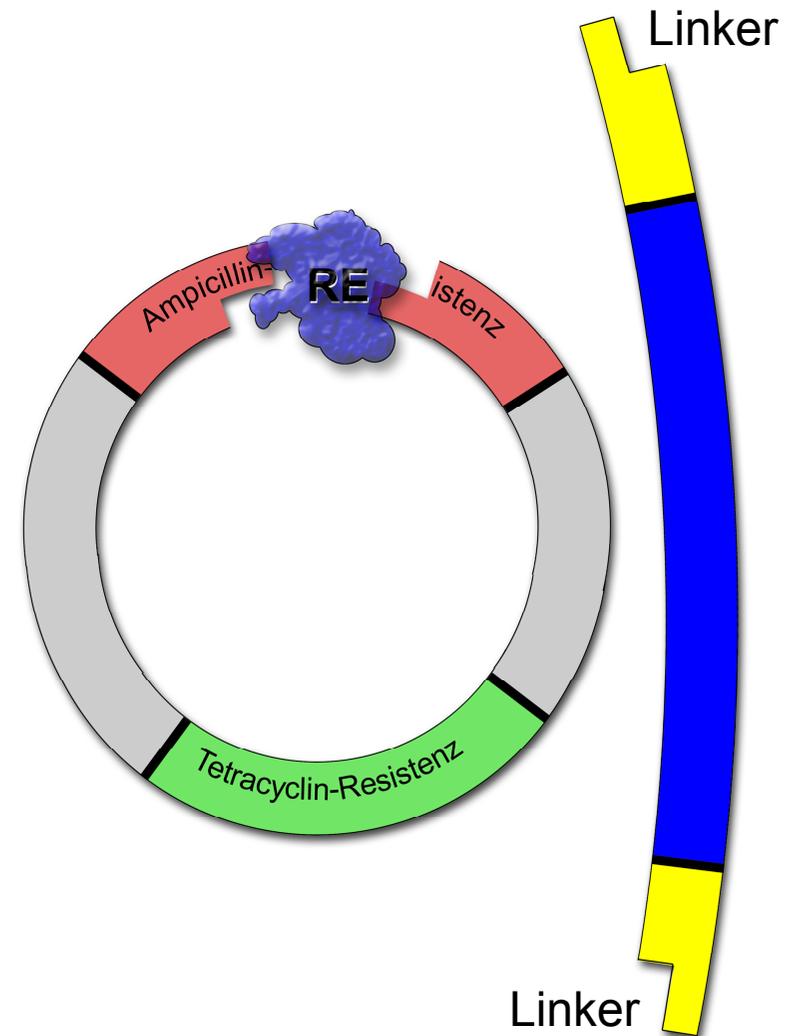
Einbau der Passagier-DNA

Die Insulin-DNA muss in das Plasmid eingebaut werden

Eine Restriktionsendonuclease schneidet das Plasmid mitten im Gen für die Ampicillin-Resistenz. Dabei entstehen sticky ends.

Wird hierfür die gleiche Restriktionsendonuclease verwendet wie beim Zuschneiden der Linker an der Insulin-DNA, so passen die sticky ends zusammen.

Die Insulin-DNA kann in das Plasmid "eingeklebt" werden.



Einbau der Passagier-DNA

Die Insulin-DNA muss in das Plasmid eingebaut werden

DNA-Abschnitt für das menschliche Insulingen

ATTACACATTGCATTGCGTAAATCGGACCACAGTTTGCACAGGCAGG
 TGTGTAACGTAACGCATTTAGCCTGGTGTCAAACGTGTCCGTCCTAA

menschliche DNA

... TAACTAACTAAGACGTCCAG
 ... ATTGATTHATTGTGCAGGTCTAA

Plasmid-DNA

ATTACACATTGCAGCAGCAG...
 TGTGTAACGTCGTCGTC...

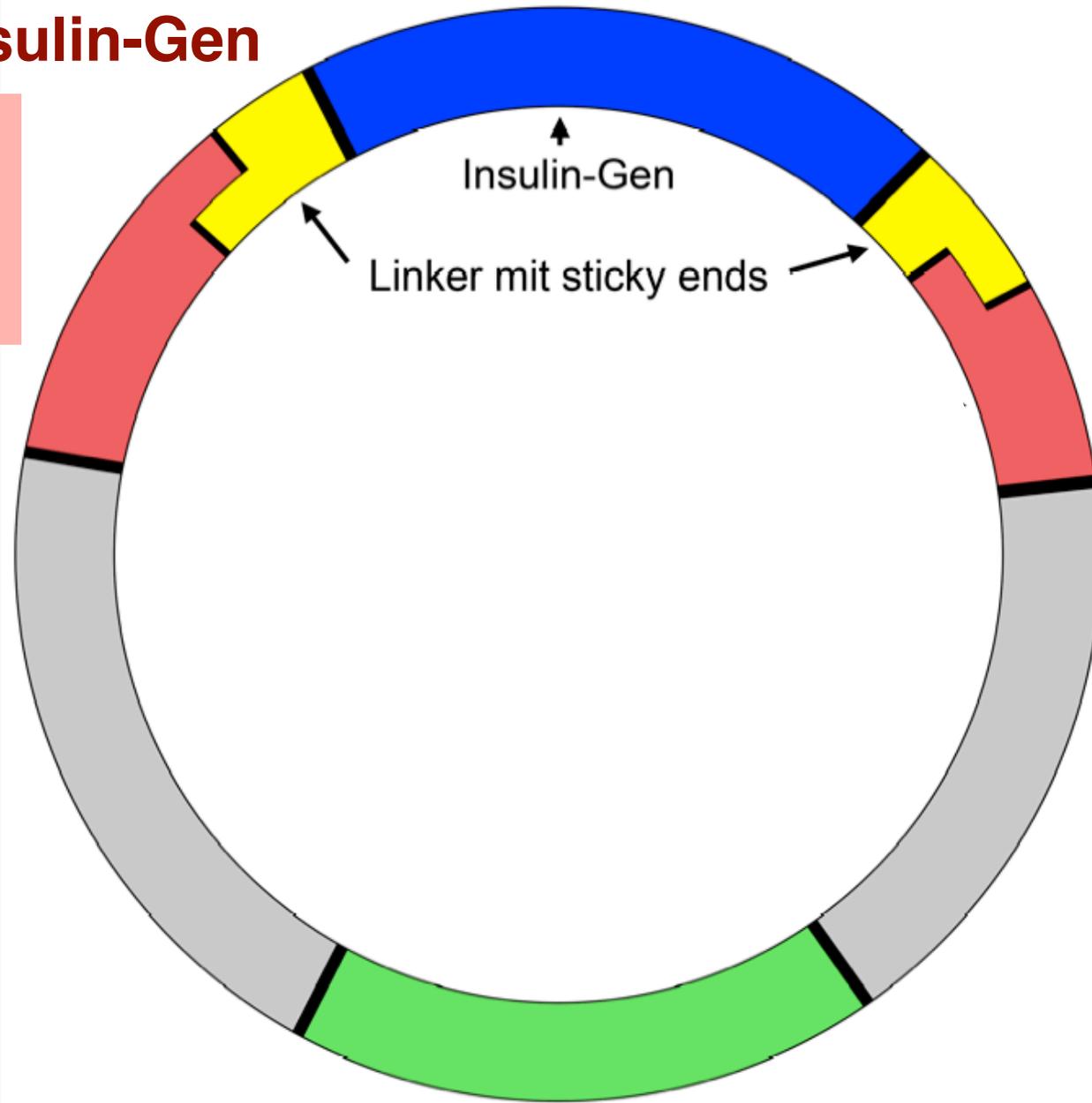
Plasmid-DNA

... TAACTAACTAAGACGTCCAGATTACACATTGCATTGCGTAAATCGGACCACAGTTTGCACAGGCAGGATTACACATTGCAGCAGCAG...
 ... ATTGATTHATTGTGCAGGTCTAATGTGTAACGTAACGCATTTAGCCTGGTGTCAAACGTGTCCGTCCTAATGTGTAACGTCGTCGTC...

Plasmid-DNA mit integrierter menschlicher Insulin-DNA

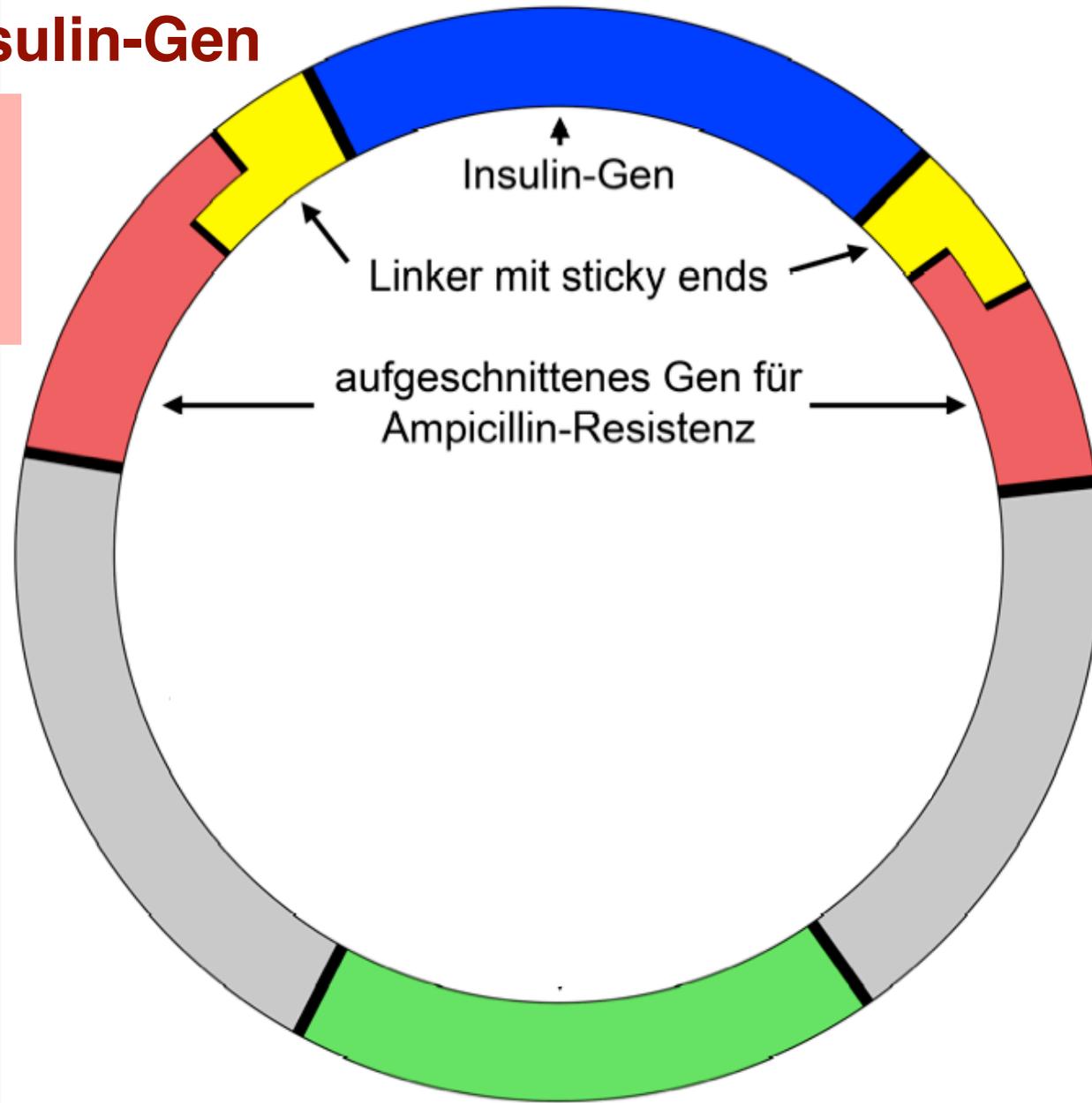
Plasmid mit Insulin-Gen

Die Insulin-DNA sitzt mitten in einem Resistenz-Gen



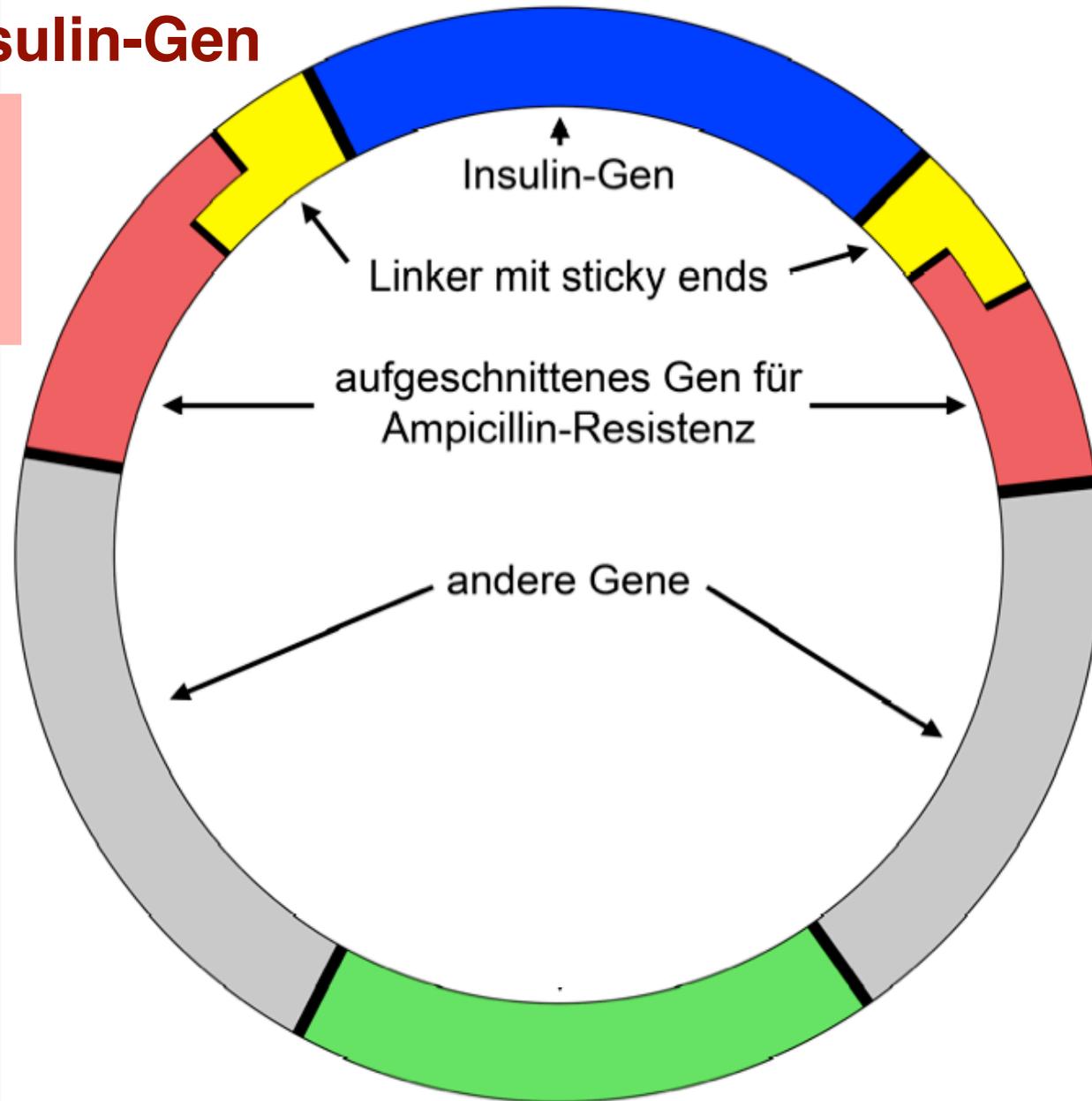
Plasmid mit Insulin-Gen

Die Insulin-DNA sitzt mitten in einem Resistenz-Gen



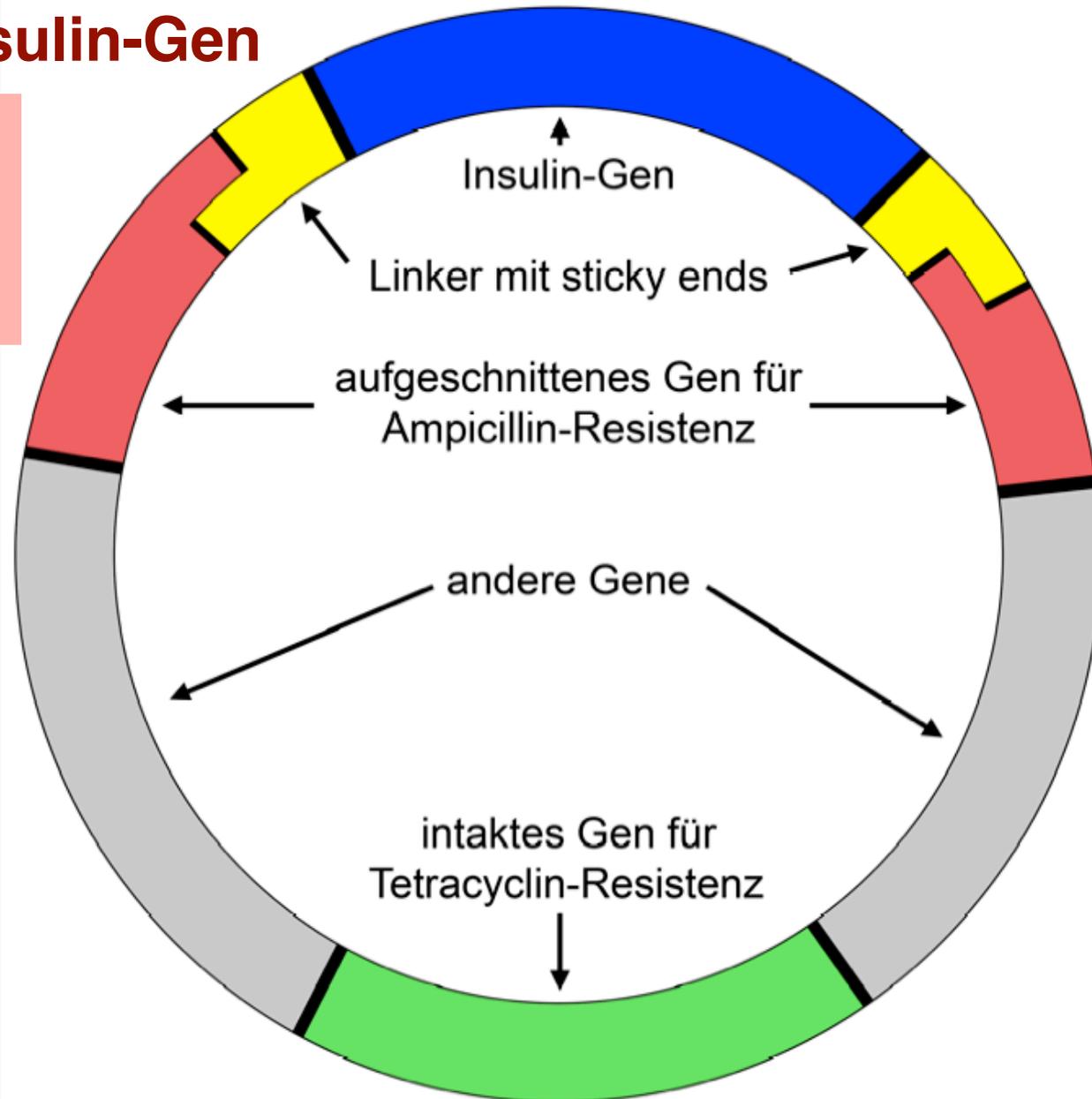
Plasmid mit Insulin-Gen

Die Insulin-DNA sitzt mitten in einem Resistenz-Gen



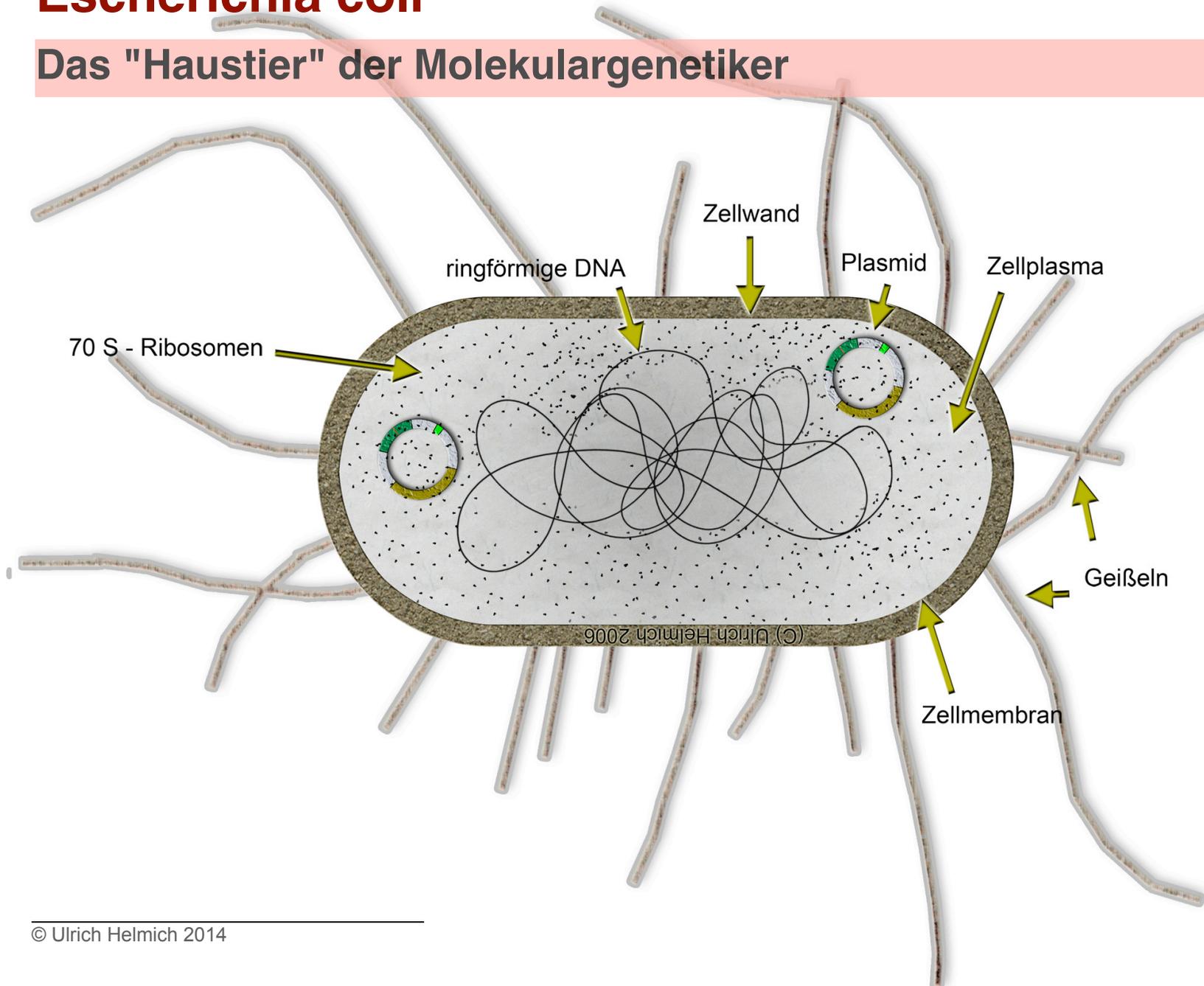
Plasmid mit Insulin-Gen

Die Insulin-DNA sitzt mitten in einem Resistenz-Gen



Escherichia coli

Das "Haustier" der Molekulargenetiker



Einschleusen der Passagier-DNA

Über Viren oder über Plasmide

Transformation

Bakterien nehmen Plasmide problemlos auf.

Die Aufnahme eines Plasmids ist oft mit Vorteilen verbunden, beispielsweise Resistenz gegen bestimmte Antibiotika.

Einschleusen der Passagier-DNA

Über Viren oder über Plasmide

Transformation

Bakterien nehmen Plasmide problemlos auf.

Die Aufnahme eines Plasmids ist oft mit Vorteilen verbunden, beispielsweise Resistenz gegen bestimmte Antibiotika.

Transfektion

Die Passagier-DNA wird in eine Virushülle verpackt, so dass der Übertragungsvorgang analog einer Virusinfektion verläuft.

Nachweis der klonierten Zellen

Wie findet man die Bakterien mit der Insulin-DNA?

Damit eine Bakterienzelle Insulin produzieren kann, müssen zwei wichtige Bedingungen erfüllt sein:

Nachweis der klonierten Zellen

Wie findet man die Bakterien mit der Insulin-DNA?

Damit eine Bakterienzelle Insulin produzieren kann, müssen zwei wichtige Bedingungen erfüllt sein:

- 1. Die Bakterienzelle muss ein Plasmid aufgenommen haben.**

Nachweis der klonierten Zellen

Wie findet man die Bakterien mit der Insulin-DNA?

Damit eine Bakterienzelle Insulin produzieren kann, müssen zwei wichtige Bedingungen erfüllt sein:

- 1. Die Bakterienzelle muss ein Plasmid aufgenommen haben.**
- 2. Das Plasmid muss ein Insulin-Gen enthalten.**

Nachweis der klonierten Zellen

Wie findet man die Bakterien mit der Insulin-DNA?

Damit eine Bakterienzelle Insulin produzieren kann, müssen zwei wichtige Bedingungen erfüllt sein:

- 1. Die Bakterienzelle muss ein Plasmid aufgenommen haben.**
- 2. Das Plasmid muss ein Insulin-Gen enthalten.**

Nur ein Bruchteil der behandelten Bakterienzellen erfüllt beide Bedingungen.

Nachweis der klonierten Zellen

Wie findet man die Bakterien mit der Insulin-DNA?

Damit eine Bakterienzelle Insulin produzieren kann, müssen zwei wichtige Bedingungen erfüllt sein:

- 1. Die Bakterienzelle muss ein Plasmid aufgenommen haben.**
- 2. Das Plasmid muss ein Insulin-Gen enthalten.**

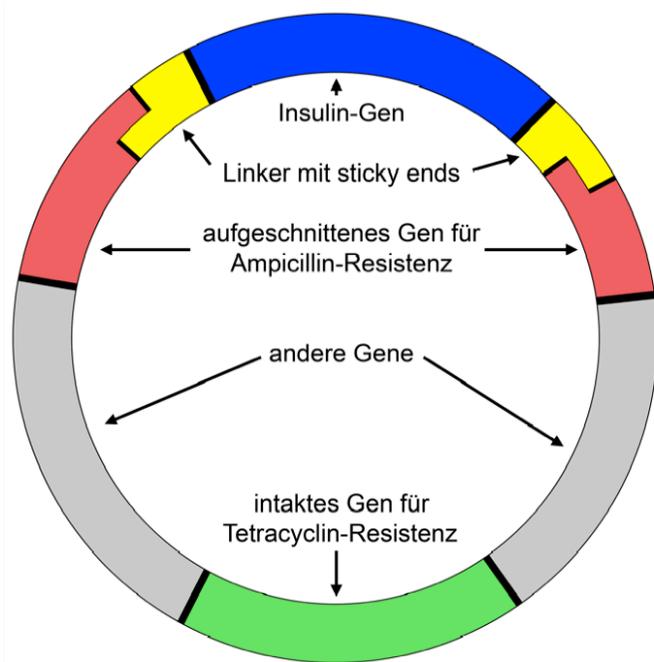
Nur ein Bruchteil der behandelten Bakterienzellen erfüllt beide Bedingungen.

Diese Bakterien müssen gefunden und isoliert werden, damit eine industrielle Insulinproduktion möglich wird.

Aufnahme eines Plasmids

Welche Bakterien haben Bedingung 1 erfüllt?

Alle Bakterienzellen, die ein Plasmid aufgenommen haben, sind resistent gegen das Antibiotikum Tetracyclin.

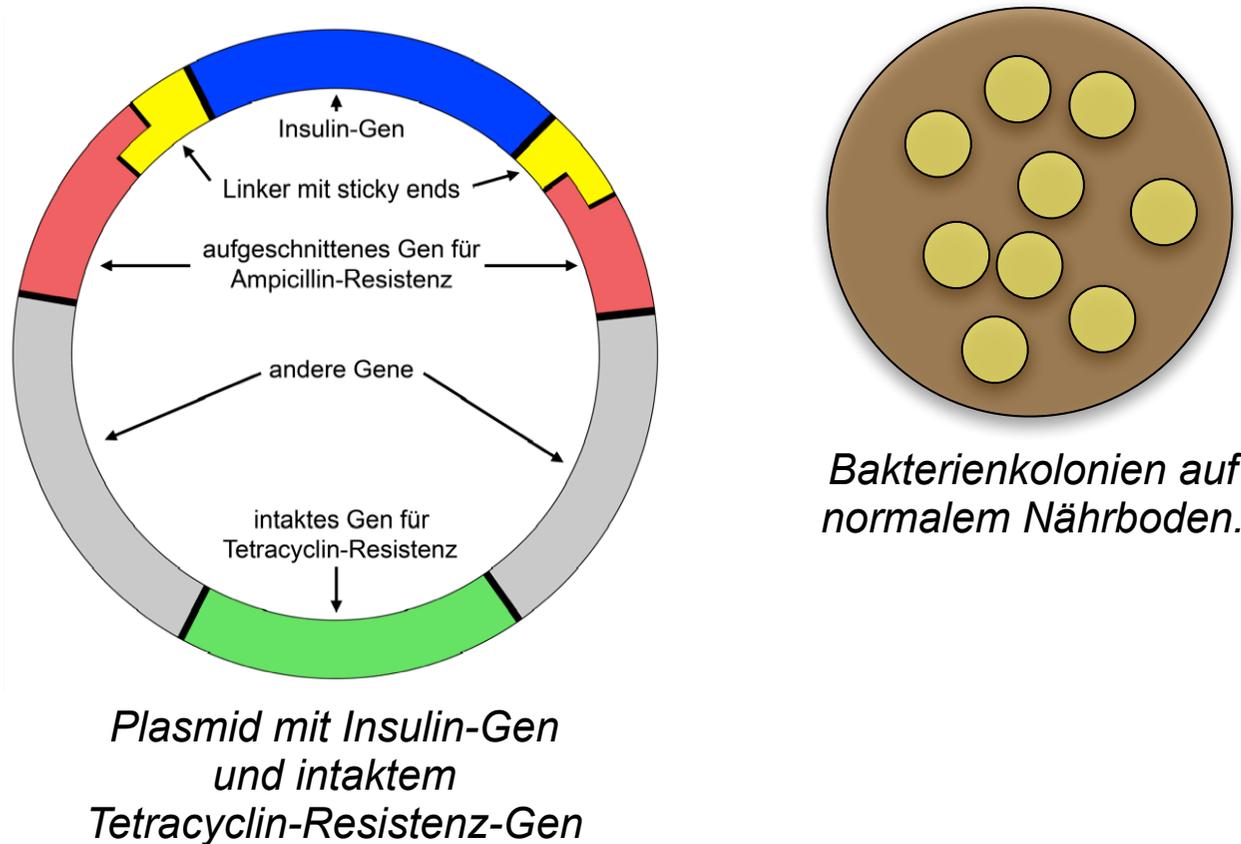


*Plasmid mit Insulin-Gen
und intaktem
Tetracyclin-Resistenz-Gen*

Aufnahme eines Plasmids

Welche Bakterien haben Bedingung 1 erfüllt?

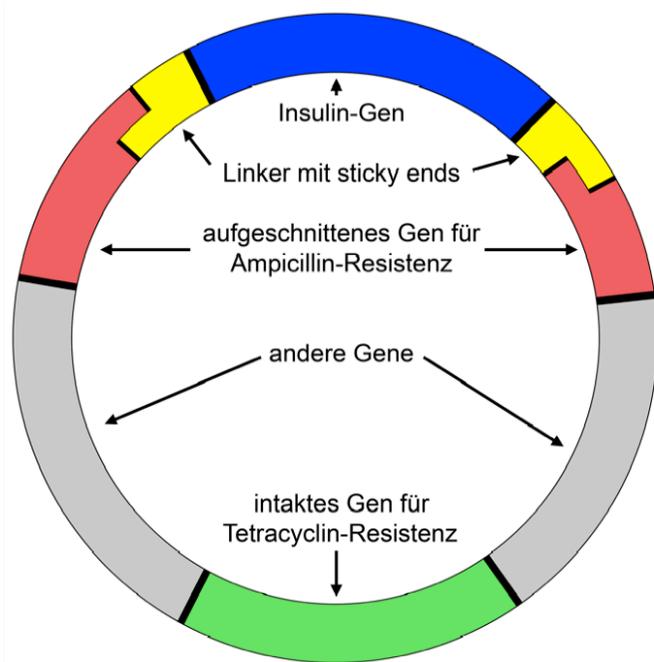
Alle Bakterienzellen, die ein Plasmid aufgenommen haben, sind resistent gegen das Antibiotikum Tetracyclin.



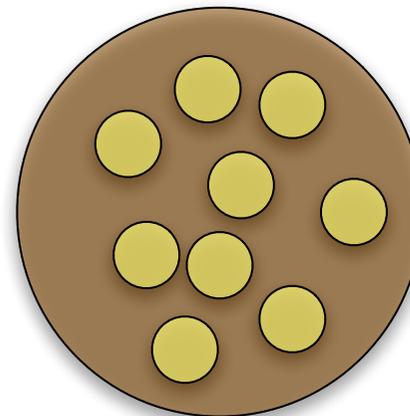
Aufnahme eines Plasmids

Welche Bakterien haben Bedingung 1 erfüllt?

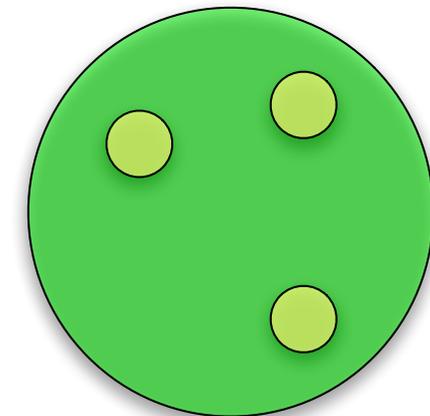
Alle Bakterienzellen, die ein Plasmid aufgenommen haben, sind resistent gegen das Antibiotikum Tetracyclin.



Plasmid mit Insulin-Gen und intaktem Tetracyclin-Resistenz-Gen



Bakterienkolonien auf normalem Nährboden.

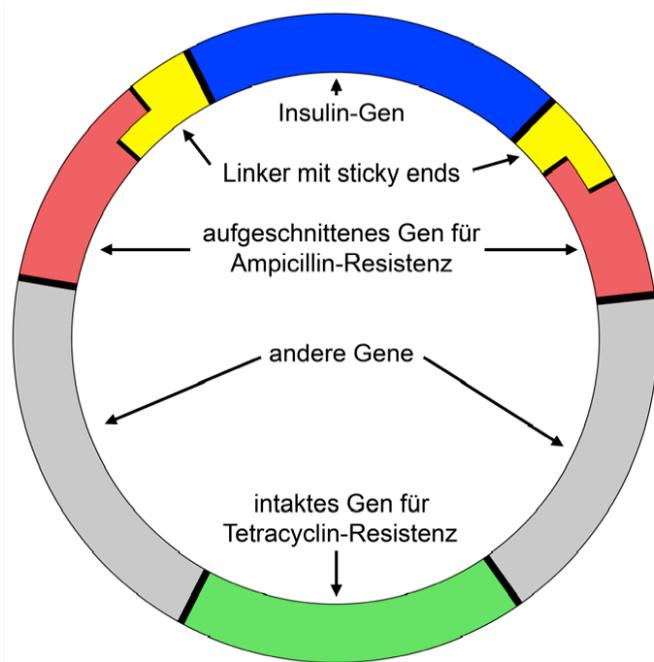


Bakterienkolonien auf Nährboden, der mit Tetracyclin versetzt wurde.

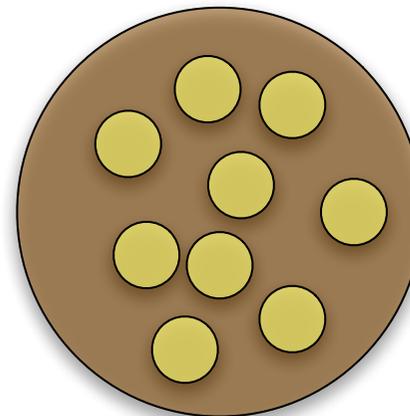
Aufnahme eines Plasmids

Welche Bakterien haben Bedingung 1 erfüllt?

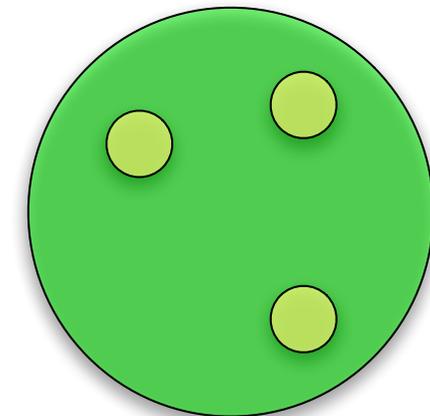
Alle Bakterienzellen, die ein Plasmid aufgenommen haben, sind resistent gegen das Antibiotikum Tetracyclin.



Plasmid mit Insulin-Gen und intaktem Tetracyclin-Resistenz-Gen



Bakterienkolonien auf normalem Nährboden.



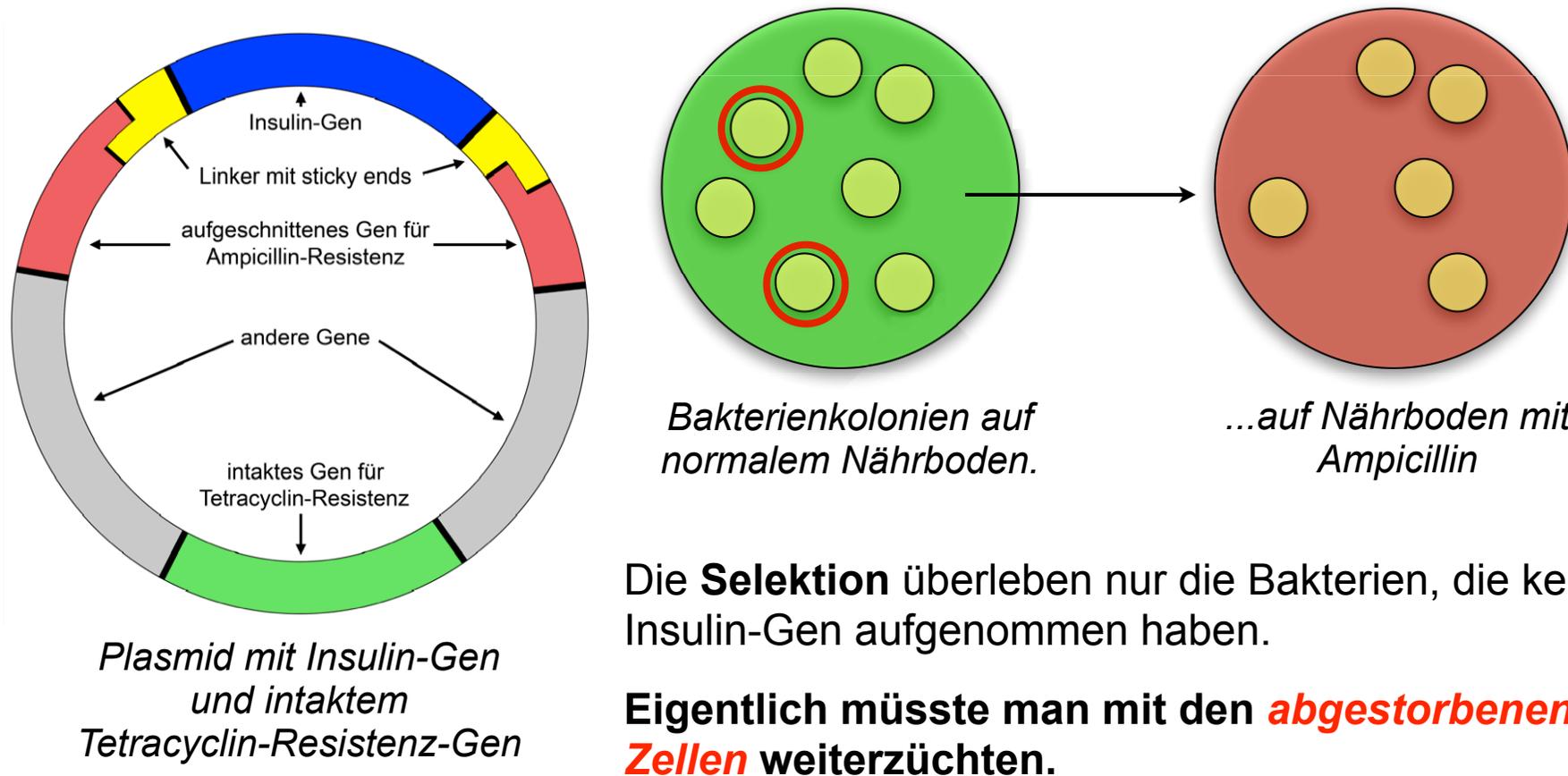
Bakterienkolonien auf Nährboden, der mit Tetracyclin versetzt wurde.

Die **Selektion** überleben nur die Bakterien, die ein Plasmid aufgenommen haben.

Aufnahme eines Plasmids mit Insulin-Gen

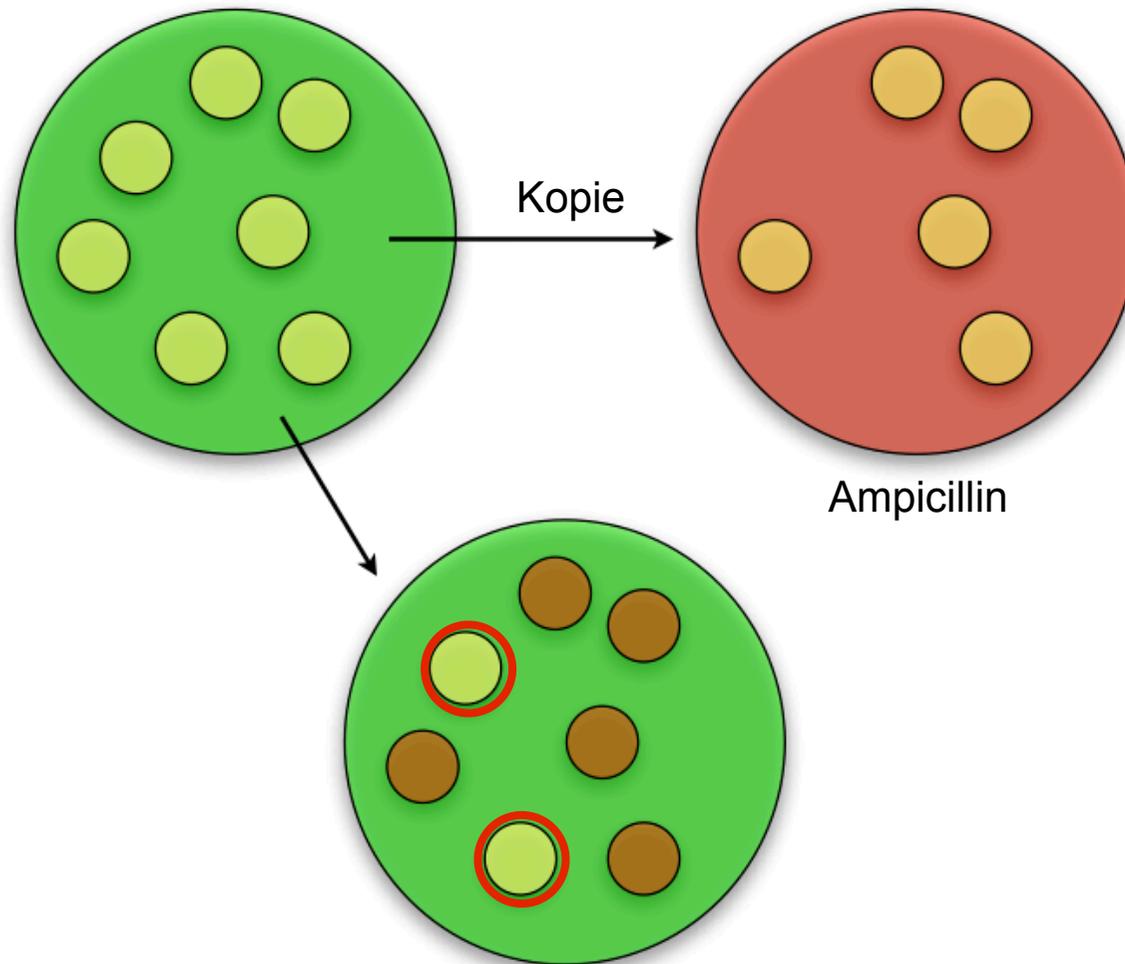
Welche Bakterien haben Bedingung 2 erfüllt?

Alle Bakterienzellen, die ein Plasmid mit Insulin-Gen aufgenommen haben, sind nicht mehr resistent gegen das Antibiotikum Ampicillin.



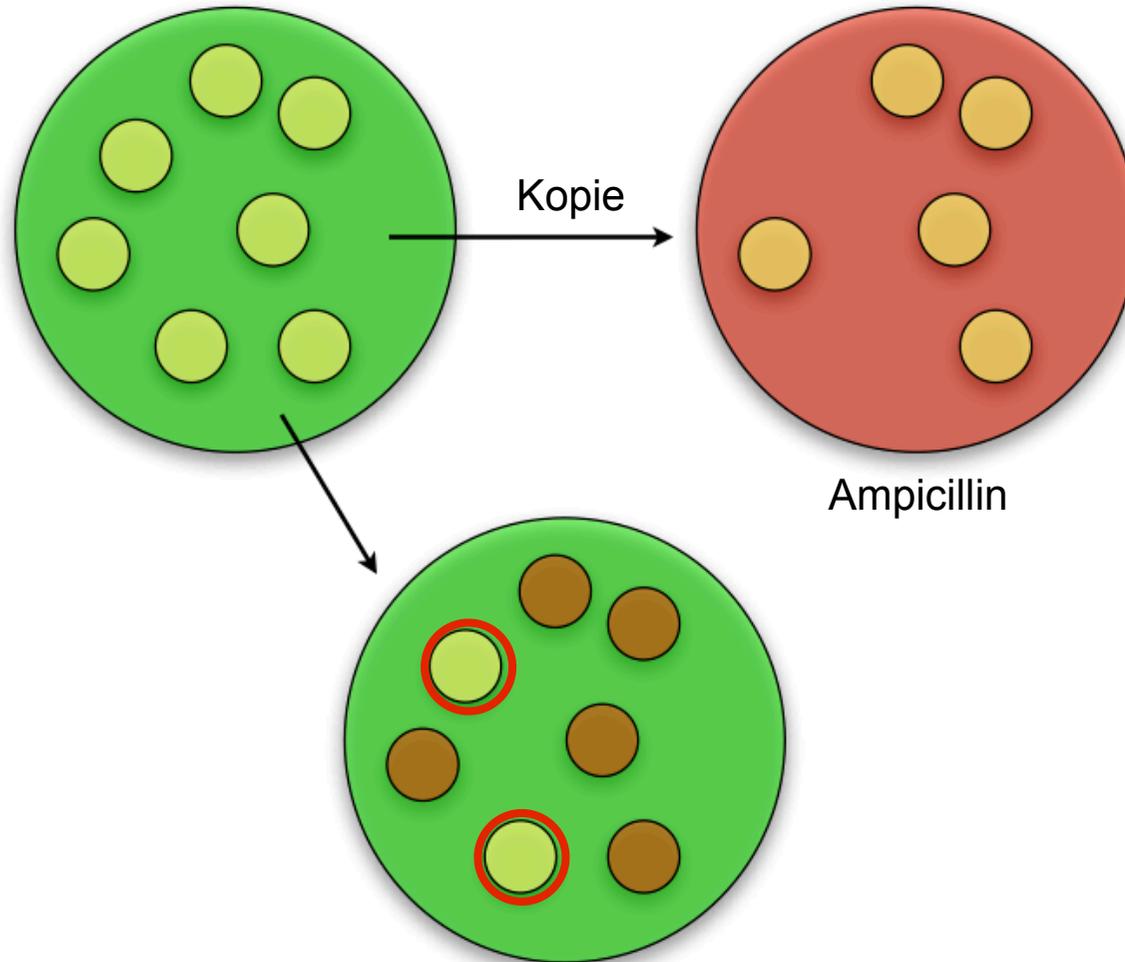
Wiederbelebung der abgestorbenen Zellen?

Das Verfahren der Selektion



Wiederbelebung der abgestorbenen Zellen?

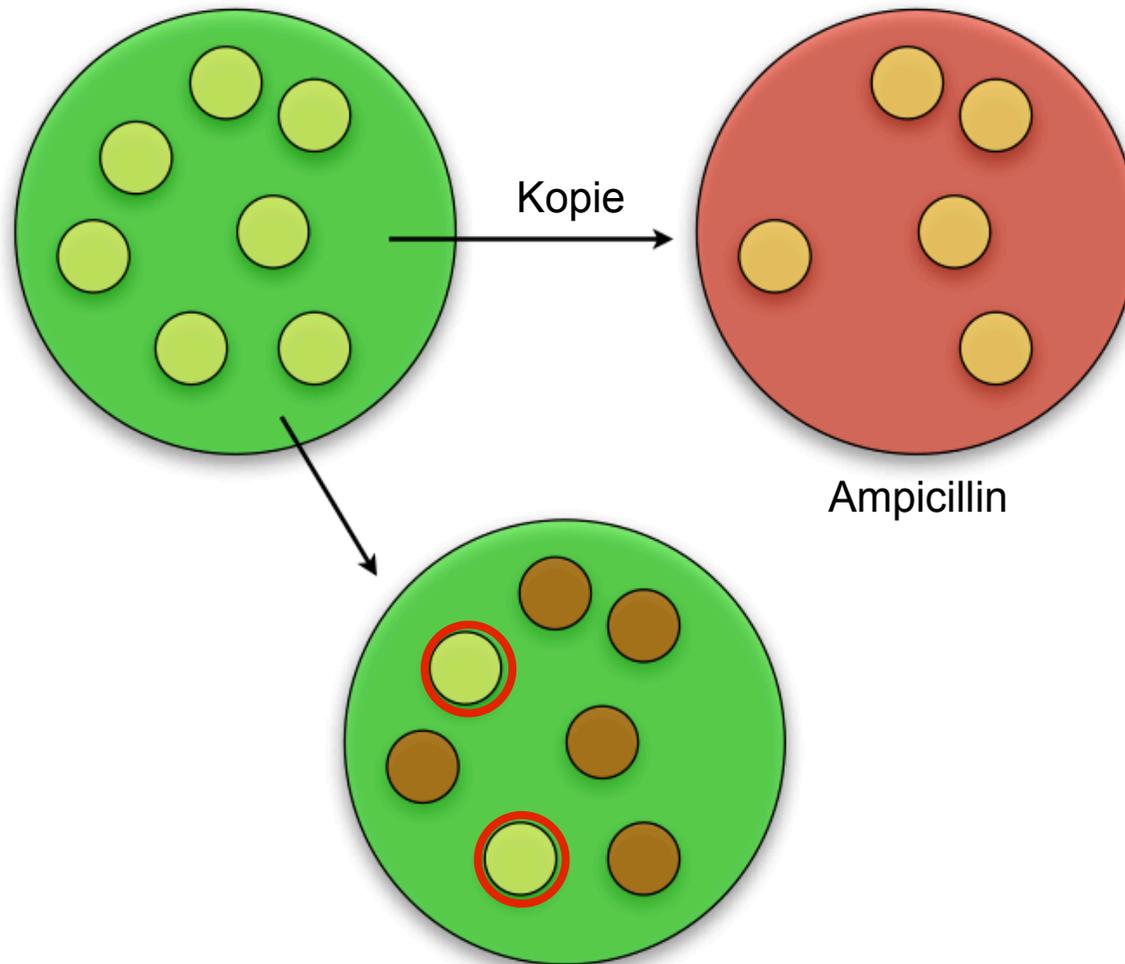
Das Verfahren der Selektion



Man behandelt nicht die Original-Petrischale mit Ampicillin, sondern eine Kopie der Petrischale.

Wiederbelebung der abgestorbenen Zellen?

Man sollte doch immer eine Sicherheitskopie anfertigen...

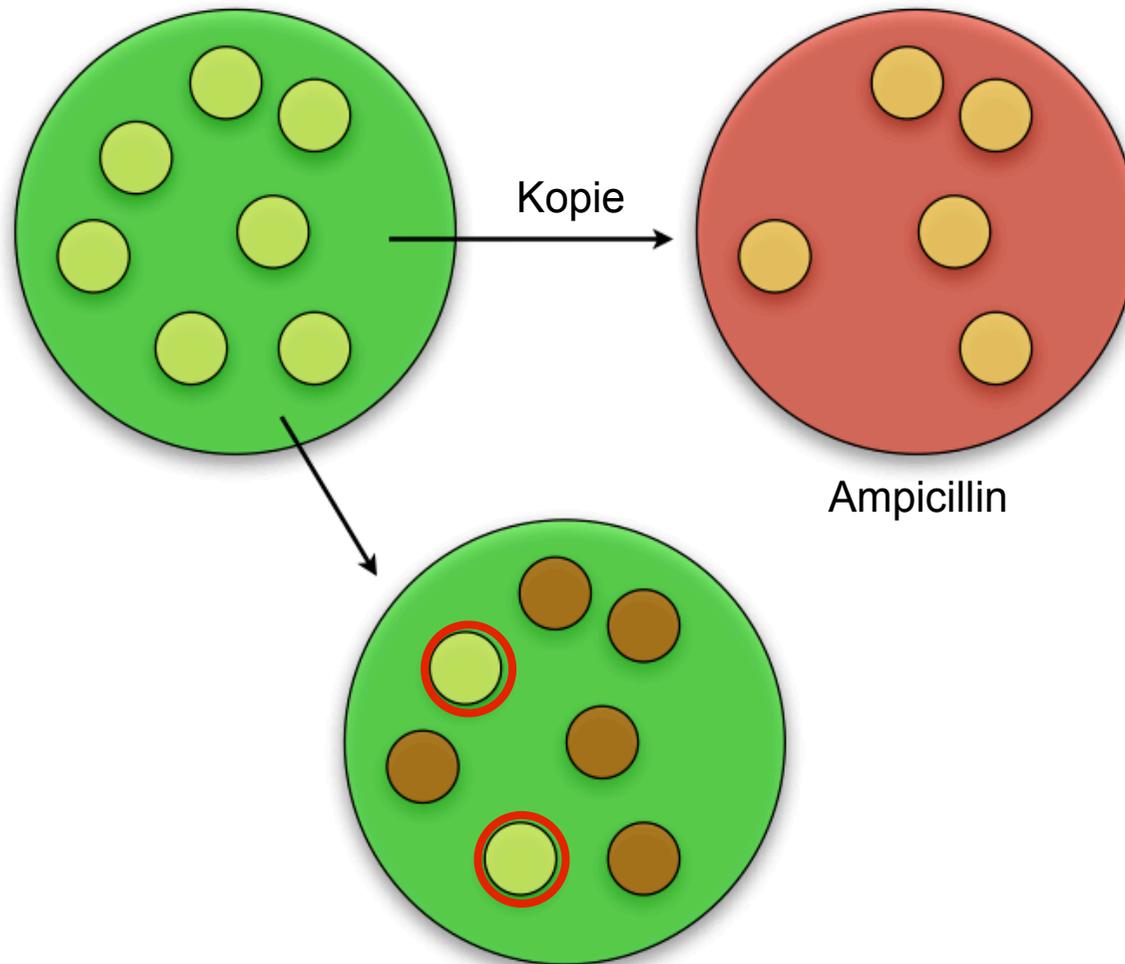


Man behandelt nicht die Original-Petrischale mit Ampicillin, sondern eine Kopie der Petrischale.

Eine solche Kopie kann leicht mit der **Stempeltechnik** angefertigt werden.

Wiederbelebung der abgestorbenen Zellen?

Man sollte doch immer eine Sicherheitskopie anfertigen...



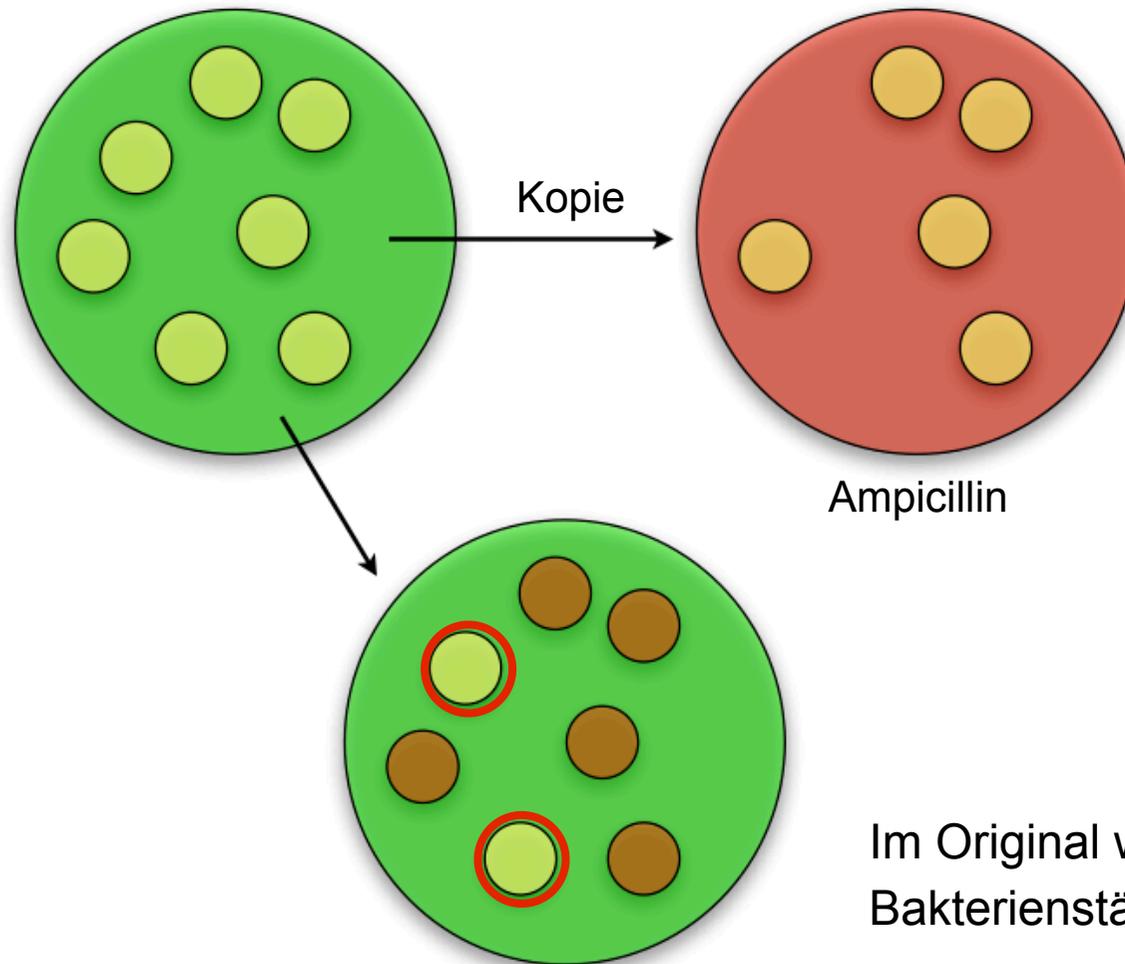
Man behandelt nicht die Original-Petrischale mit Ampicillin, sondern eine Kopie der Petrischale.

Eine solche Kopie kann leicht mit der **Stempeltechnik** angefertigt werden.

Die abgestorbenen Kolonien leben in dem Original weiter.

Wiederbelebung der abgestorbenen Zellen?

Man sollte doch immer eine Sicherheitskopie anfertigen...



Man behandelt nicht die Original-Petrischale mit Ampicillin, sondern eine Kopie der Petrischale.

Eine solche Kopie kann leicht mit der **Stempeltechnik** angefertigt werden.

Die abgestorbenen Kolonien leben in dem Original weiter.

Im Original werden dann die gesuchten Bakterienstämme identifiziert und vermehrt.