

1. Ebene

von **B** (1. Ebene, Nummer 18 „Lebensdomainen“, S. 100)

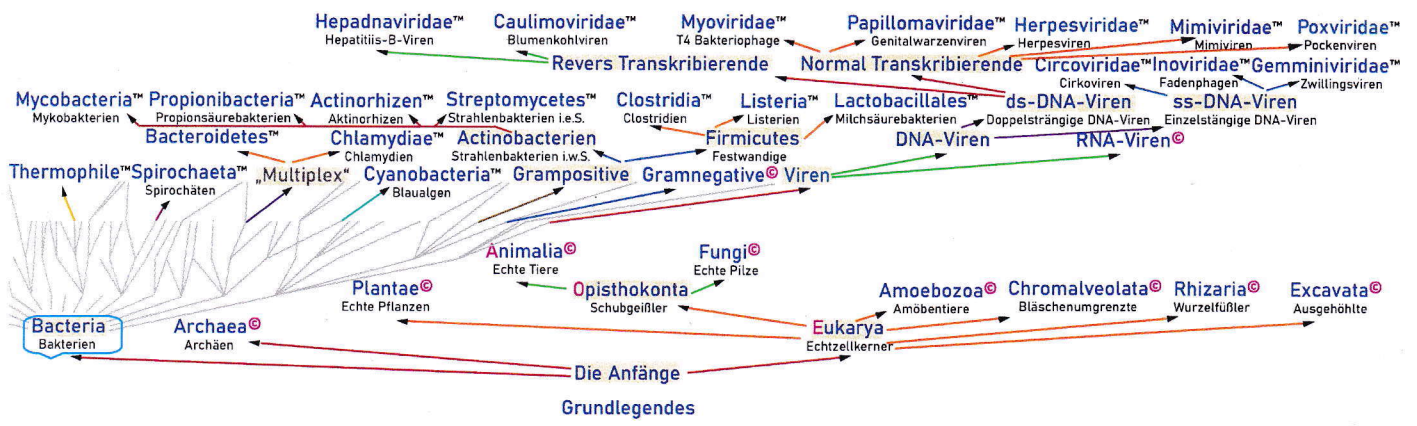
C

Bacteria: Bakterien

Stammbaumartige Anordnung;
hier wird jeweils nur ein Ast dargestellt.
An jedem Buchstaben zweigen
jedoch ein bis mehrere ab:
A → J: siehe dafür separate Blätter

1 C (,D,E): Bakterien (Bacteria, S. 101)

[illegible]



Bakterien

Bakterien bilden zusammen mit Archäen die sogenannten Prokaryoten, weil sie noch keinen echten Zellkern aufweisen, wie dies für Eukaryoten gilt. Wegen ihrer Kleinheit und ihrer einfachen Spaltung, um aus einer Zelle zwei zu bilden – und dies in einer recht kurzen Generationszeit – auch wegen Fehlens oft zeitaufwendiger sexueller Vermehrung, waren Bakterien schon zu frühester Zeit in ihrer Vielfalt die Lebewesen schlechthin für die Besiedlung diversester Habitate. Auch heute noch spielen sie für die Natur und für jeden einzelnen höher entwickelten Organismus eine erhebliche, oft lebenserhaltende, aber auch lebensgefährdende Rolle. Diese Einflussnahme auf die Evolution und auf das Leben generell, wurde lange wegen der Bakterien Kleinheit, die oft kaum einen halben Tausendstel Millimeter messen, übersehen. Heute werden sie jedoch immer mehr als Grundlage unseres Lebens verstanden. Welche entscheidende Rolle sie nicht nur für den menschlichen Körper spielen, wird immer deutlicher. Das Mikrobiom des Darms, das hauptsächlich aus Prokaryoten besteht, ist buchstäblich in mancher Menschen Mund, wenn es gilt, das Mikrobiom des Darms neu aufzubauen.

Ein Steckbrief mit Wesensmerkmalen charakterisiert die erste Gruppe eigenständig lebensfähiger Bionten (**1 Steckbrief**). Dabei werden Eigenschaften der Zellwand, der sterilen Hülle um die eigentliche Zelle, in den Blick genommen, wie auch Charakteristika des inneren Baus und der Bakterien Anfälligkeit gegenüber Stoffwechselprodukten anderer Organismen. Diese Zusammenstellung bereitet auf die Unterschiede zu anderen Bionten vor, die an geeigneter Stelle vergleichend hervorgehoben werden. Gemeinschaften von Bakterien (**2 Gemeinschaft**) bildeten sich, um in einer Art Zusammenwirken Abfallprodukte der anderen zu verwenden. So können einige Heterotrophe, die bezüglich Energie von schwefelhaltigen Mineralien leben, nicht allen Schwefel verwenden. Geben diesen als zunächst in Wasser gelösten, in höherer Konzentration auch gasförmigen Schwefelwasserstoff, H_2S , ab, das anderen als Elektronenlieferant dienen kann (**2 Gemeinschaft**). Genetische Vielfalt zu erreichen und aufrechtzuerhalten, war sicher zu früher Zeit eine wichtige Voraussetzung für die Besiedlung neuer Habitate. Da sexuelle Fortpflanzung noch keine Option war, kam es höchstwahrscheinlich sehr bald zu Übertragung und Austausch von Erb molekülen, deren Abgabe und Übernahme noch unspezifisch gewesen sein mochten und damit keiner wesentlichen Beschränkung unterlagen, was als Promiskuität aufgefasst werden kann (**3 Promiskuität**). Durch Unabhängigwerden von organischen Substanzen der näheren Umgebung und Verwendung von Licht als Energielieferant wird es Bionten möglich, weiter entfernte und auch größere Areale zu besiedeln. Um sich erfolgreich über weite Strecken ausbreiten zu können, ist Eigenbeweglichkeit von großem Vorteil (**4 Auf zu neuen Ufern**). Zwei Neuerungen, die möglicherweise in engem Zusammenhang stehen, kennzeichnen vieler Bakterien Aussehen und Verhalten. Zunächst musste im Laufe der Evolution ein Transportsystem geschaffen werden, das Ionen und Moleküle durch die Lipiddoppelmembran in das Innere der Zelle schleust. Dazu dient auch heute eine Vielzahl sog. Kanäle in Membranen, die von Proteinen umgeben sind. Sie dienen mit Hilfe von ATPasen Energie des ATPs freizusetzen, um gegen den Widerstand der Membran und/oder gegen den Widerstand des gegensätzlich geladenen Innenraums, geladene oder ungeladene Ionen und kleinere Moleküle zu transportieren. Die Mechanik der in mehreren Etagen angeordneten Proteinmoleküle ist einem Trommelrevolver recht ähnlich, dem in Proteintaschen immer wieder

Ionen eingefügt und durch ein Weiterdrehen dann auf der anderen Seite abgesetzt werden. Nur so ist es unter Energieaufwand möglich, einen Transport in die Zelle zu gewährleisten. Doch auch für Transportvorgänge nach außen können solche Kanäle von Bedeutung sein (**5 Mit aller Kraft voraus**). In ihrem Aufbau recht ähnlich erscheinen die zum Rotieren der bakteriellen Geißel nötigen Motoren. Doch anstelle Ionen und andere Moleküle nach außen zu bringen, wird ein Kanal genutzt, ein spezifischen Proteins, Flagellin, das in der Zelle synthetisiert wird, nach außen zu bringen, wo es schraubenförmig zu einer Hohlröhre zusammengebaut wird. Sie wird an ihrem Ende nach Erreichen der endgültigen Länge geschlossen. An der Basis krümmt dann ein spezielles Protein die Geißel, so dass ihre Schrägstellung eine propellerartige Anordnung bewirkt. Ein Rotieren erfolgt in ähnlicher Weise wie dies für zu transportierende Ionen gilt. Weil aber die Geißel mit den Kanalproteinen fest verbunden ist, dreht sie sich rasch propellerartig und treibt oder zieht das Bakterium voran. Die recht ähnlichen Grundlagen von Transport durch den Kanal und der Geißelbewegung geben Anlass, auf einen gemeinsamen Ursprung der beiden Bauprinzipien zu schließen. Entsprechend der lebenswichtigen Bedeutung von Transportvorgängen, in die und aus der Zelle, kann geschlossen werden, die Etablierung von Transportkanälen war der Prototyp, aus dem sich auch die Geißelbewegung entwickelte. Der Kreationisten Argument der „nicht reduzierbaren Komplexität“, weil bei Fehlen eines einzigen Bausteins die Geißelbewegung komplett nicht funktionierte (**7 Der Streit**), kann mit dem schon früher vorliegenden Prinzip der rotierenden Ionentransportbewegung begegnet werden (**6 Zum Innehalten**). Warum im Laufe der Evolution eigenbewegliche Bakterien einen Vorteil hatten, erklärt sich aus der Möglichkeit, damit neue Gebiete zu erreichen, um Nahrung oder einfach nur um bessere Lebensbedingungen zu finden, oder um einschränkender Konkurrenz zu entkommen. Gleichfalls aber kann der energieaufwendige Bewegungsmodus wieder reduziert werden, wenn stationäres Leben sich als ökonomischer erweist. So lässt sich auch die Weiterexistenz von Motoren erklären, obwohl auf die Eigenbeweglichkeit wieder verzichtet wird (**7 Der Streit**). Auch dies zeigt, selbst bei Einbuße der Beweglichkeit, bei eventuellem Fehlen eines einzigen Bausteins, ist für Bakterien nicht generell alles verloren (**7 Der Streit**). Ein Modell, wie schnell sich evolutiv Grundsätzliches ändern kann wird am Beispiel von Kohl, *Brassica oleracea*, dargestellt. Aus einer Grundform dieser Art, haben sich durch des Menschen selektierenden, evolutionsimitierenden Einfluss, unterschiedlichste Sorten ergeben, die sich sogar sexuell fortpflanzen und damit auch als stabile Varietäten, z. B. *Brassica oleracea* var. *gongylodes* für Kohlrabi, erkannt werden. Freilich, würde der Mensch seine isolierende Tätigkeit beenden, würden sich unter natürlichen Bedingungen diese Veränderungen wohl nicht erhalten können. Der Mensch schafft aber durch seine Bemühungen diese stabilen ökologischen Nischen, die auch in der Natur als Voraussetzung für ein Bestehenbleiben von Änderungen erforderlich sind (**6 Zum Innehalten**). Weitere Beispiele für solche vom Menschen hervorgebrachten Veränderungen können diese Tatsache stark untermauern. Ein wesentlicher Faktor für die Geschwindigkeit, mit der sich solche Änderungen manifestieren, ist die Anzahl der Generationen, bzw. die Länge der Generationszeit. Je mehr Generationen, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass sich Änderungen ergeben und auch durchsetzen. Für Bakterien, die unter guten Bedingungen sich binnen 20 Minuten in ihrer Anzahl verdoppeln können, ist eine evolutive Veränderung schneller zu erwarten, besonders, falls sich ihre Umwelt als sehr heterogen erweist, oder der selektierende Druck sie zu Änderungen gleichsam zwingt. Rezentestes Beispiel, wie schnell sich Bakterien an solche evolutiven Drücke anpassen können, ist die Entstehung gegen

Antibiotika multiresistenter Vertreter. Dieser Vorgang zeigt, worauf die Evolution gründet und wie schnell Organismen auf neue Herausforderungen reagieren können. Für andere Organismen beträgt die Generationszeit kaum ein halbes Jahr, z. B. für Ratten, ein Jahr für viele Kulturpflanzen und Haustiere, für Menschen, etwa 25-30 Jahre (**6 Zum Innehalten**). Ein fiktiver Streit zwischen Designisten und Kreationisten einerseits und jenen, die der Tatsache der Evolution anhängen, der verbal, doch auch in Büchern seinen Niederschlag findet, schließt die Einführung zu den Bakterien ab (**7 Der Streit**).

Eingestellt am 6. April 2024

- ¹ Lipide (Membranlipide): Stoffe mit zwei verschiedenen Enden, ein fettlösliches (wasser-abweisendes) und ein wasserlösliches, oft phosphatverknüpftes Ende; je nach umgebender Flüssigkeit können sich die Moleküle orientieren und flächige Verbände bilden und auch zu Doppellagen assoziieren, deren wasserabstoßende Seiten zueinander weisen
- ² Hydrophil (Gegensatz: hydrophob): wasserfreundlich
- ³ Cholin $[(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}]$: ist ein Amin und bildet zusammen mit dem daran gebundenen Phosphat die hydrophile Gruppe des Phospholipids, der Hauptkomponente der Lipidmembranen
- ⁴ Phosphat: An andere Atome oder Moleküle gebundene Phosphorsäure $[\text{H}_3\text{PO}_4]$ entspricht $\text{O}=\text{P}(\text{OH})_3$
- ⁵ Glycerin: Dreifachalkohol, $[\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}]$, der zwischen Phosphat und den beiden Fettsäuremolekülen des Phospholipids vermittelt; Glycerin gehört noch zum hydrophilen Teil, während die beiden Fettsäureketten hydrophob sind
- ⁶ Hydrophob (Gegensatz: hydrophil): wasserabstoßend
- ⁷ Fettsäuren: Langkettige Kohlenwasserstoffe mit einer Säuregruppe $[-\text{COOH}]$ an einem ihrer Enden
- ⁸ Proteine: Aus Aminosäuren aufgebaute, komplexe Moleküle. Die $[-\text{NH}_2]$ -Gruppe einer Aminosäure wird mit der Hydroxylgruppe $[-\text{OH}]$ der Säurefunktion $[-\text{COOH}]$ unter Wasserabspaltung verknüpft, dabei entsteht eine charakteristische Abfolge von Atomen: $[-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{N}-]_n$, wobei das unmittelbar dem $[\text{N}]$ benachbarte $[\text{C}]$ einen doppelbindigen Sauerstoff $[-\text{C}=\text{O}]$ trägt
- ⁹ Enzym: Protein, das, an spezielle Moleküle angepasst, die Synthese katalysiert.
- ¹⁰ Helix Holme: gemeint ist hier Die DNA ist aus zwei komplementären, leiterförmig angeordneten Strängen, deren Sprossen durch die gegenüberliegenden Basen A und T, bzw. G und C gebildet werden; diese Stränge sind selbst wiederum verdreht
- ¹¹ Ribonucleasen (RNasen): zerschneiden RNA
- ¹² DNA (=DNS): Desoxyribonucleic Acid, Desoxyribonukleinsäure, eine reduzierte Ribose; Baustein der Erbinformation
- ¹³ Nucleotide: Desoxyribonucleosid- bzw. Ribonucleosidtriphosphate (ATP, TTP, CTP, GTP, UTP)
- ¹⁴ Ribosom: Organell aus ribosomaler RNA und Proteinen. Es dient zur Translation der mRNA-Informationen in Proteine. Meist sind mehrere Ribosomen über die mRNA kettenartig verbunden, um zugleich mehrere Ablesevorgänge hintereinander ablaufen lassen zu können
- ¹⁵ Ribosomale RNA (rRNA), verknüpft sich unter Beteiligung von Proteinen zum Ablesegerät (Ribosom) der tRNAs, um Aminosäuren zu Proteinen zu verknüpfen
- ¹⁶ 50S, 30S, 70S: Die Abkürzung S ist die Sedimentationskonstante beim Zentrifugieren von Teilchen. Je größer die Konstante, umso schwerer sind sie. Die bakteriellen Ribosomen, aus zwei ungleichgroßen Untereinheiten zusammengesetzt, sind mit 70S schwerer als die separierten Teile, mit den Größen 30S und 50S. Dass die Summe der beiden Untereinheiten 70 und nicht 80 ergibt, liegt an der größeren relativen Oberfläche der Einzelteile im Vergleich zur Doppelstruktur
- ¹⁷ Transfer-RNAs (tRNAs): Übersetzen die Informationen der mRNA in die verschiedenen Aminosäuren
- ¹⁸ Formyliertes Methionin: Das Methionin, eine Aminosäure, trägt, wenn formyliert, am Stickstoff noch einen Formylrest $(-\text{CHO})$, eine Aldehydgruppe
- ¹⁹ Methionin: Schwefelhaltige Aminosäure
- ²⁰ Murein: Zellwand fast aller Bakterien, in der kettenförmig verbundene Zuckermoleküle, an denen Ammoniumgruppen $(-\text{NH}_2)$ hängen und diese wieder mit verschiedenen Molekülen verknüpft sind. Diese Ketten sind noch durch kurze Folgen von Aminosäuren verbunden und ergeben so einen sehr stabilen Sack um die Zelle
- ²¹ Osmostress: Osmose ist die Diffusion eines Lösungsmittels (z. B. Wasser) durch eine für eine bestimmte Substanz nur in einer Richtung durchlässige Membran. Ziel der Diffusion des Wassers ist es, einen Konzentrationsausgleich zwischen den beiden durch die Membran getrennten Räume zu erreichen. Ist z. B. die Salzkonzentration innerhalb einer Zelle höher als außen, so wird so lange Wasser in die Zelle aufgenommen, bis es zu einem Konzentrationsausgleich kommt. Ist die Salzkonzentration innerhalb der Zelle niedriger, so wird Wasser nach außen entweichen. Als Folge würde sich im ersten Fall die Zelle ständig vergrößern, bis sie unter Umständen sogar platzt, im zweiten Fall würde sie kollabieren. Zumindest das Zerplatzen infolge des Osmosestresses kann durch eine widerstandserzeugende Zellwand verhindert werden.
- ²² Glucose: Ringförmiger Zucker mit sechs $[\text{C}]$ -Atomen $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]$; der Ring besteht aus fünf $[\text{C}]$ -Atomen und einem Sauerstoffatom; das restliche $[\text{C}]$ -Atom hängt als $[-\text{CH}_2\text{OH}]$ -Gruppe an einem dem Sauerstoff benachbarten $[\text{C}]$ -Atom; vier $[-\text{OH}]$ -Gruppen stehen an $[\text{C}]$ -Atomen des Rings
- ²³ Amin: Derivat (= Abkömmling) des Ammoniaks $[\text{NH}_3]$, wobei ein, zwei oder drei Wasserstoffatome durch eine Kohlenstoffverbindung ersetzt sind, z. B. $[\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2]$
- ²⁴ Seitengruppen (von Molekülen): An einer Hauptkette (oder Hauptring) eines Moleküls können verschiedene Seitengruppen (oft als funktionelle Gruppen), z. B. $[-\text{CH}_3]$, $[-\text{CH}_2\text{OH}]$, $[-\text{NH}_2]$, $[-\text{CHO}]$ oder $[-\text{COOH}]$ hängen
- ²⁵ Milchsäurerest: $[\text{CH}_3\text{CHOHCO}-]$; Milchsäure: $[\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}]$
- ²⁶ Essigsäurerest: $[\text{CH}_3\text{CO}-]$

²⁷ Peptide: Kurze Ketten aus (verschiedenen) Aminosäuren.

²⁸ Bionten: Allgemeine Bezeichnung für Lebewesen

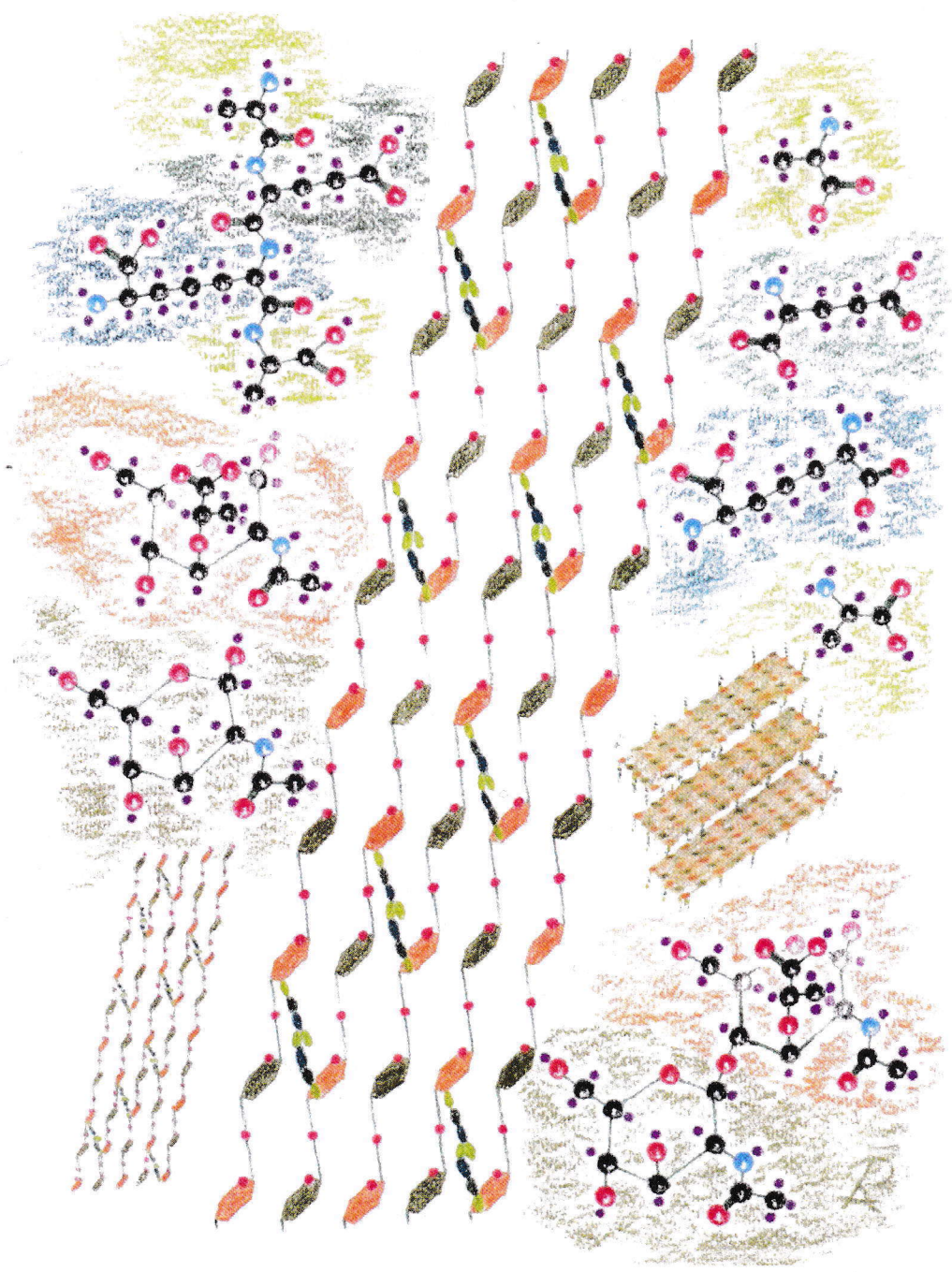
²⁹ Gram-Färbung: Eine Methode, Bakterien anzufärben, die der dänische Arzt Hans Christian Gram entwickelt hatte, um Bakterien nach Farbreaktionen einzuteilen. Dabei werden die Bakterien zunächst mit Kristallviolett und Jod angefärbt und anschließend mit Ethanol ausgewaschen und nochmals mit Safranin oder Fuchsin gefärbt. Gram-positive Bakterien sind danach purpur gefärbt, Gram-negative pinkfarben.

³⁰ Lipidmembran: Lipide, bestehend aus einem mit drei Hydroxylgruppen $[-OH]$ versehenen Glycerinmolekül, an dem zwei Fettsäuren und ein Cholin unter Wasserabspaltung angeknüpft sind, zeigen einen hydrophilen Kopf (Glycerin und Cholin) und den hydrophoben Fettsäureschwanz. Nach dem Motto Gleich zu Gleich gesellt sich gern, ordnen sich die hydrophilen Köpfe zum einen und die hydrophoben Schwänze zum anderen nebeneinander an und bilden eine geschlossene Schicht. Eine Doppelmembran entsteht dann, wenn sich zwei solcher Schichten, hydrophobe Schwänze zueinander gereckt, aneinanderlegen

³¹ Streptomycin: Antibiotikum, das heute zum Bekämpfen von Bakterien verwendet wird

³² Chloramphenicol: Antibiotikum, das heute zum Bekämpfen von Bakterien verwendet wird

Eingestellt am 6. April 2024



Murein (*Kreidezeichnung, Reinhard Agerer*)

Schräg in der Mitte des Bildes zeigen parallele Stränge den Aufbau des Mureins aus regelmäßig über Sauerstoffbrücken (rot) verknüpften Zuckern, N-Acetyl-Glucosamin (moosgrün) und N-Acetyl-Muraminsäure (ocker). Kurze Peptide verbinden benachbarte Muraminsäuren in lockerer Folge. Peptide sind jeweils (Reihenfolge ausgehend vom Zucker) aus L-Alanin (hellgrün), D-Glutaminsäure (dunkelgrün), Diaminopimelinsäure (blaugrün) und D-Alanin (hellgrün) aufgebaut. Der Sauerstoff im Zucker (rot) ermöglicht einen Einblick, mit welchen Kohlenstoffatomen die Zucker und Peptide verknüpft sind. Die beteiligten Moleküle sind in Atomdarstellungen an den Seiten des Bildes detailliert gezeigt und mit den entsprechenden, oben erwähnten Farben hinterlegt: links oben das Peptid, rechts oben die einzelnen Aminosäuren, linke Mitte als einzelne Zucker, rechts unten verknüpft. Links unten ist ein verkleinerter Mureinausschnitt dargestellt, rechts fast mittig drei Mureinschichten übereinander. Freistehende Peptide deuten die Verknüpfung zwischen den einzelnen Schichten an. (Angelehnt an Slonczewski und Foster 2012, Abb. 3.17)

Eingestellt am 6. April 2024

Doch Schlüssel und Zukunftshoffnung ist Fotosynthetisch erbrachtes Kohlenhydrat.

Eingestellt am 6. April 2024

¹ Schwefelwasserstoff, H_2S : $[\text{H}-\text{S}-\text{H}]$, ein geknicktes Molekül mit mittigem Schwefel

² Heterotrophe: Darunter werden alle Organismen subsumiert, die für ihr Leben auf bereits vorhandene organische Substanzen angewiesen sind

³ Proteine: Aus Aminosäuren aufgebaute, komplexe Moleküle. Die $[-\text{NH}_2]$ -Gruppe einer Aminosäure wird mit der Hydroxylgruppe $[-\text{OH}]$ der Säurefunktion $[-\text{COOH}]$ unter Wasserabspaltung verknüpft, dabei entsteht eine charakteristische Abfolge von Atomen: $[-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{N}-]_n$, wobei das unmittelbar dem $[\text{N}]$ benachbarte $[\text{C}]$ einen doppelbindigen Sauerstoff $[-\text{C}=\text{O}]$ trägt

⁴ Grüne Schwefelbionten, Grüne Schwefelbakterien: sind einzellige, phototrophe, obligat anaerobe Bakterien mit verschiedenen äußeren Formen, ohne aktive Bewegung.

⁵ Porphyrinelektronen: Elektronen des Porphyrinringsystems im Chlorophyll

⁶ Elektronen: Negativ geladene Bestandteile von Atomen, die den positiv geladenen Atomkern umgeben. Sie sind an den Atomkern gebunden und bilden die sogenannte Elektronenhülle des Atoms

⁷ Schwefelmolekül, $[\text{S}_2]$: Elementarer Schwefel, der als Molekül aus zwei Atomen Schwefel besteht; (^{16}S), besitzt sechzehn Protonen; 16 Neutronen kommen noch hinzu. (^{16}S , Anzahl der Protonen = Ordnungszahl 16)

⁸ Chlorophyll (Bakterienchlorophyll): „Bakteriengrün“, bestehend aus Porphyrinringsystem mit angehängter Kohlenstoffkette. Es unterscheidet sich vom „Blattgrün“ durch bestimmte Seitenmoleküle am Porphyrinringsystem

⁹ Photonen: Lichtquanten, oder Lichtteilchen, aus denen Lichtstrahlung besteht

¹⁰ Schwefeltetroxid (SO_4^{2-}): Eine maximal oxidierte Schwefelverbindung mit vier Atomen Sauerstoff; liegt als zweifach negativ geladenes Ion vor



Gemeinschaft macht stark (*Kreidezeichnung, Reinhard Agerer*)

Spricht man von horizontalem Transfer genetischer Information⁵.

¹ Chromosom: Genetische Informationseinheit aus unterschiedlichen Mengen DNA diverser Basensequenzen; Bei Bakterien sind die DNA-Helices zu Ringen geschlossen

² Cytoplasma: Flüssiger Zellinhalt mit darin liegendem Cytoskelett

³ Lipiddoppelmembran: Lipide, bestehend aus einem mit drei Hydroxylgruppen $[-OH]$ versehenen Glycerinmolekül, an dem zwei Fettsäuren und ein Cholin unter Wasserabspaltung angeknüpft sind, zeigen einen hydrophilen Kopf (Glycerin und Cholin) und den hydrophoben Fettsäureschwanz. Nach dem Motto Gleich zu Gleich gesellt sich gern, ordnen sich die hydrophilen Köpfe zum einen und die hydrophoben Schwänze zum anderen nebeneinander an und bilden eine geschlossene Schicht. Eine Doppelmembran entsteht dann, wenn sich zwei solcher Schichten, hydrophobe Schwänze zueinander gereckt, aneinanderlegen

⁴ Transformation: Direkte Aufnahme von DNA durch andere Organismen.

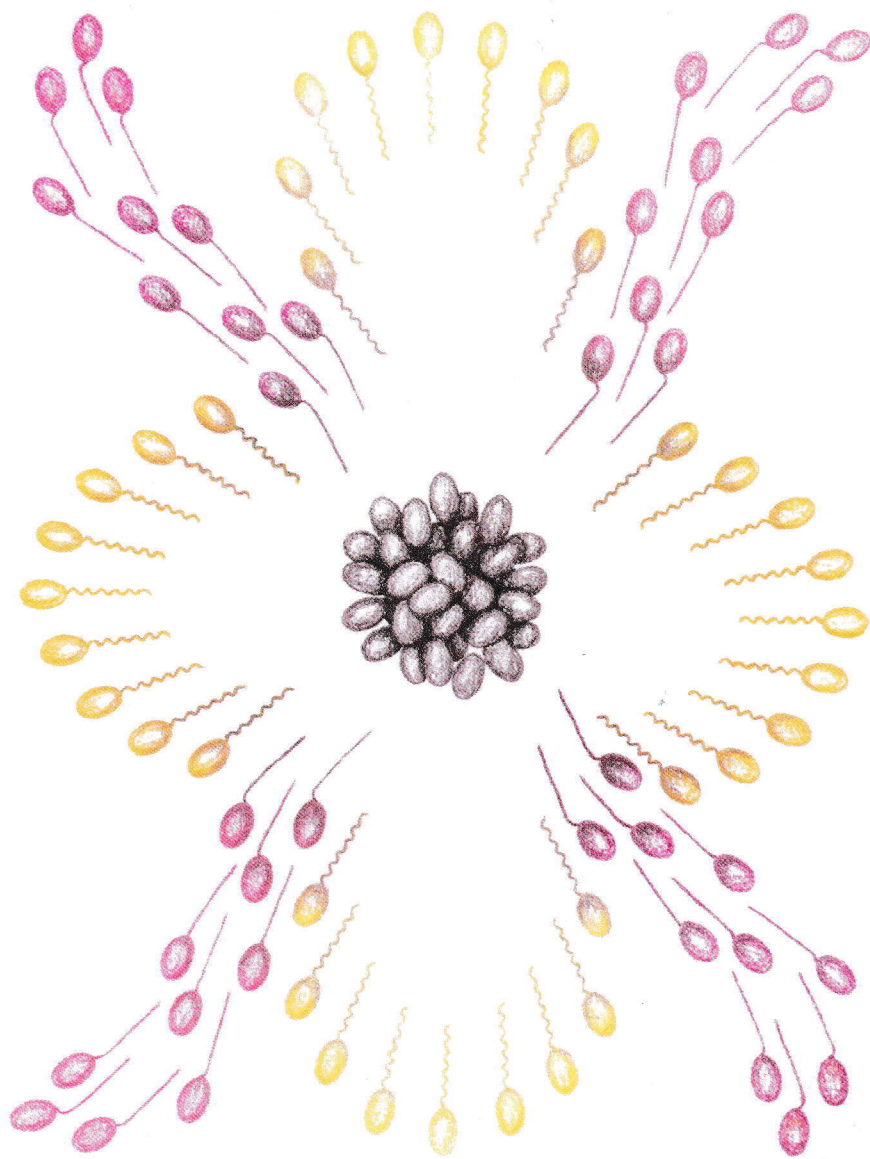
⁵ Horizontaler Gentransfer: Im Gegensatz zum vertikalen Gentransfer (von einer Generation zur anderen) wird beim horizontalen Gentransfer genetisches Material, DNA-Bruchstücke, auf andere Individuen, andere Arten oder sogar auf andere Organismengruppen übertragen. Dies kann direkt erfolgen (Transformation) oder mit Fremdhilfe

Eingestellt am 6. April 2024



Jede mit Jeder (*Kreidezeichnung, Reinhard Agerer*)

Diversität von Bakterien, vermittelt durch unterschiedliche Größen, Formen und Farben (Einzelzellen der Bakterien sind grundsätzlich farblos, in dichten Kolonien können sie aber Farben zeigen). Violett werden DNA-Helices gezeigt, die von Zelle zu Zelle reichen; doch bei so großen Abständen zwischen Spender und Empfänger würde in der Natur die Transformation nicht gelingen. Zwischen gleichen und ungleichen Zellen wird ein DNA-Transfer angedeutet. Die stark vergrößerten, grün dargestellten Zellen zeigen ringförmige DNA und deren mögliche ungleichmäßige Verteilung im Zuge der Tochterzellbildung.



Freiheit! (*Kreidezeichnung, Reinhard Agerer*)

Fort streben sie alle, wer ein Flagellum besitzt

Eingestellt am 6. April 2024

Um Flagellen wie Propeller zu bewegen.
Unterschiedlich aber sind die Antriebspeitschen in der Wand vertäut.
Vier der Ringe leisten sich Gramnegative:
Zwei der Ringe eingefügt der inneren Membran¹⁶,
Je einer Murein¹⁷, sowie der Außenhülle aus Lipid¹⁸.
Grampositive brauchen allerdings nur zwei.

Ungezählte Moleküle Flagellin,
Stück für Stück nach außen durch die Ringe transportiert,
Lagern sich zur hohlen Röhre
– Bis zum Schluss als Schlauch benutzt –
Eng am fernsten Ende dicht zusammen,
Um das hohle Multiprotein,
Nun der Zelle angehängt, als
Paddel¹⁹ im Kreis zu schwingen.

Gestreckt noch steh'n die Geißeln von den Zellen.
Ein Haken wird der Basis aber schon geformt,
Geben Peitschen²⁰ einen schrägen Winkel.
Nun in Gang noch den Motor gesetzt, treiben sie die Zellen schnell voran.
Kraftvoll sind Bionten selbstbeweglich;
Noch fehlt die Steuerung jedoch für ein zielgenaues Orientier'n. –

Vehement bestreiten gegenwärtig Designisten²¹
Eine Schritt für Schritt Entwicklung ihres Triebs,
Betrachten es als Fertigteil des Schöpfers,
Nicht als Resultat der gottgewollten Evolution.

¹ Zellumgebende Lipiddoppelmembran: Gramnegative Bakterien umgibt nur eine dünne Mureinschicht, die aber nach außen hin noch von einer Lipiddoppelmembran, mit Einschlüssen, umhüllt ist.

² Proteinkomplexe: Proteine sind häufig zu Komplexen vereint, wobei sich die einzelnen Proteine sich oft in Bau, Eigenschaften und Funktion unterscheiden

³ Protonenpumpen: Transmembranproteine, die die positiv geladenen Protonen gegen einen elektrochemischen Gradienten transportieren

⁴ ATP: Adenosin-tri-phosphat; bestehend aus Ribose und Adenin; Ribose trägt an seiner nicht in den Zuckerring einbezogenen Kohlenstoffgruppe drei hintereinander liegende Phosphatgruppen. Diese lineare Anordnung der Phosphate hat zur Folge, dass das dritte, äußerste Phosphat, mit seiner ihm dadurch innewohnenden Energie, diese leicht unter Abspaltung auf andere Moleküle übertragen kann

⁵ Protonen: das positiv geladene (elektronennackte) Wasserstoffatom

⁶ Positive Ladung: Fehlt einem Atom, einem Molekül, ein Elektron (oder mehr) so ist die positive Ladung der Protonen des betreffenden Atoms nicht ausgeglichen; das Atom, das Molekül, erscheint deswegen positiv geladen

⁷ Calcium: als Ion doppelt positiv geladen, Ca^{++}

⁸ Magnesium: als Ion doppelt positiv geladen, Mg^{++}

⁹ Kalium: als Ion einfach positiv geladen, K^{+}

¹⁰ Peptide: Kurze Ketten aus (verschiedenen) Aminosäuren.

¹¹ ATPase: Enzym, das ATP unter Energieweitergabe in ADP und P spaltet; die Endung -ase kennzeichnet ein Protein als Enzym

¹² Kanäle, Membrankanäle: in den Lipiddoppelmembranen werden von bestimmten Proteinen feine Kanäle gebildet, durch die verschiedene Substanzen transportiert werden können

¹³ Bionten: Allgemeine Bezeichnung für Lebewesen

¹⁴ Flagellin: Globuläres Protein, das sich zu vielen selbst zu einem Hohlzylinder anordnet und im westlichen das Flagellum der Prokaryoten (Bakterien und Archäen) bildet

¹⁵ Gram-Färbung: Eine Methode, Bakterien anzufärben, die der dänische Arzt Hans Christian Gram entwickelt hatte, um Bakterien nach Farbreaktionen einzuteilen. Dabei werden die Bakterien zunächst mit Kristallviolett und Jod angefärbt und anschließend mit Ethanol ausgewaschen und nochmals mit Safranin oder Fuchsin gefärbt. Gram-positive Bakterien sind danach purpur gefärbt, Gram-negative pinkfarben.

¹⁶ Innere Lipiddoppelmembran: Lipiddoppelmembran, die jedes Organismus' Zellinneres umgibt; im Gegensatz zur zellumgebenden Lipiddoppelmembran Gramnegativer Bakterien

¹⁷ Murein: Zellwand fast aller Bakterien, in der kettenförmig verbundene Zuckermoleküle, an denen Ammoniumgruppen ($-NH_2$) hängen und diese wieder mit verschiedenen Molekülen verknüpft sind. Diese Ketten sind noch durch kurze Folgen von Aminosäuren verbunden und ergeben so einen sehr stabilen Sack um die Zelle

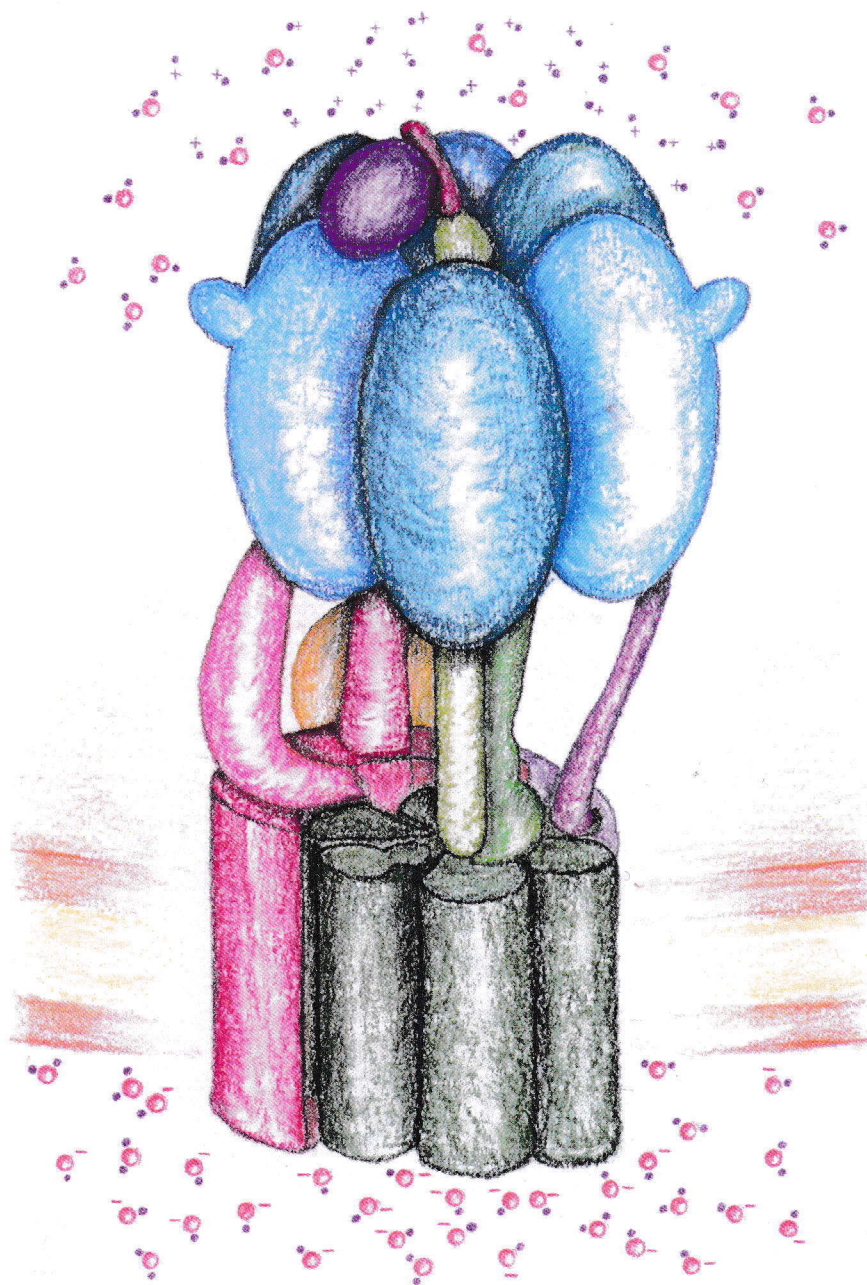
¹⁸ Zellumgebende Lipiddoppelmembran

¹⁹ Flagellum, Geißel (Bakteriengeißel): Aus vielen globulären Flagellinproteinen zusammengesetzte Hohlröhre

²⁰ Flagellum, Geißel (Bakteriengeißel)

²¹ Designisten („Intelligent Design“): Designisten glauben, Gott hätte einen Grundbauplan erschaffen, zum Beispiel den Typ Vogel, der sich dann weiterdifferenziert und -entwickelt hätte

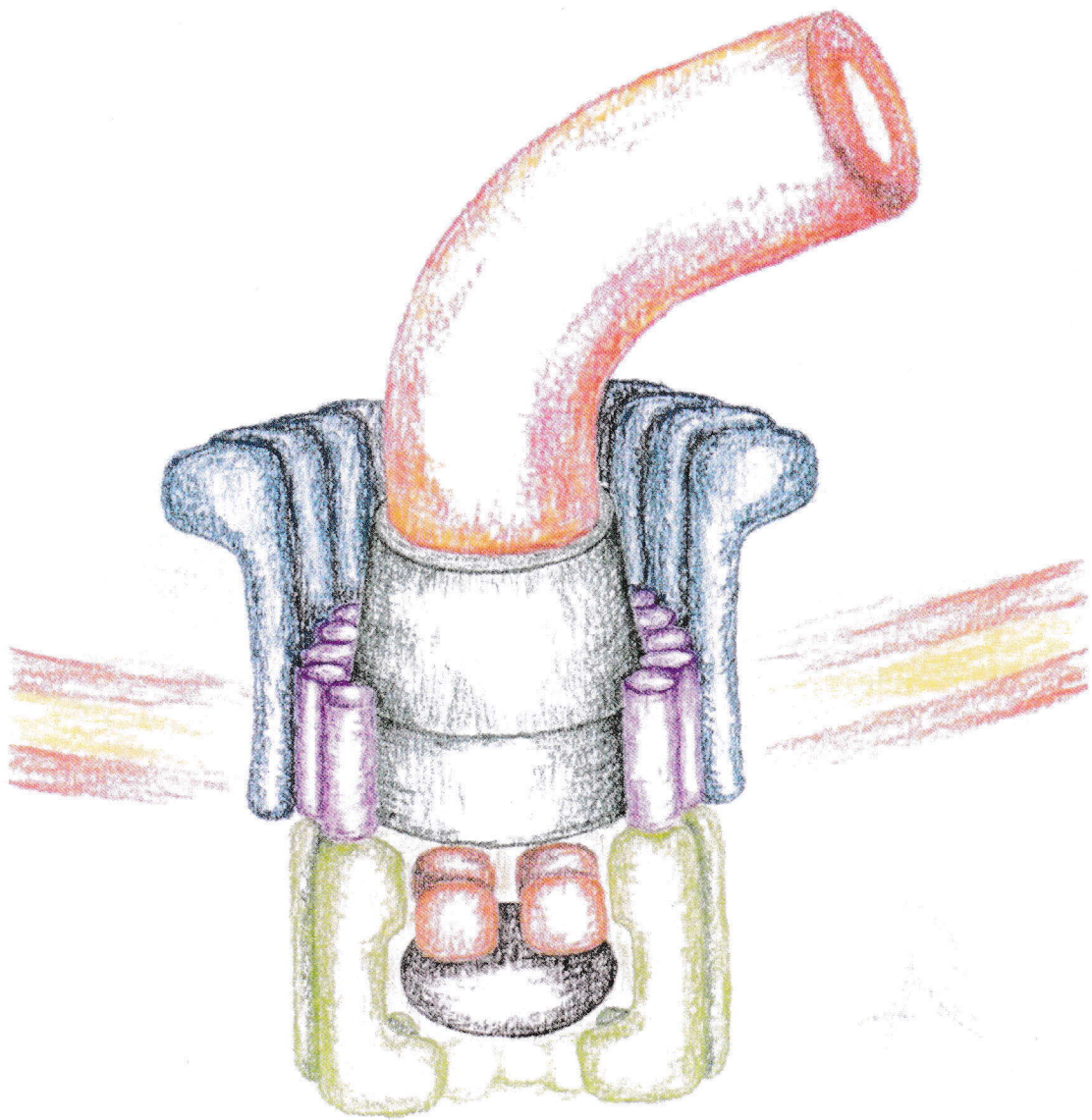
Eingestellt am 6. April 2024



Modell einer ATPase getriebenen Protonenpumpe (*Kreidezeichnung, Reinhard Agerer*)

Dargestellt ist eine pflanzliche Protonenpumpe. Der etagierte Aufbau aus verschiedenen Proteinen ist deutlich zu erkennen, auch das trommelrevolverartige Rad (grün), aus dem die Protonen entlassen werden. Die ATP-Hydrolyse findet unter Zusammenwirken der zwei Mal drei Köpfchen statt, wodurch das zentrale Stielchen (hellgrün) durch Konformationsänderung seines Proteins, das Rad drehen wird und so das Proton transportiert. – Nach Lüttge U, Kluge M (2012) Botanik. Die einführende Biologie der Pflanzen. 6. Auflage. WILEY-VCH, S. 52.

Eingestellt am 6. April 2024



tMotor der bakteriellen Flagellen (*Kreidezeichnung, Reinhard Agerer*)

Der untere, in Hellgrün gehaltene Ring liegt cytoplasmaseitig, während der darüberliegende Ring mit seiner Basis (die violetten Zylinder deuten dies an) in der inneren Doppellipidmembran fixiert ist. Zwei Rotorenräder sind dabei beteiligt: Die violetten Zylinder für den Antrieb, die den etagierten Ring der Flagellenbasis (mittelgrün) umgeben, und die ebenfalls kranzförmig angeordneten dunkelgrünen, hakenförmigen Proteine, die den Motorenkomplex in der Membran verankern. Der zentrale Schaft ist fest mit dem bewegungsaktiven Rotor (violette Zylinder) verbunden; so wird der zentrale Schaft durch die Motorproteine über ATPasen angetrieben. Ockerfarbene Stücke gehören zum Rotor des Flagellenmotors (in der Zeichnung davon etwas abgesetzt); das dunkelgraue ellipsoide Teil dient dem Transport des flagellenaufbauenden Flagellins nach außen durch das röhrenförmige Flagellum. „Die beiden in der Membran verankerten Ringe (dunkelgrün, violett) bilden Ionenkanäle, durch die Protonen fließen, die Energie für die Drehung erzeugen. Im Flagellenmotor wird so die elektrochemische Energie des transmembranen Gradienten in mechanische Energie umgewandelt. Nach dem gleichen Prinzip funktionieren bakterielle ATP-Synthasen, die ebenfalls einen Ionengradienten zur Erzeugung eines Drehmomentes nutzen.“ – Nach Munk K, ed. (2008) Mikrobiologie. Thieme, S. 46. Schema der Flagellenbasis eines Gramnegativen Bakteriums, abgewandelt für ein Grampositives Bakterium, das nur die beiden unteren in der inneren Doppellipidmembran liegenden Ringe (Motorringe) besitzt.

Eingestellt am 6. April 2024

-
- ¹ Kohl: *Brassica oleracea* (Brassicaceae – Brassicales – Malvaneae – Rosidae – Superrosidae – ...)
- ² Blumenkohl, Karviol: *Brassica oleracea* var. *botrytis*
- ³ Kohlrabi: *Brassica oleracea* var. *gongylodes*
- ⁴ Wirsing: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*
- ⁵ Blaukraut, Rotkohl: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *rubra*
- ⁶ Weißkraut, Weißkohl: *Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *alba*
- ⁷ Rosenkohl: *Brassica oleracea* var. *gemmifera*
- ⁸ Brokkoli: *Brassica oleracea* var. *italica*
- ⁹ Grünkohl: *Brassica oleracea* var. *sabellica*
- ¹⁰ Hauspferd: *Equus caballus* (Hippomorpha – Mesaxonia – Ungulata – Übrige Laurasiatheria – Laurasiatheria – ...)
- ¹¹ Haushund: *Canis lupus familiaris* (Cynoidea – Caniformia – Carnivora s.s. – Carnivora s.l. – Euarchonta – ...)
- ¹² Hauskatze: *Felis catus* (Felis-Gruppe – Feloidea – Feliformia – Carnivora s.s. – Carnivora s.l. – ...)
- ¹³ Haushuhn: *Gallus gallus domesticus* (Gallini – Phasianinae – Phasianidae – Galliformes – Galloanseres – ...)
- ¹⁴ Saatweizen: *Triticum sativum* (Triticeae – Poideae – BOP-Verwandtschaft – Poaceae – Poineae – ...)
- ¹⁵ Tomaten: *Solanum lycopersicum* (Solanaceae – Solanales – Lamianae – Asteridae – Superasteridae – ...)
- ¹⁶ Karnickel, Hauskaninchen: *Oryctolagus cuniculus* forma domestica (Leporidae – Lagomorpha – Glires – Euarchontoglires – Boreoeutheria – ...)
- ¹⁷ Pumpenmoleküle: Transmembranproteine, die positiv geladene Ionen gegen einen elektrochemischen Gradienten transportieren

Eingestellt am 6. April 2024



Des Kohls vielfältiges Gesicht (*Kreidezeichnung, Reinhard Agerer*)

Verschiedene Teile der Kohlwildform (*Brassica oleracea*, rechts oben hinten) wurden durch Züchtung verändert. Blaukraut, Rotkohl: Blätter dichtest zum Kopf geschichtet und blau/rot durch Anthocyane gefärbt (unten Mitte); Kohlrabi: basale Sprosssteile zur Knolle umgebildet (in einer blauen Form links des Blaukrauts, in grüner Form darüber); Rosenkohl: seitliche Triebe der Blattachsen wurden zu dichtgeschichteten kleinen Köpfchen (schräg von rechts unten nach links oben); Blumenkohl, Karviol: eine gestauchte, dicht veräselte, steril gebliebene Sprossachse wird von großen basalen Blättern umgeben (rechts neben Rosenkohl).

Eingestellt am 6. April 2024

² Nichtreduzierbare Komplexität: Designisten (und Kreationisten) nehmen gerne für ihre Ansichten äußert komplexe Organe dafür als Beispiel, deren Funktion vollkommen zusammenbräche, würde nur ein entscheidender Baustein fehlen. Sie vergessen dabei jedoch, dass der komplexe Bau nach und nach erst entstanden ist und auch funktionell sich weiterentwickelt hat. Nur wer davon ausgeht, alles wäre schon so seit jeher existent, kann daher von einer nichtreduzierbaren Komplexität sprechen, weil, nicht verwunderlich, die Funktion beeinträchtigt wird oder gänzlich ausfällt, wenn ein entscheidendes Teil fehlt. So wie ein Auto nicht fährt, fehlen z. B. Räder. Der Bakterien Flagellen und das menschliche Auge dienen meist der Argumentation.

³ Flagellum, Geißel (Bakteriengeißel): Aus vielen globulären Flagellinproteinen zusammengesetzte Hohlröhre

⁴ Mureinsacculus: Der Bakterien Murein umgibt die Zelle sackähnlich durch der Zellwand widerstandsfähige, massive Konstruktion

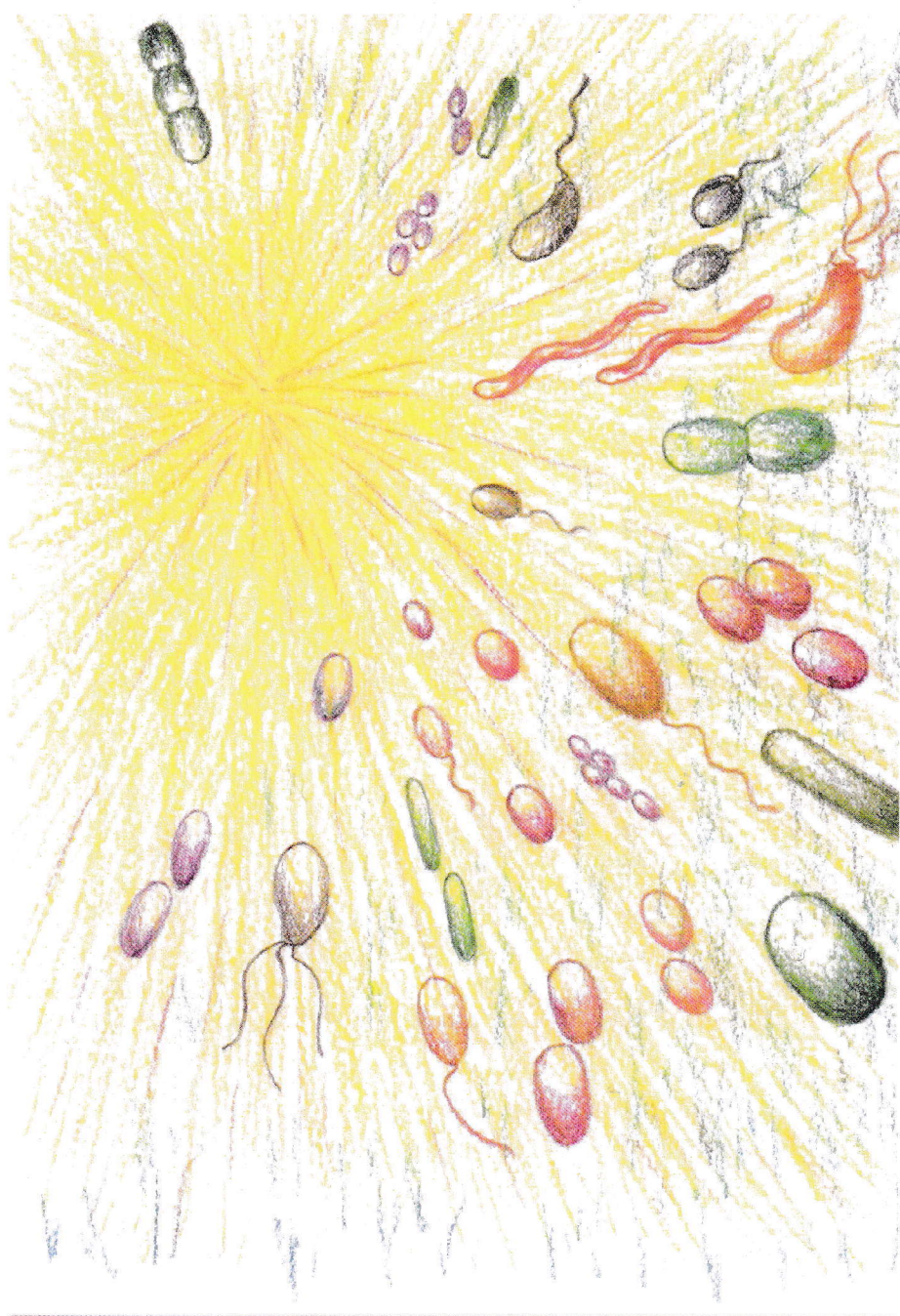
⁵ Lipidmembran: Lipide, bestehend aus einem mit drei Hydroxylgruppen [–OH] versehenen Glycerinmolekül, an dem zwei Fettsäuren und ein Cholin unter Wasserabspaltung angeknüpft sind, zeigen einen hydrophilen Kopf (Glycerin und Cholin) und den hydrophoben Fettsäureschwanz. Nach dem Motto Gleich zu Gleich gesellt sich gern, ordnen sich die hydrophilen Köpfe zum einen und die hydrophoben Schwänze zum anderen nebeneinander an und bilden eine geschlossene Schicht. Eine Doppelmembran entsteht dann, wenn sich zwei solcher Schichten, hydrophobe Schwänze zueinander gereckt, aneinanderlegen; Grampositive Bakterien besitzen dabei nur eine innere Membran, Gramnegative noch eine zusätzliche außen um den Mureinsacculus herum; in entsprechender Weise sind Ihre Geißelbasen gebaut; doppelringig bei Grampositiven; vierringig bei Gramnegativen.

⁶ Protonen: Bausteine der Atomkerne; die positiv geladenen Protonen sind mit neutralen Neutronen assoziiert; oft auch nur verstanden als das positiv geladene (elektronennackte, einzige Proton) des Wasserstoffatoms

⁷ Flagellin: Globuläres Protein, das sich zu vielen selbst zu einem Hohlzylinder anordnet und im westlichen das Flagellum der Prokaryoten (Bakterien und Archäen) bildet

⁸ Neutrinos: Gehören zu den Leptonen, sind elektrisch ungeladen und in den Nachweisgrenzen masselos; sie zeigen keine Wechselwirkung mit Atomen

Eingestellt am 6. April 2024



Bakterienexplosion (*Kreidezeichnung, Reinhard Agerer*)

Eingestellt am 6. April 2024