

4. Ebene

von **CEA** (3. Ebene, Nummer 1 „Verschobene Verhältnisse“, S. 164)

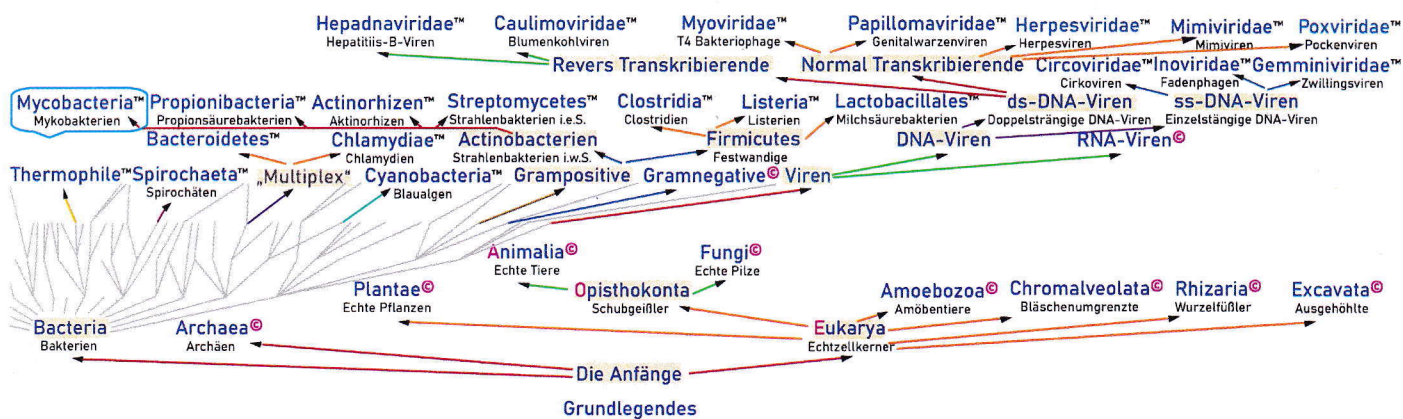
CEAD

Mycobacteria: Mykobakterien

4 D (A,B,C,): Mykobakterien (Mycobacteria, S. 187)
3 A (,B): Strahlenbakterien i.w.S. (Actinobacteria, S. 164) →
2 E (A,B,C,E, ,F,G): Grampositive (S. 162) →
1 C (,D,E): Bakterien (S. 101) →

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

[illegible]



³ Synapsen: Verbindungen zwischen Nervenzellen, bzw. von Axon zu Axon. Dort enden die elektrischen Signale (an der Grenze zwischen prä- und postsynaptischem Teil); die Informationsübertragung erfolgt nun durch Ausschüttung von in Vesikeln gebildeten Neurotransmittern; sie werden vom postsynaptischen Teil aufgenommen, wodurch wieder elektrisches Potential entsteht, das vom Axon rasch weitergeleitet wird.

⁴ Neurotransmitter: Moleküle, die von einer Nervenzelle abgegeben und von einer anderen aufgenommen werden, wodurch Signale im Nervensystem weitergeleitet werden. Als bedeutende Neurotransmitter gelten z. B. Adrenalin, Acetylcholin, Serotonin und Dopamin.

⁵ Vesikel (Zellvesikel): Kleine, abgegliederte, rundliche, doppelmembranhüllte Behälter.

⁶ Gliazellen: Ummanteln als sog. Schwannsche Zellen das Axon, bilden in Kette nacheinander Hülle und Stütze und isolieren elektrisch das Axon von der Umgebung.

⁷ Elektrisches Potential, Aktionspotential: Eine vorübergehende charakteristische Abweichung des Membranpotentials einer Zelle vom Ruhepotential. Ein Aktionspotential mit zelltypischem Verlauf bildet sich und breitet sich als elektrisches Signal über die Zellmembran aus. Aktionspotentiale bilden sich durch kurzfristige und kurzzeitige Änderungen der Membranleitfähigkeit infolge von Wechselwirkungen besonderer spannungsgesteuerter Ionenkanäle in der Membran. Die zeitabhängige unterschiedliche Aktivierung führt zum „Laufen“ des Aktionspotentials entlang der Axonmembran. Für eine Auslösung des Aktionspotentiallaufs ist eine bestimmte Schwellenhöhe des Potentials, also des Reizes, erforderlich.

⁸ Stäbchenförmig (Bakterien): Abgerundet zylindrisch, deutlich länger als breit

Eingestellt am 6. April 2024



Nervenzellen von Wirbeltieren (Kreidezeichnung; Reinhard Agerer, 2024)

Eine Nervenzelle ist hier gezeigt, vom Perikaryon (nur dort liegt der Kern der langgezogenen Nervenzelle) mit vielen feinen Abzweigungen, den Dendriten, und anschließend dem Axon, das sich basal verzweigt, und jeder Zweig endet in einer Synapse (schräg durch das Bild von rechts oben nach links unten verlaufend; Axon jeweils in Dunkelbraun; die beiden strichlierten Querlinien dazwischen deuten einen fehlenden, mitunter Dezimeter langen Teil an). Umgeben ist das Axon mit Schwann-Zellen (eine Form der Gliazellen), die voneinander jeweils einen kleinen Abstand, „Einschnürung“, lassen (in Auf- und Schnittsicht; jeweils rötlich gefärbt). Bild links oben zeigt die entscheidenden funktionellen Strukturen einer Synapse.

Dargestellt ist die Basis des Axons (oben) mit der präsynaptischen Erweiterung, darunter angedeutet die postsynaptische Zelle, dazwischen der synaptische Spalt (ockerfarbene begrenzte, breite, gelbe Linien stellen die Lipiddoppelmembran dar; in Rötlich ist ein Teil der letzten Schwann-Zelle zu sehen). Kommt ein elektrisches Signal als Aktionspotential (Blitzzeichen) gegen die Aufblähung gerast, öffnen sich elektrosensitive Kanäle (blau, geöffnet dargestellt) für Calciumionen, $[Ca^{2+}]$ (blaue Punkte), die dann von außen nach innen vordringen; sie lösen die Verschmelzung von Vesikeln mit der Synapsenmembran aus, die daraufhin ihren Inhalt, einen Neurotransmitter (z. Acetylcholin), in den synaptischen Spalt entleeren. Der Neurotransmitter setzt sich an die zuerst noch geschlossenen Kanäle (grün) für Natrium $[Na^+]$ (rote Punkte), die sich daraufhin öffnen und Natrium-Ionen in die postsynaptische Endung eindringen lassen. Dadurch entsteht wieder ein elektrisches Signal, das die darunterliegende Zelle anregt, dieses weiterzuleiten oder eine Reaktion auszulösen (z. B. eines Muskels). Wird der Neurotransmitter abgebaut (im Bild darunter), schließt sich wieder der natriumspezifische Kanal. Damit ist der Natrium-Kanal chemosensitiv, chemisch durch den Neurotransmitter aktiviert.

Das in der Synapse ankommende Elektrosignal, stammt von Signalen der Dendriten, die sie im Perikaryon sammelten und zum sog. Axonhügel (Beginn des Axons) leiteten. Von dort wird es sprunghaft von Einschnürung zu Einschnürung zwischen den Schwann-Zellen weitergeleitet: Nur dort lassen elektrosensitiv sich öffnende Natriumkanäle Natriumionen in das Axon. Über die einfließenden Natriumionen wird die innen zunächst negative Spannung zum Außenraum hin umgekehrt. Ist die Spannungsänderung hoch genug, schießt als Folge ein Elektroimpuls (das Aktionspotenzial) Richtung Synapse; der Vorgang wiederholt sich, indem sich die Natriumkanäle der nächsten Einschnürung öffnen, während sich die nun signallosen Natriumkanäle schließen, bis das Signal letztlich zur Synapse gelangt. Die beiden Axonquerschnitte im Bereich zwischen den Schwann-Zellen zeigen geöffnete (links) und geschlossene (rechts) Natriumkanäle.

Rechts unten wird ein Querschnitt durch das Axon an einer Stelle mit Schwann-Zelle (rötlich) gezeigt. Eine einzige Zelle hat sich, flachgedrückt in schraubiger Weise um das Axon gewunden, scheidet Myelin (schwärzlich gezeichnet) aus, um das Axon an dieser Stelle nach außen hin zu isolieren. Natriumkanäle sind dort folglich nicht vorhanden.

Diese vereinfachte Darstellung berücksichtigt nicht den Einfluss von Kalium-Ionen $[K^+]$ und Anionen [z. B. Beispiel Cl^- , auch Moleküle können negative Ladungen tragen], ebenso nicht die Wirkung ATP-verbrauchender Kalium/Natriumpumpen auf die Etablierung des normalen Spannungsgefälles (negativ innen, positiv außen) über die Lipiddoppelmembran hinweg.

Nach Sadava D, Hillis DM, Heller HC, Berenbaum MR (2011) *Purves Biologie*; Campbell NA, Reece JB (2003, ff) *Biologie*. Jürgen Markl (Herausg.), 6. Auflage

Eingestellt am 6. April 2024

² Fresszellen: Weiße Blutkörperchen. Sie dienen der Beseitigung von Mikroorganismen durch Phagocytose und stellen stammesgeschichtlich die vermutlich ältesten Teile der angeborenen Immunabwehr dar. Makrophagen können auch fusionieren und mehrkernige Riesenzellen bilden, um größere Fremdkörper durch Phagozytose zu umschließen und zu verdauen.

³ Lysozyme: Spezielle Hydrolasen, durch Wasseranlagerung auflösende Enzyme, die durch antibakterielle Wirkung zum unspezifischen Immunsystems gehören.

⁴ Endosom: Mikrobenumschließendes Vesikel entstanden aus einer Zellmembraneinstülpung

⁵ *Mycobacterium leprae*: *Mycobacteria* (Actinobacteria – Grampositive – Bacteria); Verursacher von Lepra

⁶ Lymphe: In Lymphgefäßen fließende wässrige, hellgelbe Flüssigkeit als Zwischenglied zwischen Gewebsflüssigkeit und Blutplasma. Das Lymphsystem mit Lymphgefäßen als Leitungsbahnen ist neben dem Blutkreislauf das wichtigste Transportsystem. Es ist auf den Transport von Nähr- und Abfallstoffen spezialisiert und entsorgt in den Lymphknoten auch Krankheitserreger wie Bakterien und Fremdkörper (Wikipedia)

Eingestellt am 6. April 2024

Würde Mycobacterium leprae sich mit Lymphocyten⁸ bescheiden
Und nicht der Nerven Signale verhindern,
Wäre sein Wirken nicht so fatal.
Denn nur durch fehlendes Schmerzempfinden
Werden Wunden durch Sekundärinfektionen⁹
Zur ständigen Qual.

¹ Mycobacterium leprae: Mycobacteria (Actinobacteria – Grampositive – Bacteria); Verursacher von Lepra

² Reduktive Evolution: Evolutive Weiterentwicklung durch Verlust verschiedener Merkmale

³ Lepra: Bei dieser Krankheit sterben die Nerven ab, und die Gefäße – Arterien und Venen – verstopfen durch eine Verdickung des Blutes. Die Betroffenen verlieren meist das Gefühl für Kälte, Wärme und auch Schmerz. Ohne Behandlung verletzen sich die Patienten oft unbemerkt und infizieren sich über die Wunden mit lebensgefährlichen Krankheiten. Daher stammt auch die Vorstellung, Lepra würde zum Abfallen von Fingern, Zehen, Händen oder Ohren führen, deren Deformation und Verkrüppelung auffälligstes Zeichen ist. Da die Erkrankten keine Schmerzen spüren, werden Wunden oft unbehandelt gelassen, und durch Entzündungen können diese Körperbereiche absterben. (Wikipedia)

⁴ Aussatz: 3 Mose 13, 1-25

⁵ Cicero, Marcus Tullius (103-43 v. Chr.): Berühmtester Redner des Alten Rom, Philosoph und Politiker

⁶ Langobarden: Gruppe politisch-militärischer Ansammlungen, die sich an den Rändern, zum Teil innerhalb des Römerreiches gebildet hatten. Sie dienten sich den Römern an oder versuchten aus deren Reich Prestige oder materiellen Gewinn zu schlagen. Eroberten ab 558 n. Chr. Teile Italiens. (Wikipedia)

⁷ Mediveale Zeiten: Zeit des Mittelalters

⁸ Lymphocyten: Gruppe weißer Blutkörperchen mit zentraler Aufgabe in der Immunabwehr, denn sie können ganz gezielt Krankheitserreger erkennen und beseitigen.

⁹ Sekundärinfektion: Infektion, die zu einer anderen Infektion sekundär dazukommt und die Schwächung des Organismus oder des Organs ausnutzt

Eingestellt am 6. April 2006