

4. Ebene

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

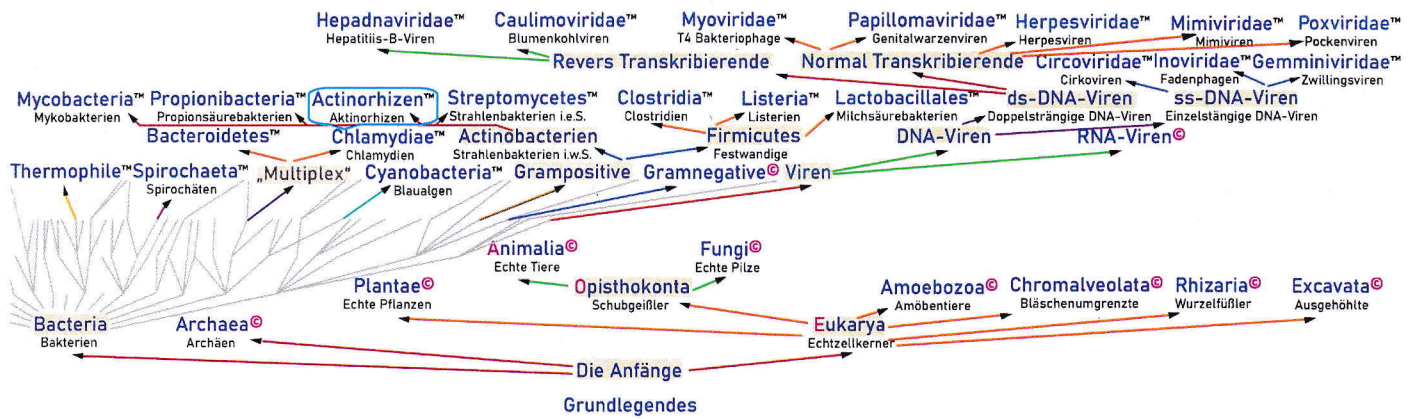
CEAB

Actinirhiza: Aktinorhizen

4 B (A, C,D): Actinorhiza (Aktinorhizen, S. 173)
 3 A (,B): Strahlenbakterien i.w.S. (Actinobacteria, S. 164) →
 2 E (A,B,C,D ,F,G): Grampositive (S. 162) →
 1 C (,D,E): Bakterien (Bacteria, 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]



Nur so kann es gelingen, sauerstoffarme Sphären
Für ungestört wirkende Nitrogenasen zu bilden,
Um, des molekularen Stickstoffs dreifache Bindung lösend,
An jedes Stickstoffatom vier Wasserstoffe¹¹ zu koppeln.

Im Überschuss produziert Frankia wegen des reichlich fließenden Zuckers.
Legt manches davon in Aminosäuren¹² fest,
Bringt, so pH-Werte¹³ intern stabilisierend,
Das Zuviel entsorgend, in die Umgebung hinaus.

Dankbar greifen die Wurzelzellen auf diese Spende zurück,
Produzieren selbst Aminosäuren damit,
Transportieren in Blätter sie, in Äste und Stamm,
Speichern ausreichend Stickstoff auch selbst in Protein¹⁴.

¹ Frankia alni: Scheint die einzige Art der Gattung zu sein, obwohl sie Aktinorhizen an verschiedensten Sträuchern und Bäumen, so unterschiedlicher Verwandtschaften wie Fagales (z. B. Betula), Cucurbitales (z. B. Coriaria) und Rosales (z. B. Hippophae, Dryas) bilden. Es wäre erstaunlich, verbürgen sich nicht wirtsverwandtschaftsspezifische Arten darin.

² Cellulasen: Cellulose abbauende Enzyme.

³ Pectinasen: Pectin abbauende Enzyme

⁴ Enzym: Protein, das, an spezielle Moleküle angepasst, die Synthese katalysiert. Meistens werden mehrere Enzyme zu einem Komplex verbunden, um eine räumliche Nähe zwischen den einzelnen, aufeinanderfolgenden Syntheseschritten herzustellen

⁵ Plasmalemma: Lipidoppelmembran bei Organismen mit Saftvakuole und fester Zellwand (Plantae, Fungi, bestimmte Chromalveolata)

⁶ Cellulosemolekülketten: Kettenförmige Cellulosemoleküle können sich über Wasserstoffbrücken und gelegentlich mit anderen Zuckermolekülen quer vernetzen, so dass längere und dickere Ketten entstehen. Normal werden diese Cellulosemoleküle zu größeren Einheiten zu Fibrillen (Mikro- und Makrofibrillen) zusammengelagert, um die Zellwand der Pflanzen stabil zu gestalten. Die eindringenden Frankia-Fäden, wie auch in anderen Fällen Fäden von Pilzen, werden allerdings unter dem Einfluss des Eindringlings von der Pflanzenzelle mit nur wenig organisierter Cellulose bedeckt. (Abbildung unter „Actinorhiza, 1 Eintritt“)

⁷ Zucker, hier Saccharose, Glucose und Fructose

⁸ Molekularer Stickstoff: Stickstoff [N₂]: Zwei Stickstoffatome mit Dreifachbindung verknüpft [N≡N].

⁹ Nitrogenasen: Die einigen Enzyme, die in der Lage sind, Stickstoff aus der Luft in bioverfügbaren Stickstoff umzuwandeln. Diesen Vorgang bezeichnet man als Stickstofffixierung. Der gesamte Prozess der biologischen Stickstofffixierung ist relativ komplex und erfordert das Zusammenwirken mehrerer Enzyme, von denen die Nitrogenase das Wichtigste ist. Um das Enzym gegen Sauerstoff zu schützen, haben Bakterien verschiedene Anpassungen entwickelt, etwa dicke Schleimkapseln oder besonders dickwandige Zellen. Bakterien, die sauerstoffbildende Photosynthese betreiben, trennen stickstofffixierende Zellen (Heterocysten) räumlich von Sauerstoff freisetzenden Zellen oder sie assimilieren Stickstoff nur nachts, wenn die Lichtreaktion der Photosynthese ruht. Nur Prokaryoten besitzen diese Enzyme.

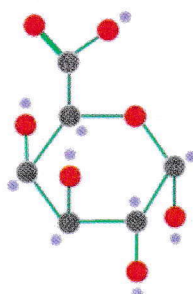
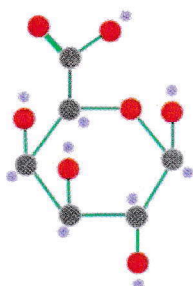
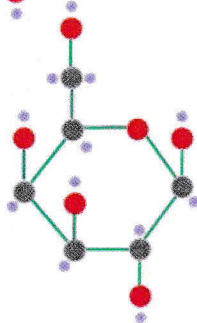
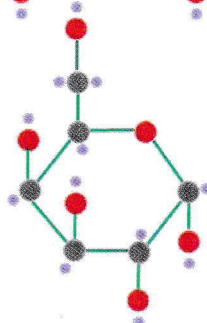
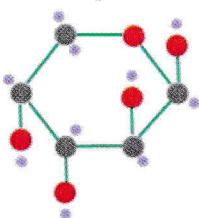
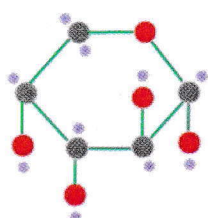
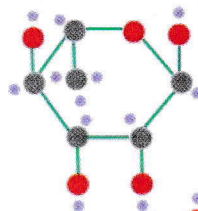
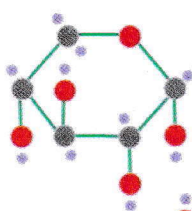
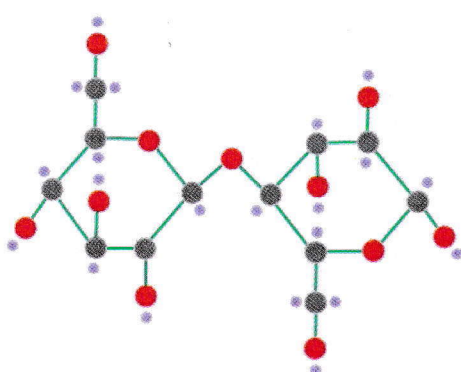
¹⁰ Ammonium (eigentlich Ammoniumion) [NH₄⁺]: Ammoniak [NH₃] mit drei Wasserstoffatomen, wird mit einem weiteren Wasserstoffatom versehen und bekommt dadurch eine positive Ladung

¹¹ Ammonium (eigentlich Ammoniumion) [NH₄⁺]: Ammoniak [NH₃] mit drei Wasserstoffatomen, wird mit einem weiteren Wasserstoffatom versehen und bekommt dadurch eine positive Ladung

¹² Aminosäuren: Organische Säuren mit einer Amino-[–NH₂] Seitengruppe. Biologisch bedeutend sind hauptsächlich jene Aminosäuren, die an dem der Säuregruppe benachbarten Kohlenstoffatom diese Gruppe besitzen

¹³ pH-Wert: Abkürzung für Potential des Wasserstoffs, ist ein Maß für den sauren oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung. Je höher die Konzentration der Wasserstoffionen (H⁺) in der Lösung ist, desto niedriger ist der pH-Wert, desto saurer ist die Lösung, je höher, desto basischer; er schwankt zwischen 0 und 14. Reines Wasser hat einen pH von 7

¹⁴ Proteine: Aus Aminosäuren aufgebaute, komplexe Moleküle. Die [–NH₂]-Gruppe einer Aminosäure wird mit der Hydroxylgruppe [–OH] der Säurefunktion [–COOH] unter Wasserabspaltung verknüpft, dabei entsteht eine charakteristische Abfolge von Atomen: [–C–N–C–C–N–]_n, wobei das unmittelbar dem [N] benachbarte [C] einen doppelbindigen Sauerstoff [–C=O] trägt

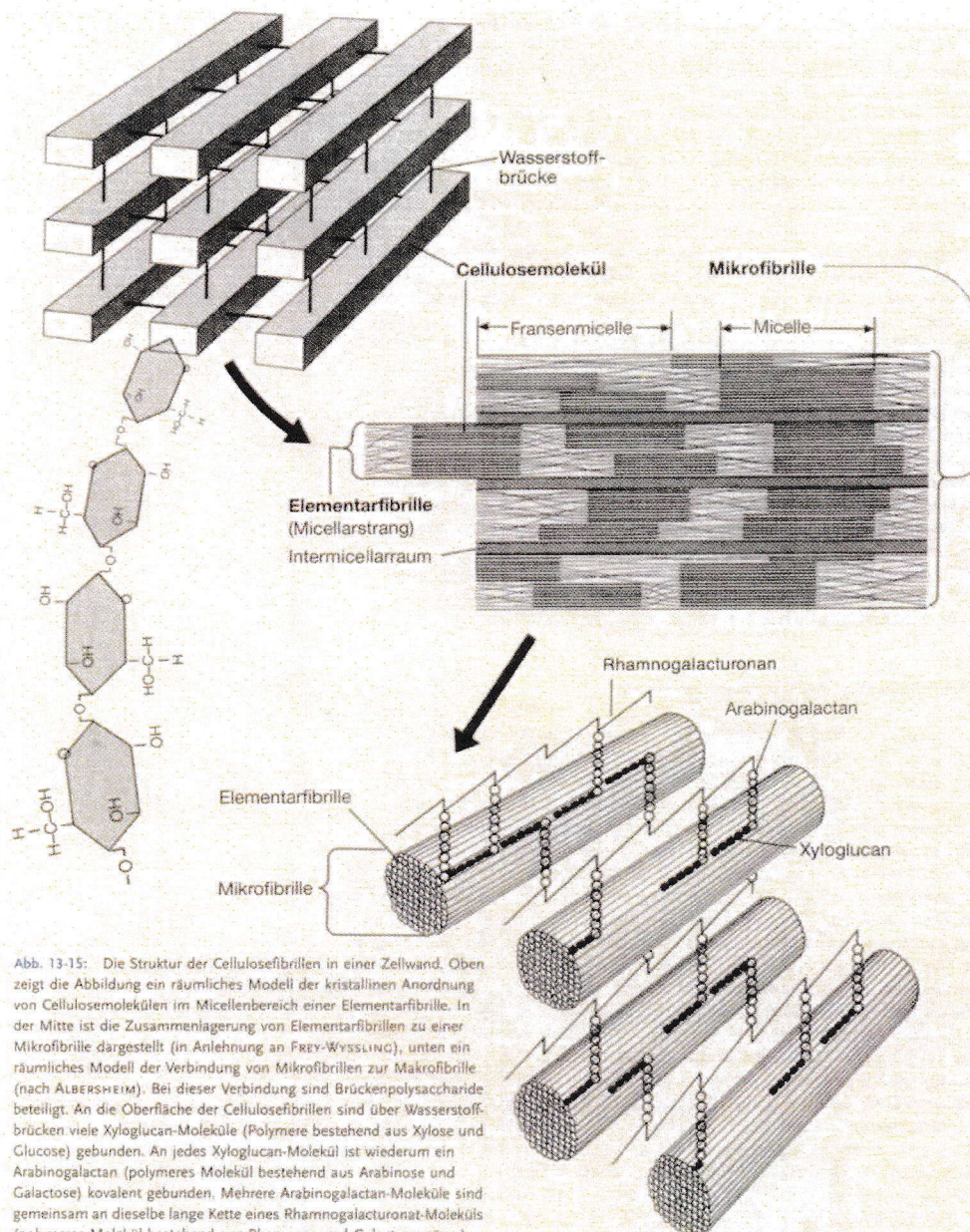


Verschiedene Zucker der pflanzlichen Zellwand (*ppt-generiert; Reinhard Agerer*)

In geraden Ketten verbundene β -Glucose (1. Reihe links) ergibt das langfädige Cellulosemolekül; dabei ist der Zweierzucker Cellobiose (1. Reihe, rechts, 1-4-verknüpfte β -Glucosen) in ständiger Folge miteinander verbunden. Gebündelte Cellulosemoleküle werden von verschiedenen Zuckern (jeweils in bestimmten Abfolgen zu kürzeren, meist verzweigten Ketten vereint) zu größeren Einheiten zusammengefasst. Folgende Zucker sind daran in häufiger Weise beteiligt: β -Xylose (2. Reihe, links), α -Xylose (2. Reihe, Mitte), α -Rhamnose (2. Reihe, rechts); α -Arabinose (3. Reihe, links), β -Arabinose (3. Reihe mitte-links), α -Galactose (3. Reihe mitte-rechts), β -Galactose (3. Reihe, rechts); β -Galacturonsäure (4. Reihe, links) und α -Galacturonsäure (4. Reihe, rechts). α - und β - sind nicht vereinfacht erklärbar. –

Grau: Kohlenstoff; – rot: Sauerstoff; – violett: Wasserstoff; – dünne grüne Linie: Einfachbindung; – dicke grüne Linie: Doppelbindung.

Eingestellt am 6. April 2024



Cellulosebau der Pflanzenzellwand

„**Abb. 13-15:** Die Struktur der Cellulosefibrillen in einer Zellwand. Oben zeigt die Abbildung ein räumliches Modell der kristallinen Anordnung von Cellulosemolekülen im Micellenbereich einer Elementarfibrille. In der Mitte ist die Zusammenlagerung von Elementarfibrillen zu einer Mikrofibrille dargestellt (in Anlehnung an Frey-Wyssling), unten ein räumliches Modell der Verbindung von Mikrofibrillen zur Makrofibrille (nach Albersheim). Bei dieser Verbindung sind Brückenpolysaccharide beteiligt. An die Oberflächen der Cellulosefibrillen sind über Wasserstoffbrücken viele Xyloglucan-Moleküle (Polymere bestehend aus Xylose und Glucose) gebunden. An jedes Xyloglucan-Molekül ist wiederum ein Arabinogalactan (polymeres Molekül bestehend aus Arabinose und Galactose) kovalent gebunden. Mehrere Arabinogalactan-Moleküle sind gemeinsam an dieselbe lange Kette eines Rhamnogalacturonat-Moleküls (polymeres Molekül bestehend aus Rhamnose und Galacturonsäure) gekoppelt. Jede der Rhamnogalacturonatketten kann so mit mehreren Cellulosemikrofibrillen verbunden sein und sie zusammenhalten.“

Lüttge U, Kluge M, Thiel G (2010) Botanik. Die umfassende Biologie der Pflanzen. 1. Auflage. Copyright WILEY-VCH GmbH, S. 296. Reproduced with permission.

Eingestellt am 6. April 2024



Aktinorhizen von Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alder_nodules2.JPG

Autor: Cwmhiraeth

Lizenz: CC-BY-SA-3.0; <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

	4	2 Warzenbälle, S. 177 →
	B	

[illegible]

Actinorhiza, Aktinorhizen:

3 Nimm, aber gewähre dem Andern (TP)

Zum eingespielten Paar sind Actinobakterien und Pflanze geworden.
Jeder nimmt und lässt zum Ausgleich sich nehmen,
Was immer der andere braucht,
Um Fitness¹ und Kraft zu gewinnen.

Doch auch Grenzen setzen die Partner einander.
Ein Bis-hierher-und-nicht-Weiter schützt das symbiotische² Paar;
Denn teilungsaktive Zonen der Pflanze, ergrünende Glieder,
Auch Leitgewebe bleiben tabu.

So zieht jeder den eigenen Vorteil aus dieser innigen Bindung:
Frankia³ findet ohne Umstände Zucker⁴ nun,
Den oft limitierenden Stickstoff der Baum:
Denn einen Prokaryoten fing er sich ein.
Nur sie reduzieren inerten molekularen Stickstoff⁵
Aus der umgebenden Luft.

Flexibilität gewinnt dadurch der Baum,
Besiedelt Gebiete, die andern verwehrt,
Weil nötiger Stickstoff womöglich dort fehlt.
Doch im Gefolge profitieren noch viele weitere davon⁶.

Denn Stickstoff, gebunden in Fülle, kehrt mit sterbenden Teilen
Als Quelle für andere Pflanzen – und Tiere – in den Boden zurück:
Bilden so mit wurzelbewohnenden Frankien
Eine Gemeinschaft zu aller Beteiligten Glück.

¹ Fitness (biologische): Je mehr nachkommenerzeugende Nachkommen entstehen, umso fitter ist ein Organismus

² Symbiose, symbio(n)tisch: wechselseitiges Nehmen zu beiderseitigem Vorteil; auch als wechselseitigen Parasitismus verstehbar

³ Frankia alni: Scheint die einzige Art der Gattung zu sein, obwohl sie Aktinorhizen an verschiedensten Sträuchern und Bäumen, so unterschiedlicher Verwandtschaften wie Fagales (z. B. Betula), Cucurbitales (z. B. Coriaria) und Rosales (z. B. Hippophae, Dryas) bilden. Es wäre erstaunlich, verbürgen sich nicht wirtsverwandtschaftsspezifische Arten darin.

⁴ Zucker: hier wohl hauptsächlich Glucose und Fructose

⁵ Stickstoff [N₂]: Zwei Stickstoffatome mit Dreifachbindung verknüpft [N≡N]

⁶ Der von Frankia in den Pflanzen fixierte Luftstickstoff wird anderen Organismen über verwertbare Blätter, Zapfchen, Äste, Zweige, Wurzeln, Pollen und Früchte (lebend oder tot) verfügbar.