



Lebensweise der Pilze

- lignicole Pilze

Fachgruppe Mykologie Merseburg
28.11.2023 Birgit Starke

Gliederung

1) Ernährungsweisen der Lebewesen

- Autotrophie, Heterotrophie

2) Destruenten/ Zersetzer

- Ernährung und Wachstum der Pilze

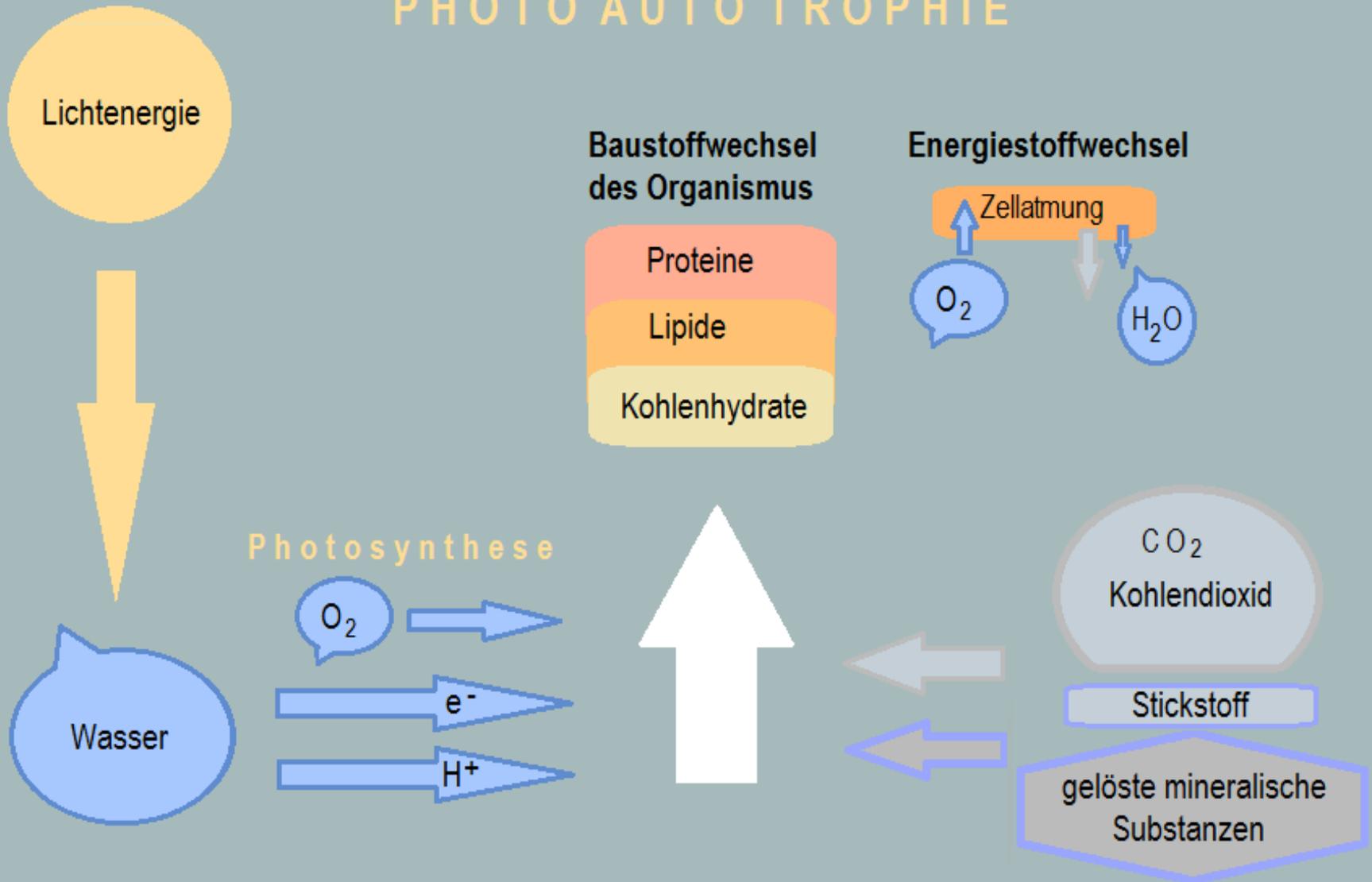
3) Zersetzung von Holz

- Lignin, Weißfäule, Braunfäule

Autotrophe Lebewesen

- sind vor allem Photosynthese betreibende **Pflanzen**.
- haben die Fähigkeit ihre Baustoffe (und organischen Reservestoffe) ausschließlich **aus anorganischen Stoffen aufzubauen**.
- Dieser Stoffaufbau **erfordert Energie**. Nach der Energiequelle unterscheidet man **Photoautotrophie** und **Chemoautotrophie**.
- sind meist hinsichtlich der **Kohlenstoffquelle** autotroph, Kohlenstoffassimilation.

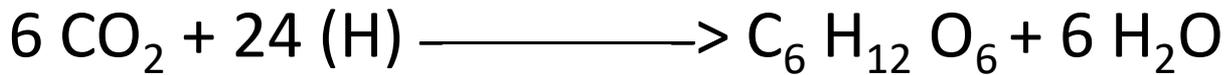
PHOTOAUTOTROPHIE



Photosynthese



vereinfachte Teilgleichung der Lichtreaktion, (H) als Reduktionsäquivalent



vereinfachte Teilgleichung der Dunkelreaktion



vereinfachte Reaktionsgleichung für die oxygene Photosynthese

Aus Kohlenstoffdioxid und Wasser entstehen – durch Energiezufuhr (Licht) – Traubenzucker (Glucose) und Sauerstoff.

CHEMOAUTOTROPHIE

Baustoffwechsel des Organismus

Proteine

Lipide

Kohlenhydrate

Energiequelle

Oxidation
anorganischer
Substanzen

e^-

gelöste mineralische Substanzen
wie Eisenionen, oder Ammoniak
oder Schwefelwasserstoff et c

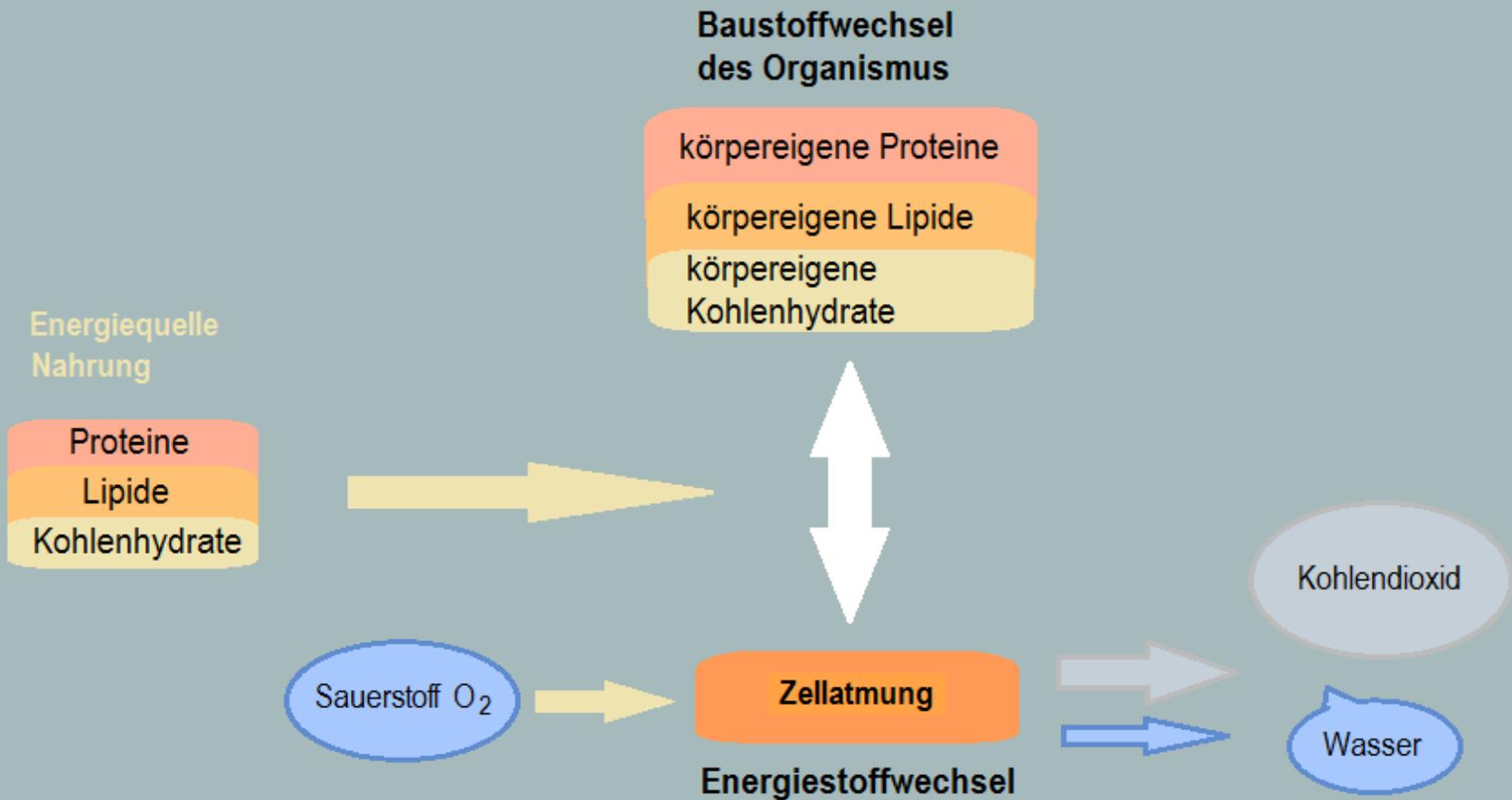
Wasser

Kohlendioxid

Heterotrophe Lebewesen

- sind Tiere, **Pilze**, viele Bakterien und Archaeen.
- sind auf **organische Kohlenstoffquellen** für den Aufbau körpereigener Baustoffe angewiesen.
- sind auf **Sauerstoff** für die Zellatmung angewiesen.
- leben als artverschiedene Organismen mit unterschiedlicher gegenseitiger Abhängigkeit zusammen.
 - Kommensalismus, z.B. Darmflora
 - Mutualismus, z.B. Symbiose
 - Antagonismus, z.B. Parasitismus
- sind Konsumenten (Herbi-, Carni- und Omnivoren) oder **Destruenten**.

HETERO TROPHIE

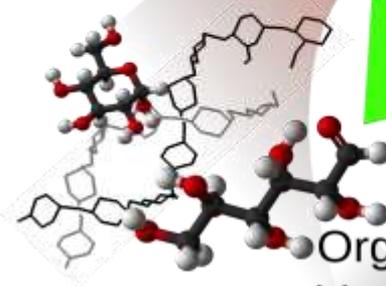
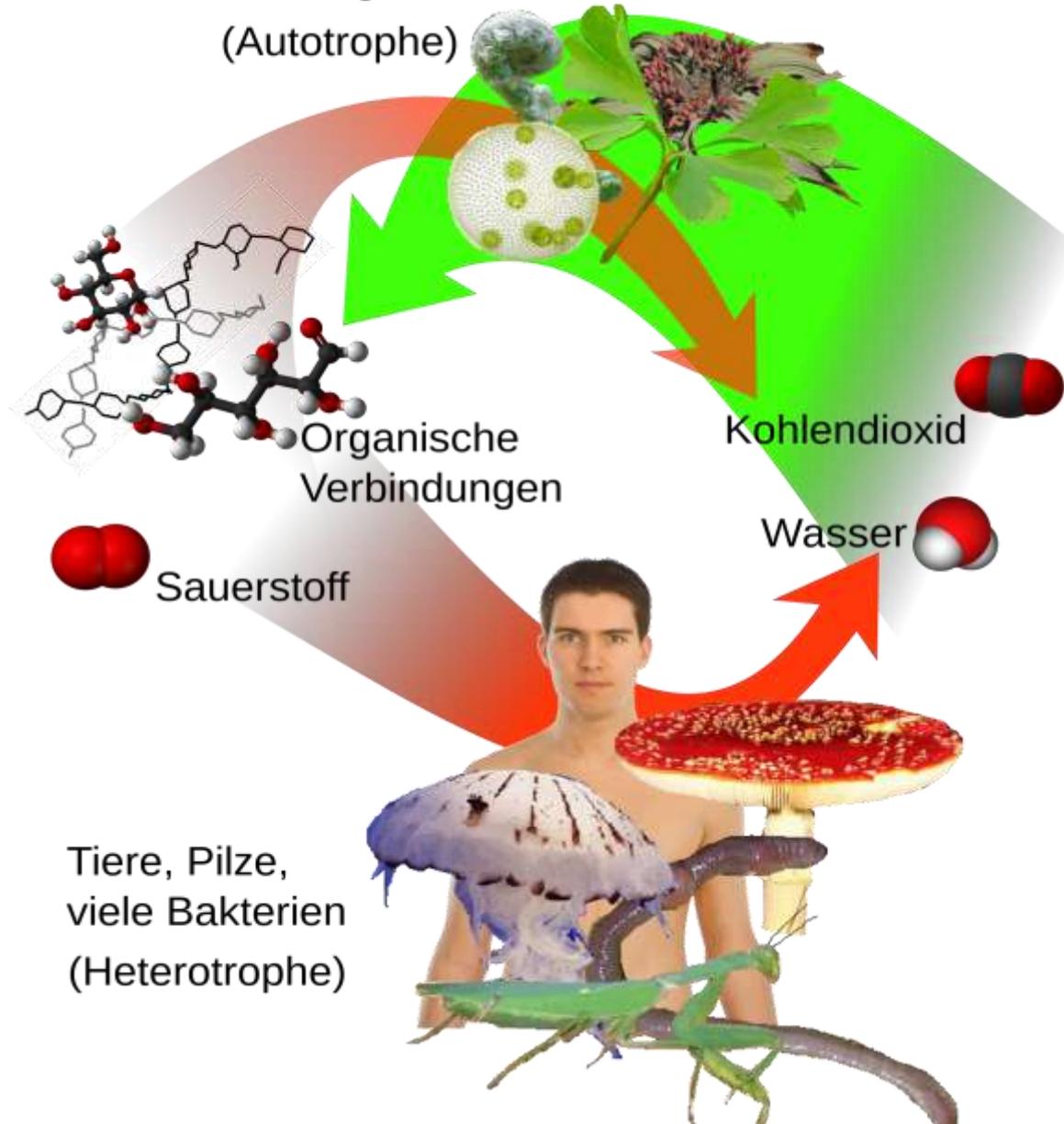


Von Geo-Science-International - Eigenes Werk, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=48849797>

Die beiden Verwertungsweisen der organischen Nährstoffe. Hinsichtlich der Zellatmung sind heterotrophe Organismen auf den ebenfalls von anderen Lebewesen, den Pflanzen, gebildeten Sauerstoff angewiesen.

Pflanzen, Algen, viele Bakterien

(Autotrophe)

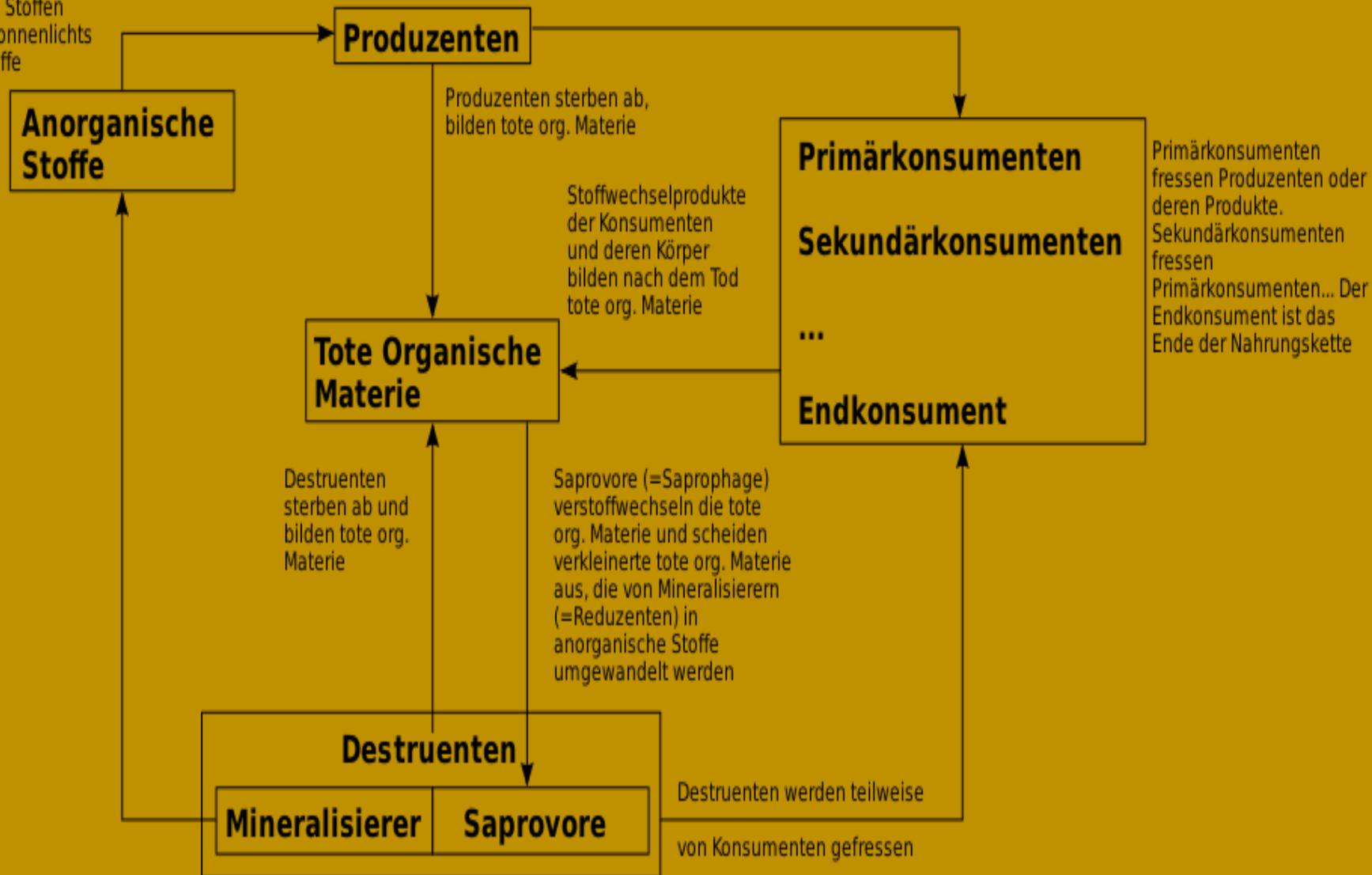


Tiere, Pilze,
viele Bakterien
(Heterotrophe)

Destruenten/ Zersetzer

- sind in der Regel Bakterien (anaerob und aerob) und **Pilze** (aerob).
- sind ausschließlich **heterotrophe Organismen**.
- sind Organismen, die **organische Substanzen abbauen** und in anorganische Bestandteile zerlegen.
- werden auch als **Saprophyten** bezeichnet.
- bilden einen entscheidenden Teil des **Stoffkreislaufs**, indem sie den Produzenten (Pflanzen) die anorganischen Stoffe wieder zur Verfügung stellen.

Pflanzen oder Algen produzieren z. B. aus anorganischen Stoffen mit Hilfe des Sonnenlichts organische Stoffe



Von Blerim Haliti, MichaelFrey, Biggerj1 (original version) - Eigenes Werk, Gemeinfrei,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12662698>

Destruenten im Stoffkreislauf

Ernährung und Wachstum der Pilze

Hyphen wachsen (Trophophase)

- prinzipiell unbegrenzt
- wenn Nährstoffe und Sauerstoff vorhanden sind
- **gleichmäßig in alle Richtungen**

Das trophische Wachstum endet,

- wenn keine Nährstoffe oder kein Sauerstoff mehr da ist oder
- wenn externe Faktoren die Fortpflanzung angeregen
- **Ende ist für die jeweilige Hyphenspitze irreversibel.**

Idiophase (Produktbildungsphase)

- **Bildung spezieller Strukturen für die Fortpflanzung**
- Bildung von Sekundärstoffen, die für das Wachstum nicht erforderlich sind

...Ernährung und Wachstum der Pilze

Pilze scheiden **an der Hyphenspitze Enzyme** aus.

- Diese entsprechen den Verdauungsenzymen der Tiere.
- Diese spalten die Makromoleküle des Substrates in immer kleinere Bestandteile. Schließlich entstehen lösliche Verbindungen.

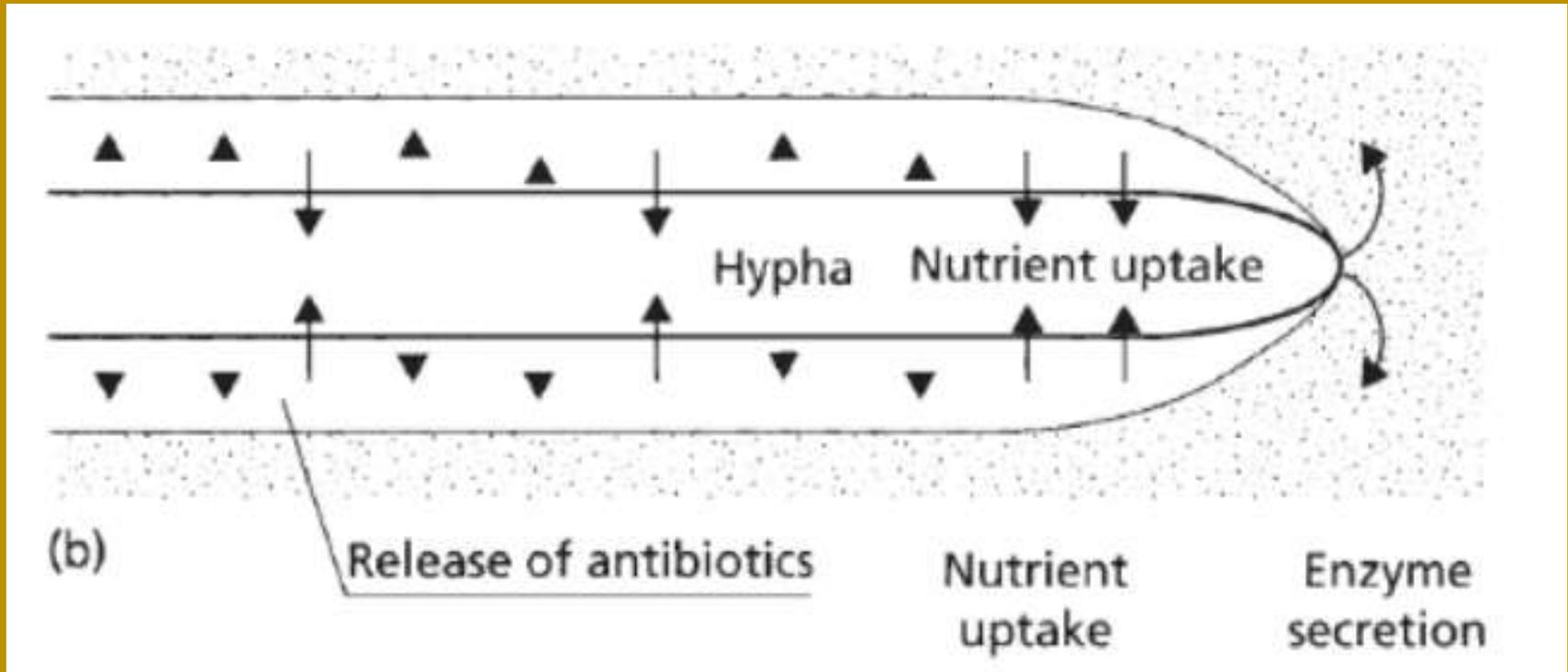
Die löslichen Nährstoffe werden **durch die Oberfläche der Pilzhyphen** aufgenommen.

- Sie werden zum Aufbau körpereigener Substanzen und als Energiequelle genutzt.

...Ernährung und Wachstum der Pilze

In einem sich ausbreitenden Myzel können vier Zonen unterschieden werden:

- die *Wachstumszone* in der Peripherie, die aus den wachsenden Enden der Hyphen besteht,
- die sich nach innen anschließende *Absorptionszone*, in der Nährstoffe aus der Umgebung aufgenommen werden,
- die *Speicherzone*, in der ein Teil der Nährstoffe in Form von Reservestoffen abgelagert wird,
- und die zentrale *Seneszenzzone*, in der alte Hyphenbereiche sich dunkel verfärben und sich schließlich auflösen können.



Spitze einer Pilzhyphe



Myzel Foto: W. Prüfert, <https://www.dgfm-ev.de/infothek/was-ist-ein-pilz>

...Ernährung und Wachstum der Pilze

Pilze ernähren sich als **Symbionten, Parasiten, Saprophyten.**

Saprophyten können nach Lebensräumen geordnet werden:

- **carbophile S.** Brandstellen, Holzkohle
- **herbicole S.** Stengel krautiger Pflanzen
- **koprophile S.** tierische Exkreme
- **semephile S.** Fruchthüllen, Zapfen, sklerotisierte Samen
- **terricole S.** Erdreich, Streu, Mulch
- **keratinophile S.** Federn, Gewölle
- **lignicole S.** **Totholz**



20 01 2023



20 01 2023



20 01 2023



20 01 2023

Hauptbestandteile des Holzes

Cellulose (40-50%)

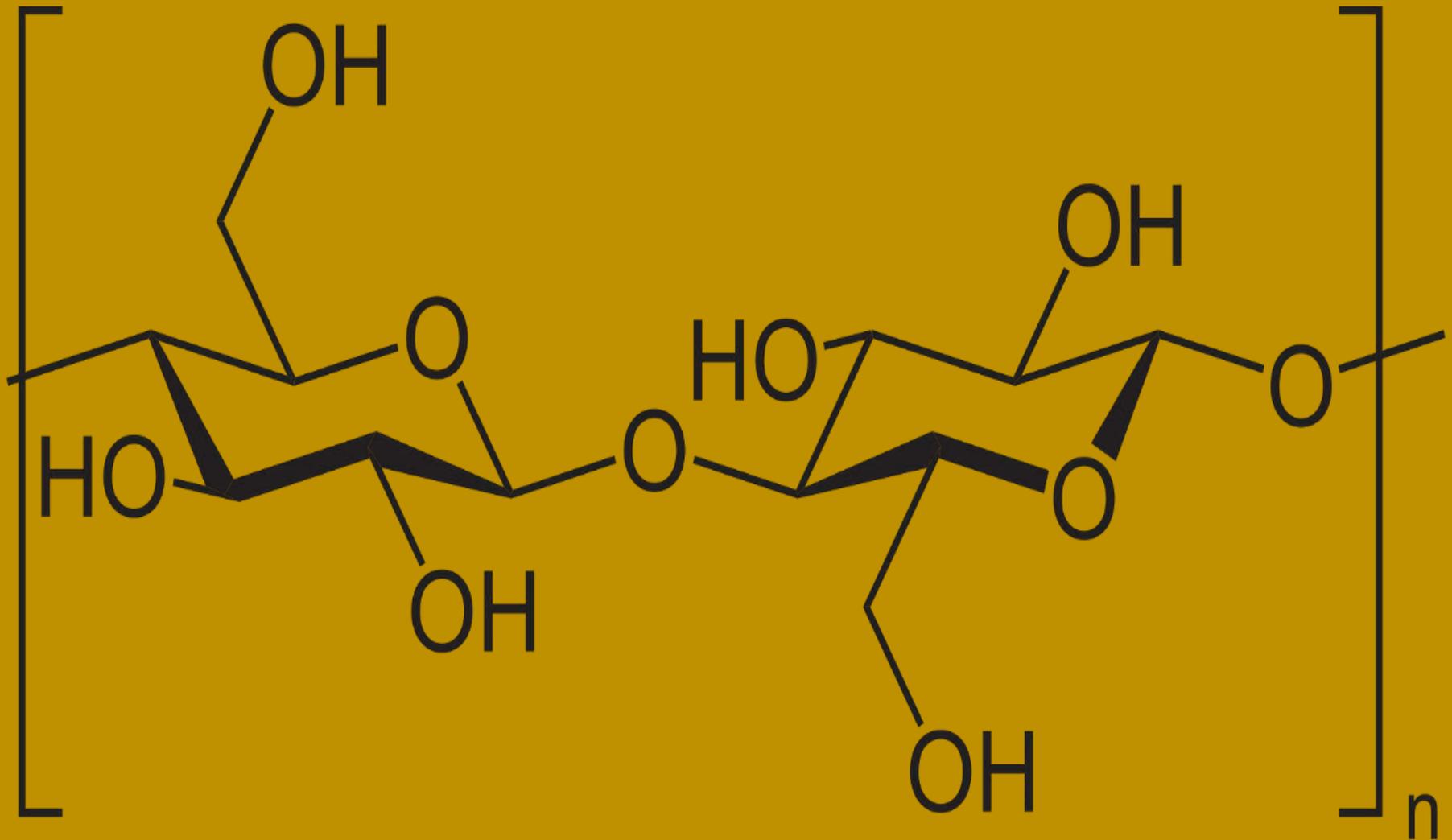
- Polysaccharid aus Glucose-Einheiten
- kommt in den Zellwänden aller Pflanzen vor

Hemicellulose (25-40%)

- heterogene Gruppe von Polysacchariden (nicht nur Glucose) Hexosen und Pentosen
- ist Teil der Zellwand in verholzten Geweben

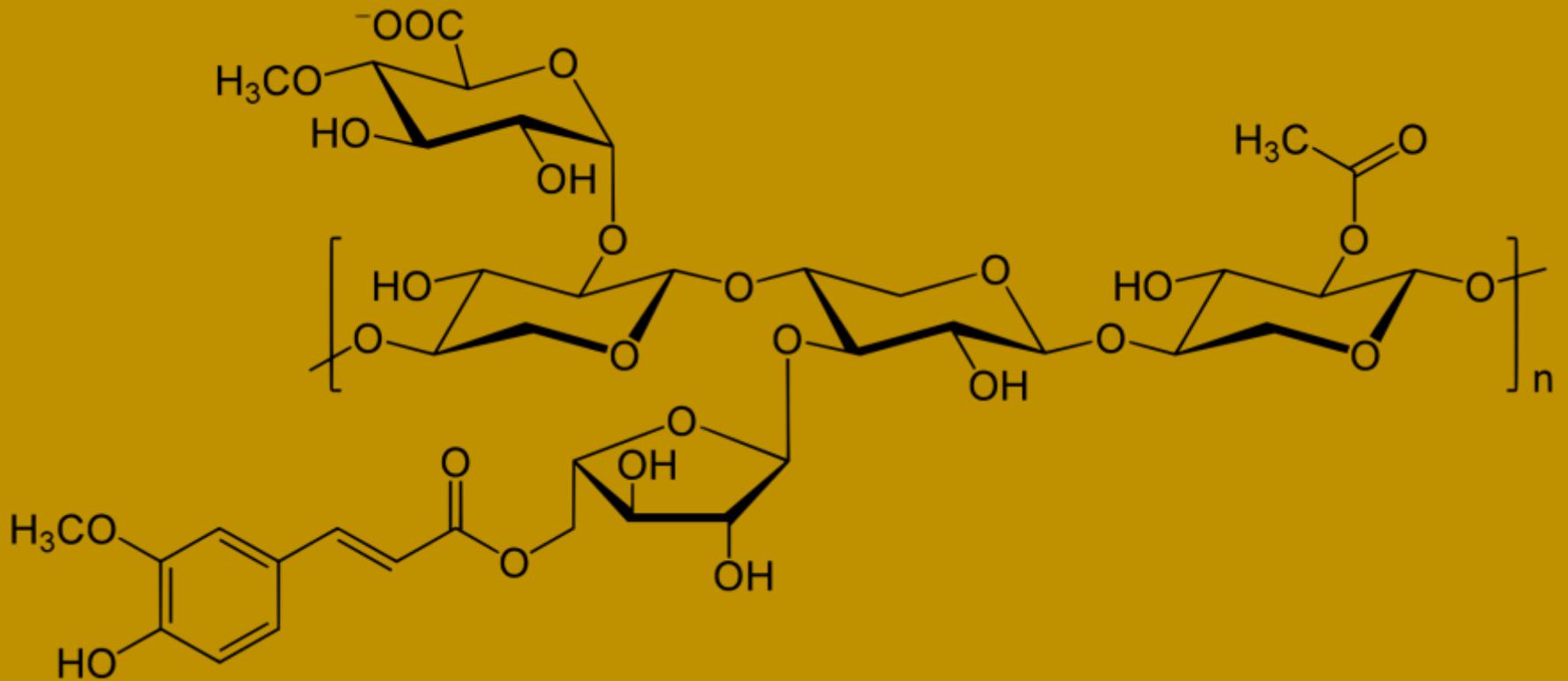
Lignin (18-35%)

- komplexes dreidimensionales Polymer aus aromatischen Makromolekülen
- bildet im Holz ein dreidimensionales druckstabiles Netzwerk zwischen die zugstabilen Cellulosefasern



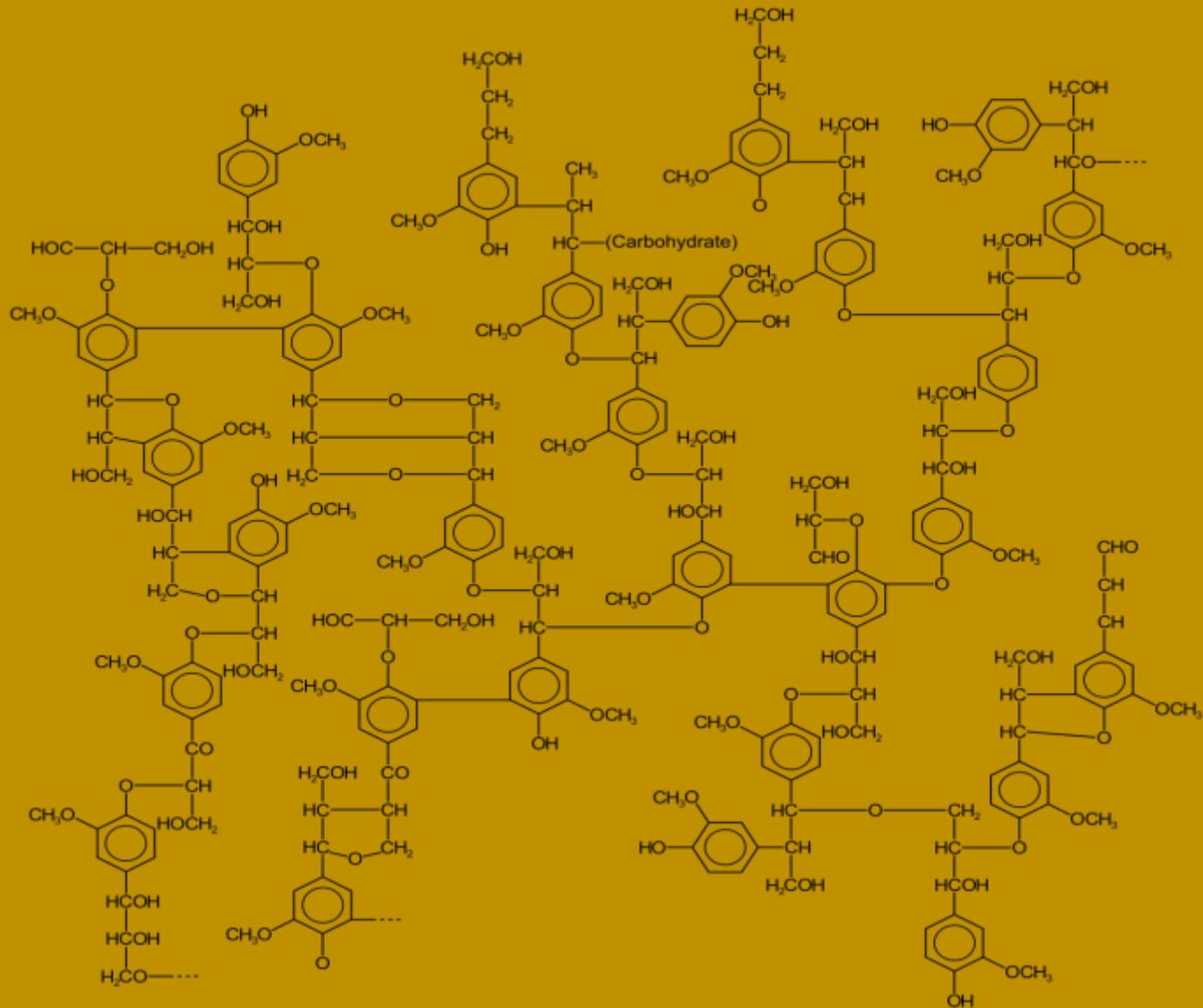
Von NEUROtiker - Eigenes Werk, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2951911>

Cellulose, Glucosedimer, dargestellt in Sesselkonformation (Cellobiose-Einheit)



Hemicellulose: Strukturformel einer möglichen Xylaneinheit

Von Yikrazuul - Own work by uploader; ISBN 978-1600219047 S. 19, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7141633>



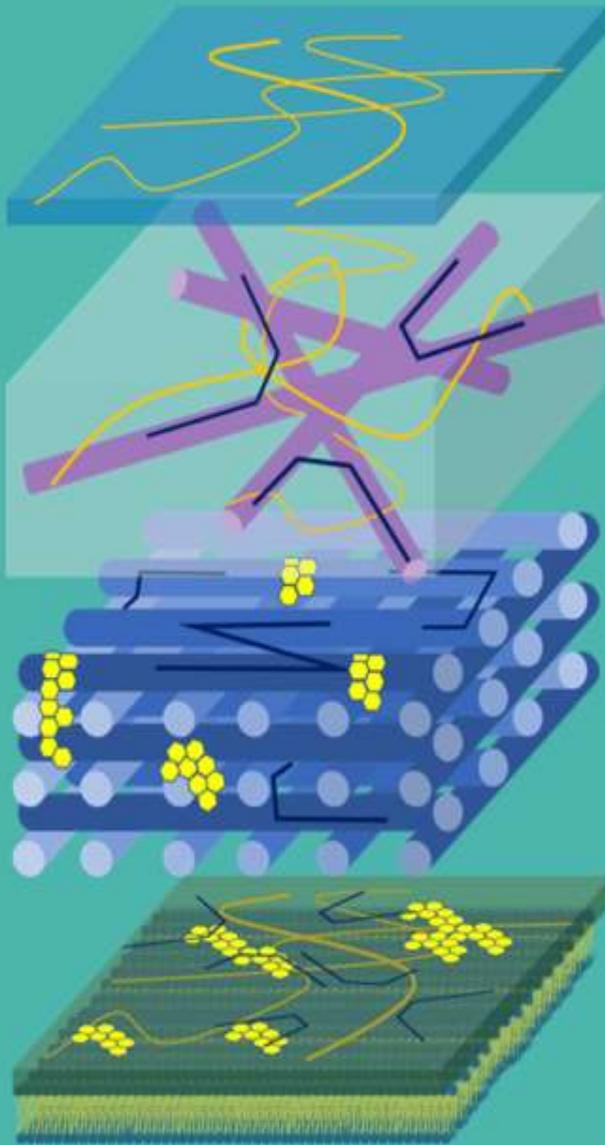
Von real name: Karol Głębpl.wiki: Karol007commons: Karol007e-mail: kamikaze007 (at) tlen.pl - Diese W3C-unbestimmte Vektorgrafik wurde mit Inkscape erstellt., CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?cuid=1993633>

Beispiel einer Ligninstruktur

Zusammensetzung von pflanzlicher Biomasse

(Angaben in Prozent)

	Hexosen (Cellulose)	Pentosen (Hemicellulosen)	Lignine
Nadelholz	57–60	7–11	27–32
Buchenholz	50–54	19–24	22–23
Birkenholz	45–47	21–27	19–20
Weizenstroh	35–39	22–24	18–25
Maisspindeln	37–44	32–35	15–19
Bagasse	42–50	29–42	16–21



Mittellamelle

Primärwand

Sekundärwand

Tertiärwand

Lignin (Holzstoff)

- die Fähigkeit zur Bildung von Lignin entstand vor etwa **450 bis 400 Millionen Jahren (Silur)**
- **höhere Wuchsformen** und selbsttragende Verzweigungen wurden möglich
- Schlüsselereignis bei der Eroberung der **terrestrischen Lebensräume** für die Pflanzen
- echtes Lignin bei **Gefäßpflanzen** (Bärlappe, Farne, Samenpflanzen)
 - nur Bausteine oder Lignin-ähnliche Polymere bei ursprünglicheren Pflanzen (Algen- und Moosarten)

...Lignin

- **hohe Druckstabilität**, Festigkeit durch dreidimensionale Struktur
- **Schutz vor UV-Schäden**, durch Abbau von Radikalen, die durch UV-Einwirkung in allen Zellen entstehen
- **Kittsubstanz**, die den pflanzlichen Zellverbund auch unter Belastung zusammenhält
- **Schutz vor Fraßfeinden**, durch die vielfältigen chemischen Verbindungstypen
- **Schutz gegen Eindringen von Wasser** in die Zellwand, durch Hydrophobie
 - Lignin hält das Wasser in den Leitgefäßen und in den Pflanzenzellen

...Lignin

- stabilisiert die Wände des **Wasserleitsystems**
- **Wassertransport entgegen der Schwerkraft**
 - Um eine **Wassersäule zehn Meter** entgegen der Schwerkraft anzuheben und zugleich die dabei entstehenden Reibungskräfte des Wassers im Xylem (Wasserleitsystem) zu überwinden, ist ein **Unterdruck von etwa -0,3 MPa (= -3 Atmosphären) notwendig**.
 - bei Mammutbäumen über -3 MPa (= -30 Atmosphären)
- **Gefahr des Reißens der Wassersäule**
 - **Kohäsionskräfte zwischen den Wassermolekülen** reichen nicht mehr gegen den hohen Unterdruck
 - **Embolien**, also Luftblasen im Wasserstrom sind für die Pflanze – ähnlich wie bei tierischen Organismen – sehr gefährlich.
 - Dies ist der Grund, warum **Bäume** nicht beliebig hoch wachsen können, sondern **nur maximal etwa 116 m** erreichen können.

Außenluft ψ
= -10,0 bis
-100,0 MPa

Blatt ψ
(Interzellularsystem)
= -7,0 MPa

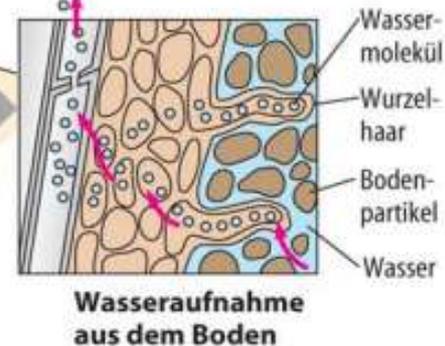
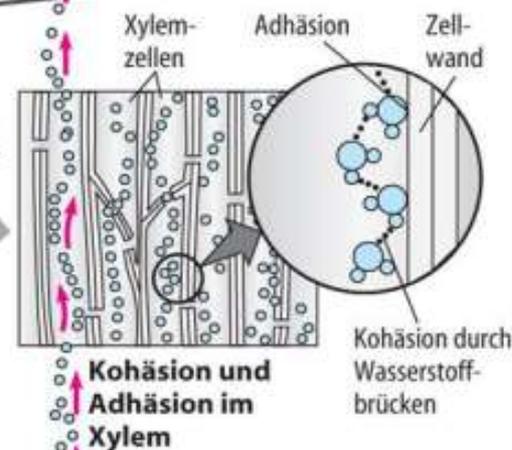
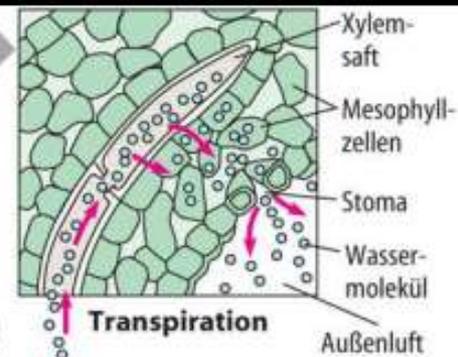
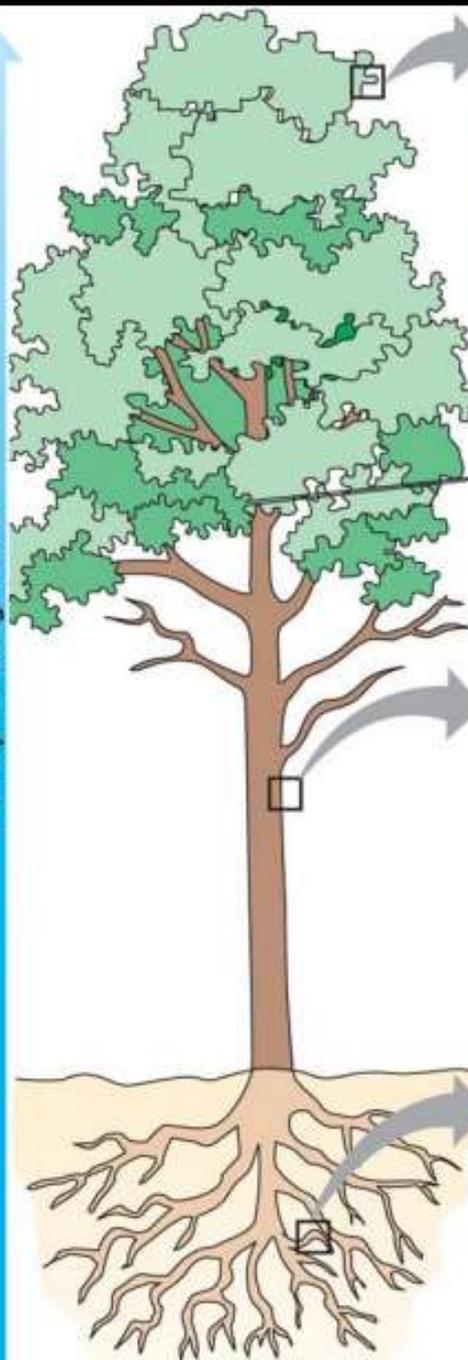
Blatt ψ (Zellwände)
= -1,0 MPa

Xylem
des Stammes ψ
= -0,8 MPa

Xylem der Wurzel ψ
= -0,6 MPa

Boden ψ
= -0,3 MPa

Wasserpotenzialgradient



...Lignin

- **Über viele Millionen Jahre hinweg konnte das schwer zersetzbare Lignin, nicht abgebaut werden. Es entstanden mächtige Steinkohlelager im Karbon vor 350-300 Millionen Jahren.**
- **Im Perm vor 300- 250 Millionen Jahren entwickelten Pilze die Fähigkeit zum Ligninabbau.**

...Lignin

- Lignin ist **hydrophob** und dadurch für die gewöhnlichen hydrolytischen Abbauprozesse nicht zugänglich.
- Der Abbau benötigt **viel Sauerstoff**, in Mooren kann deshalb kein Ligninabbau erfolgen.
- Die Pilze mit ihren **Hyphen dringen aktiv in das Holz** ein.
- Nur die Weißfäulepilze verfügen über die notwendigen Enzyme für den komplizierten und **energieaufwändigen** Ligninabbau.

...Lignin

- Die Fähigkeit zum Ligninabbau wurde von gemeinsamen Vorfahren der heutigen Weißfäule- und Braunfäulepilze entwickelt.
- **Weißfäulepilze** entstanden zuerst.
- **Braunfäulepilze** haben die Gene für die ligninabbauenden Enzyme wieder verloren.
- **Mykorrhizapilze** haben weitere Gene verloren, können überhaupt keine komplexen Kohlenhydrate mehr abbauen.



20 01 2023



20 01 2023



20 01 2023



20 01 2023

Zersetzung von Holz

- Abbau von **Totholz** (tote Äste oder liegende Stämme)
- Abbau von **totem Kernholz** alter lebender Bäume
- Abbau von **totem Holz** (meist Splintholz), **welches der Pilz vorher abgetötet** hat (meist vom toten Kernholz aus)
- direkter Abbau von **lebendem Holz**
 - ist bei lignicolen Pilzen selten
 - Er ist äußerlich meist an Deformationen lebender Bäume zu erkennen. Bäume reagieren dann mit tumorartigen Wachstumserscheinungen und der Pilz besiedelt hypertrophierte Zellen des Tumors.



Eine kernfaule Fichte wurde durch einen Windstoß an der Stammbasis gebrochen.

<https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/pilze-und-flechten/baumschwaemme> Foto: Daniel Rigling (WSL)

...Zersetzung von Holz

Man unterscheidet im Wesentlichen drei verschiedene Prozesse des Holzabbaus durch Pilze:

- die Moderfäule**
- die Braunfäule**
- die Weißfäule**

Moderfäule

- Moderfäulepilze zersetzen hauptsächlich **Cellulose** und nur wenig Lignin
- Holzabbau auch unter extremen Bedingungen, wie **hoher Wassersättigung und gleichzeitig geringem Sauerstoffgehalt**
- an Holz, das ständig einer **hohen Feuchtigkeit** ausgesetzt ist
- dringt **von der Oberfläche aus nur wenige Millimeter tief** ein
- **feucht**: schmierig und dunkel verfärbt, **modrig-weich**
 - lässt sich mit dem Fingernagel eindrücken
- **trocken**: feine würfelbrüchige Struktur
 - Bruch deutlich feiner als bei Braunfäulen und oft auf die unmittelbare Oberfläche beschränkt

...Moderfäule

Moderfäulepilze sind z.B.

- Brandkrustenpilz (*Ustulina deusta*)
- Leberpilz/Ochsenszunge (*Fistulina hepatica*)
- Riesenporling (*Meripilus giganteus*)
- Zottiger Schillerporling (*Inonotus hispidus*)
- verschiedene Fungi imperfecti (*Deuteromycetes*)



Durch Moderfäule zerstörtes Holz, getrocknet

Von Mätes - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6628200>

Braunfäule (Destruktionsfäule)

- Braunfäulepilze zersetzen nur **Cellulose** und **Hemicellulose**.
- zurückbleibt braunes Lignin
 - **typische tiefbraune Farbe des Holzes**
- Holzstruktur wird zerstört
- Zug- und Biegefestigkeit wird drastisch vermindert
- Quer- und Längsrisse entstehen
 - **typischer Würfelbruch**
- im Endstadium sind die Reste **braun und pulverig**
 - **Holz lässt sich zwischen den Fingern zerreiben**

...Braunfäule

Braunfäulepilze sind z.B.

- Braunfäuletrameten (*Antrodia*)
- Wirrlinge (*Daedalea*)
- Reischlinge (*Fistulina*)
- Baumschwämme (*Fomitopsis*)
- Blättlinge (*Gloeophyllum*)
- Schwefelporlinge (*Laetiporus*)
- Braunporlinge (*Phaeolus*)
- Zungenporlinge (*Piptoporus*)



Braunfäule mit typisch würfeliger Struktur

<https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/pilze-und-flechten/baumschwaemme> Foto: Thomas Reich (WSL)

Weißfäule (Korrosionsfäule)

- Weißfäulepilze zersetzen **Cellulose** und **Hemicellulose** und **Lignin**.
- **selektiven Weißfäule** (meiste Arten)
 - anfangs werden Lignin und Hemicellulose abgebaut
 - zurückbleibt faserige und farblose Cellulose
 - **typische weißfaserige Struktur des Holzes**
 - sehr leichtes, weiches bis schwammiges Holz
 - Holzgefüge bleibt weitgehend erhalten
 - **Holz lässt sich nicht fein zerreiben, bleibt faserig**
- **Sukzetanfäule** anfangs verstärkt Cellulose, später erst Lignin zersetzt
- **Simultanfäule** alle drei Stoffen nahezu gleichzeitig zersetzt

...Weißfäule

Weißfäulepilze sind z.B.

- Zunderschwämme (Fomes)
- Trameten (Trametes und Daedaleopsis)
- Borstentrameten (Funalia)
- Feuerschwämme (Phellinus)
- Lackporlinge (Ganoderma)
- Schwammporlinge (Spongipellis)
- Stielporlinge (Polyporus)
- Schillerporlinge (Inonotus)
- Zinnobertramete (Pycnoporus)
- Laubholzharzporling (Ischnoderma)
- Holzkeulenartige (Xylariaceae)



Weißfäule mit faseriger Struktur

<https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/pilze-und-flechten/baumschwaemme> Fotos: Thomas Reich (WSL)e

...Weißfäule → Rotfäule (Wurzelfäule)

- Die **Rotfäule** (Wurzelfäule) ist eine besondere Form der Weißfäule.
- Sie ist **im unteren Stammbereich** von lebenden Laub- und Nadelhölzern (meist Fichten und Kiefern) lokalisiert.
- **Das befallene Kernholz des unteren Stammbereiches verfärbt sich rotbraun.**
 - Die ursprünglich helle Cellulosefärbung wird durch andere Farbreaktionen überlagert.
- Rotfäulepilze sind z.B.
 - **Hallimasch** (*Armillaria*)
 - **Wurzelschwamm** (*Heterobasidion annosum*)



Rotfäule im fortgeschrittenen Stadium.

<https://www.schwarzwaelder-bote.de> (Foto: Kistner)

...Weißfäule → Weißlochfäule

- **Weißlochfäule** ist eine besondere Form der selektiven Weißfäule.
- **Durch kleinräumigen, lokal raschen Ligninabbau** entstehen dicht stehende, wabenförmige kleine Hohlräume, die zunächst mit weißen Cellulosefasern durchzogen sind und am braunen, sich in Zersetzung befindlichen Holz ein charakteristisches, **kontrastreiches Muster** verursachen.
- Lochfäulepilze sind z.B.
 - **Kiefern-Feuerschwamm** (*Phellinus pini*) und Verwandte.



WeißloCHFäule durch den Kiefern-Feuerschwamm, *Phellinus pini*

Foto: Roland Engesser (WSL)

...Weißfäule → Grünfäule

- **Grünfäule** ist eine Farbvariante der Weißfäule.
- Das Myzel färbt das durchzogene Holz durch den **Farbstoff Xylindein** intensiv grün.
- Die Verfärbung ist lichtbeständig und kann im Kunsttischlerhandwerk für Intarsienarbeiten genutzt werden.
- Grünfäulepilze sind:
 - **Kleinsporiger Grünspanbecherling**
(*Chlorociboria aeruinasces*)
 - **Großsporiger Grünspanbecherling**
(*Chlorociboria aeruginosa*)



Grünfärbung durch den Grünspanbecherling

[Grünes Holz - Fungiversum.de](http://GrünesHolz-Fungiversum.de) Foto: Harald Sattler

Unterscheidung von Weiß-und Braunfäuleerregern

- Aus der **Verfärbung befallenen Holzes** und den **Farbreaktionen zum Nachweis von Cellulose oder Lignin** sind **nur bedingt Hinweise** auf die Aktivität einzelner Arten von Braun- oder Weißfäuleerregern ableitbar.
- Zudem können sich außer dem zu testenden Pilz **im Holz auch Myzelien anderer Pilze** befinden.
- Eine **sichere Überprüfung ist nur experimentell** durch Enzymnachweis in Reinkultur des zu testenden Pilzes möglich.

Marmorfäule

- Wenn Holz von mehreren lignicolen Pilzen befallen ist, kann es zu **dunklen Demarkationslinien** kommen, **durch die sich im Holz die Myzelien verschiedener Arten voneinander abgrenzen.**
- Ursache dafür ist die Bildung von **Melanin**.
 - Häufig ist diese Erscheinung zu beobachten, wenn z.B. die Myzelien des Weißfäuleerregers *Fomes fomentarius* und des Braunfäuleerregers *Piptoporus betulinus* auf demselben Birkenstamm wachsen und fruktifizieren.
- Für Holzabbau mit reichlichen dunklen Grenzlinien wurde der Begriff „**Marmorfäule**“ geprägt.



Grenzlinien, Marmorfäule" (z.B. an Buche, Ahorn und Birke) ist für Kunsthandwerker ein Glücksfall.
[Braunfäule und Weißfäule - die wichtigen, zu unterscheidenden Fäulearten holzerstörender Pilze \(holzfragen.de\)](http://holzfragen.de)
Foto: Dr. Kürsten



Wie Pilze sich abgrenzen, zeigt dieses alte Buchenholz.

https://www.rheinpfalz.de/wissen_artikel,-nils-fragt-wie-kommt-das-muster-ins-holz-_arid,5148325.html?reduced=true Foto: Ladwig

Bläuen

- **Bläuen** sind **keine Holzfäulen**, sondern nur Verfärbungen.
- Bläuepilze **ernähren sich lediglich von Zellinhaltsstoffen** (z. B. Zucker, Stärke, Eiweiß) und nicht von der eigentlichen Holzsubstanz.
- Bläuepilze sind meist Ascomyceten, z.B:
 - Ceratocystis
 - Ophiostoma piliferum
 - Discula pinicola
 - Sphaeropsis sapinea
 - Cladosporium
 - Strasseria
 - Sclerophoma
 - Aureobasidium

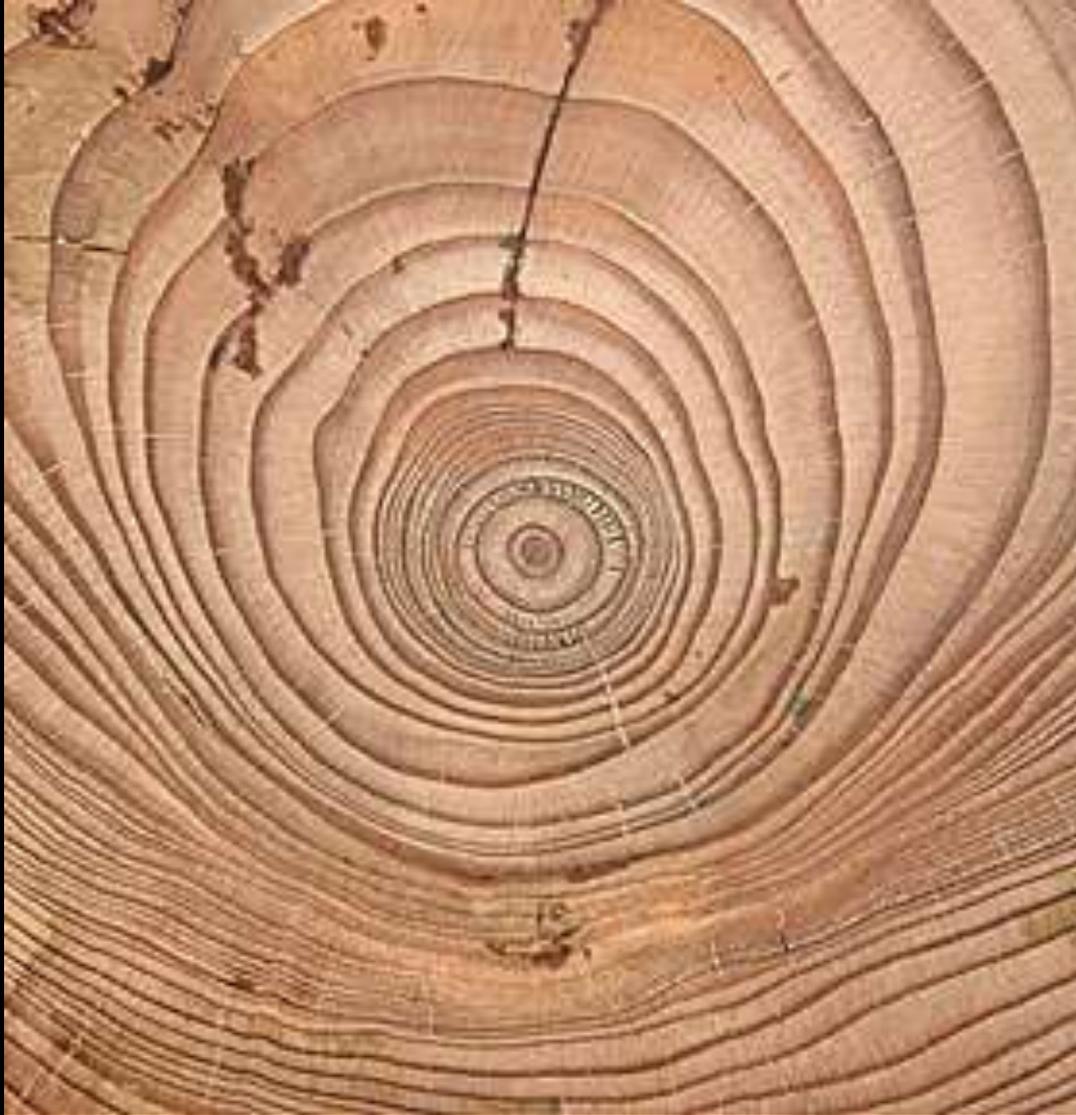


Bläue an gelagertem Nadelholz

Von Cholo Aleman - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8248055>

Holzabbauphase	Sukzession an Laubholzbaumstümpfen
Initialphase, Besiedlung bis ca. 2. Jahre	Spaltblättling Violetter Knorpelschichtpilz
Optimalphase, Zersetzung im ca. 3.-7. Jahr	Angebrannter Rauchporling Schmetterlingstramete
Finalphase, Humifizierung ab 4.-15. Jahr und länger	Geweihförmige Holzkeule Gemeines Stockschwämmchen

Die verschiedenen Fäuletypen können gleichzeitig oder aufeinander folgend am selben Holzstück auftreten.



Das im Holz eingelagerte Lignin lässt sich nur schwer abbauen. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass der Holzabbau Jahrzehnte dauert.

Foto: Ulrich Wasem (WSL)



**Von über 5000 höheren
Pilzarten in Deutschland
leben über 2000 auf Totholz,
1500 Arten sind auf Totholz
angewiesen.**



Weißfäule

Pycnoporus cinnabarinus (Zinnoberrote Tramete)



15 01 2022

Weißfäule

Auricularia mesenterica (Gezonter Ohrlappenpilz)



Weißfäule

Pleurotus ostreatus (Austernseitling)



20 01 2023

Weißfäule

Exida nigricans (Warziger Drüsling)



Weißfäule

Funalia trogii (Blasse Borstentramete)



Weißfäule

Phyllotopsis indulans (Orangeseitling)



Weißfäule

Daedalaepsis confragosa (Rötende Tramete)



Weißfäule

Pholiota populnea (Pappelschüppling)



Weißfäule

Meripilus giganteus (Riesenporling)



Weißfäule

Pholiota aurivella (Goldfellschüppling)



Weißfäule (Grünfäule)

Chlorociboria aeruginosa (Grünspanbecherling)



Weißfäule

Xylaria hypoxylon (Geweihförmige Holzkeule)



Weißfäule *Inonotus obliquus* (Schiefer Schillerporling) Nebenfruchtform



18 12 2022

Weißfäule

Auricularia auricula-judae, Judasohr, Holunderschwamm



05 12 2021

Weißfäule

Schizophyllum commune (Spaltblättling)



Weißfäule

Fomes fomentarius (Zunderschwamm)



Weißfäule

Ganoderma applanatum (Flacher Lackporling)



10 07 2021

Weißfäule

Stereum hirsutum (Striegeliger Schichtpilz)



Braunfäule

Gleophyllum sepiarium (Tannenblättling)



Braunfäule

Fomitopsis pinicola (Rotrandiger Baumschwamm)



Braunfäule

Fomitopsis betulinus (Birkenporling)



???



???

Quellen

- **Dörfelt, Heinrich; Ruske, Erika**, Die pileaten Porlinge, Springer Spectrum, 2018
- **Michael, Edmund; Hennig, Bruno; Kreisel, Hanns**, Handbuch für Pilzfreunde, Band IV, Fischer, 1981
- **Engel, Franz; Gröger, Frieder**, Pilzwanderungen; a. Ziemsen, 1984
- <https://evolutionsweg.de>, 2023
- <https://fungiversum.de>, 2023
- <http://www.holzfragen.de>, 2023
- <https://studyflix.de/biologie/zellwand-2012>, 2023
- <https://totholz.wsl.ch/de>, 2023
- <https://traunstein.bund-naturschutz.de/artenschutz/>, 2023
- <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/>, 2023
- <https://de.wikipedia.org>, 2023



**Danke
für die
Aufmerksamkeit !**