

WERKSTOFF HOLZ

Nach diesem Kapitel sind Sie in der Lage:

- die Bedeutung des Waldes für unsere Umwelt und als Rohstoffquelle zu erkennen.
- den äußeren und inneren Aufbau eines Baumes mit seinen Bestandteilen zu erklären.
- die technischen und ästhetischen Eigenschaften des Holzes zu beschreiben und zu beurteilen.
- handelsübliche Schnittholzsortimente zu erkennen, zu vermessen und deren Qualität einzuschätzen.
- das „Arbeiten“ des Holzes im Zusammenhang mit der Holzfeuchte und der Holz Trocknung zu erklären.
- die Zerstörung des Holzes durch Holzkrankheiten und -schädlinge zu erkennen und zu vermeiden.
- die wichtigsten heimischen und ausländischen Holzarten zu erkennen und auszuwählen.

Obwohl im Tischlereibetrieb die unterschiedlichsten Werkstoffe (*materials*) zum Einsatz kommen, ist der Rohstoff Holz (*wood, timber*) der bedeutendste.

- Holz ist ein lebender, ständig **nachwachsender** Rohstoff (= nachhaltig). Durch seine natürliche **Schönheit** in Farbe und Struktur und seine **einfache Bearbeitbarkeit** ist er besonders zur schöpferischen Gestaltung geeignet.
- Holz ist neben Stein der älteste Werkstoff. Es wird seit Jahrtausenden vom Wald geerntet und zum Bauen und Wohnen weiterverarbeitet.

1 Der Wald und seine Bedeutung

Der Wald (*forest*) ist einer der wichtigsten Faktoren für die Aufrechterhaltung des biologischen Gleichgewichtes und eines ausgeglichenen Klimas auf unserer Erde.



1.1 Funktionen des Waldes

Der Wald erfüllt vier Funktionen (Aufgaben):

- **Nutzfunktion** (*productive function*): Nutzung von Holz für wirtschaftliche Zwecke (Rohstoff)
- **Schutzfunktion** (*protection function*): Schutz des Menschen und seiner Umwelt (Gebäude, Infrastruktur) vor Muren, Lawinen, Steinschlag und Wildbächen; Schutz des Bodens vor Erosion; Schutz vor Klimaerwärmung
- **Wohlfahrtsfunktion** (*recreation function*): Verbesserung der Umweltbedingungen (Reinigung von Wasser und Luft); Erhaltung der Artenvielfalt (Pflanzen und Tiere)
- **Erholungsfunktion** (*welfare function*): Erholungs- und Freizeitraum; Entspannungs- und Sportgelände für viele Menschen, besonders auch in der Tourismuswirtschaft

In einer Zeit, in der die Sorge um die Sicherstellung von Rohstoffen (*resources*) und die zunehmende Belastung unserer Umwelt durch den Menschen immer größer wird, gewinnt die **Vielfachwirkung des Waldes** mehr und mehr an Bedeutung.

Beispiel:

Ein Hektar Buchenwald (1 ha = 100 × 100 m = 10 000 m²) leistet einen gewaltigen Umweltbeitrag. Er:

- liefert Sauerstoff zum Atmen für 100 Menschen,
- speichert jährlich bis zu zwei Millionen Liter Regenwasser und gibt dieses gefiltert an die Quellen ab,
- verdunstet an warmen Tagen bis zu 40 000 Liter Wasser in die Luft (gemäßigtes Klima),
- entnimmt oder filtert pro Jahr aus der Luft bis zu 68 Tonnen Staub und
- entzieht der Luft pro Jahr bis zu 30 Tonnen CO₂ (Kohlendioxid), speichert es und wirkt damit dem Treibhauseffekt und dem Klimawandel entgegen.

Der Wald ist heute – und in Zukunft sicherlich noch verstärkt – Voraussetzung für eine gesunde Umwelt. Sollte der Wald einmal sterben, befinden sich Mensch und Tier in einer bedrohlichen Situation.

Im österreichischen Forstgesetz aus dem Jahr 1975 ist deshalb das Prinzip der **Nachhaltigkeit** (*sustainability*) bei der Bewirtschaftung unserer Wälder gesetzlich verankert. Das bedeutet vor allem, **nicht mehr zu ernten als nachwächst!** Die Bewahrung der wesentlichen Eigenschaften, der Stabilität und der natürlichen Regenerationsfähigkeit stehen im Vordergrund, um die vielfältigen Funktionen des Waldes auch für die zukünftigen Generationen zu erhalten.

WALD muss Wald bleiben!

Der **Erhaltung** (*preservation*) **des Waldes** ist unbedingt noch mehr Beachtung als bisher zu schenken! Bäume sind Lebewesen; deshalb sind sie zu schützen und zu pflegen.



**WIR
ALLE
LEBEN
DAVON**

1.2 Wald als Rohstoffquelle

Die Wälder Österreichs sind **Kulturwälder**. Sie werden vom Menschen planmäßig genützt und geschützt und produzieren umweltfreundlich den **Rohstoff Holz**.

WALDBESTAND ÖSTERREICHS

Von der Gesamtfläche Österreichs sind **ca. 48%** mit Wald bedeckt. Das sind 4 Mio. Hektar oder ca. 3,4 Mrd. Bäume, die im Wald zur Nutzung bereitstehen. 12,5% des österreichischen Waldes ist **Schutzwald** ohne Ertrag.

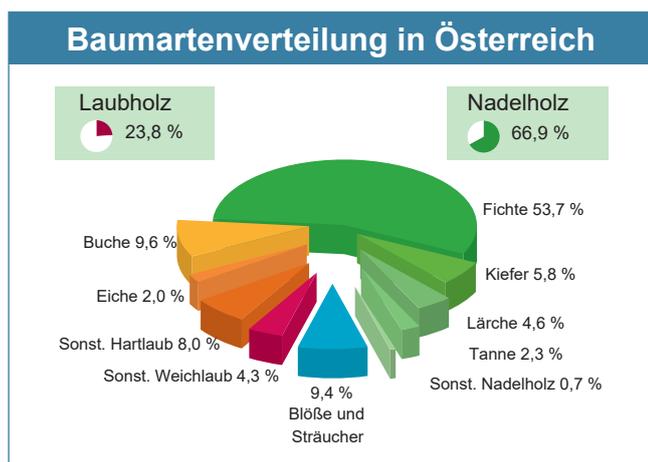
Waldbestand Österreichs, bezogen auf die Gesamtfläche des Bundeslandes:

Bundesland		%
1	Steiermark	61,4
2	Kärnten	61,2
3	Salzburg	52,5
4	Oberösterreich	41,6
5	Tirol	41,2
6	Niederösterreich	40,0
7	Vorarlberg	37,4
8	Burgenland	33,9
9	Wien	21,5

Um den Wald zu erhalten, wird in Österreich nie mehr Holz geschlägert, als nachwächst:

- **Nachwuchs:** 30,4 Mio. Vfm (Vorratsfestmeter)/Jahr
- **Einschlag:** ca. 26 Mio. Vfm/Jahr
- **Zuwachs:** ca. 4,4 Mio. Vfm/Jahr, das sind ca. 4000 ha/Jahr, um die der Wald jährlich größer wird!

(Quelle: proHolz Austria: Wald in Zahlen)



(Quelle: BFW – Waldinventur 2007–2009)

Auf Grund der **Anfälligkeit** von **Fichten-Monokulturen** gegenüber Wind- und Schneebruch sowie Forstschädlingen (z. B. Borkenkäfer) wird es notwendig sein, auf robustere **Mischwälder** überzugehen. Der Anteil der Laubhölzer wird daher mittelfristig voraussichtlich ansteigen.

Wem gehört der österreichische Wald?

- **82% Privatwald, 18% öffentlicher Wald (Österr. Bundesforste, Gemeinde- und Landeswälder)**

WALDBESTAND EUROPAS

bezogen auf die Gesamtfläche der einzelnen Länder:

Land		%
1	Finnland	73,1
2	Schweden	68,9
3	Slowenien	62,0
4	Montenegro	61,5
5	Lettland	54,0
6	Estland	52,7
7	Russland	49,8
8	Österreich	48,0
9	Liechtenstein	43,1
10	Bosnien u. Herzegowina	42,7
11	Slowakei	40,3
12	Nordmazedonien	39,6
13	Spanien	38,2
14	Bulgarien	35,2
15	Litauen	34,8
16	Portugal	34,7
17	Tschechien	34,5
18	Kroatien	34,3
19	Luxemburg	33,5
20	Norwegen	33,2
21	Deutschland	32,7
22	Schweiz	31,7
23	Italien	31,6
24	Griechenland	31,5
25	Serbien	31,1
26	Frankreich	31,0
27	Polen	30,8
28	Rumänien	29,8
29	Albanien	28,2
30	Ungarn	22,9
31	Belgien	22,6
32	Zypern	18,7
33	Türkei	15,4
34	Dänemark	14,6
35	Großbritannien	13,0
36	Niederlande	11,2
37	Irland	10,9
38	Malta	1,1

(Quelle: Weltbank/Stand 2015)

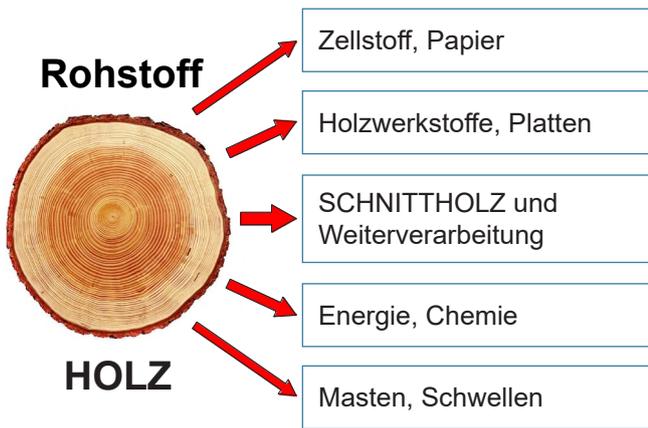
WALDBESTAND DER KONTINENTE

Knapp **ein Drittel** der Landfläche **der Erde** ist mit Wald bedeckt. In Europa, Nordamerika und China nimmt die Waldfläche zu; durch den **Raubbau** an den **Tropenwäldern** wird jedoch die weltweite Waldfläche kontinuierlich weniger!

Erdteil		%
1	Südamerika	50,5
2	Europa	46,0
3	Nord- und Zentralamerika	25,7
4	Australien und Ozeanien	23,3
5	Afrika	21,8
6	Asien	17,8

(Quelle: FAO Forestry Department/State of the World's Forests)

WAS GESCHIEHT MIT DEM ROHHOLZ?



Die gesamte **Forst- und weiterverarbeitende Holzwirtschaft** in Österreich beschäftigt rund 300 000 Menschen (das ist mehr als im Baugewerbe oder im Tourismus!).

1.3 Holz und Ökologie

Es gibt wesentliche ökologische Vorteile, die für Holz als Werk-, Bau- und Brennstoff sprechen:

- **Der Wald schützt unser Klima:** Er entzieht beim Wachsen der Luft das Kohlenstoffdioxid (CO₂) (*carbon dioxide*) und wandelt es in Kohlenstoff und Sauerstoff um. Der Kohlenstoff bleibt so lange im Holz gebunden, wie es in Gebrauch ist, und belastet dadurch die Atmosphäre nicht. Der Sauerstoff wird an die Umwelt abgegeben.
- **Bauen mit Holz verringert den „ökologischen Fußabdruck“:** Bei der Erzeugung von Holzwerkstoffen entsteht viel weniger CO₂ als bei der Gewinnung und Herstellung von Zement, Metallen und Kunststoffen. Da Holz größtenteils in Österreich geerntet und produziert wird, sind die Transportwege gering.
- **Holz ist wieder- und weiterverwertbar:** Nach der ersten Nutzungsdauer kann Holz wiederverwendet (*recycling*) werden (z. B. für Span- und Faserplatten, Papier). Holzbaustoffe sind ressourcenschonende **Kreislaufprodukte!**
- Letztlich kann Holz **CO₂-neutral thermisch verwertet** (verbrannt) werden.
- **Biomasse spart CO₂-Emissionen:** Bei der Energiegewinnung durch Verbrennung von Holz wird nur so viel CO₂ abgegeben, wie bei der Fotosynthese aufgenommen wird (CO₂-neutral). Zudem ist Holz wesentlich schadstoffärmer (praktisch schwefelfrei) als fossile Brennstoffe, wie z. B. Erdöl oder Kohle.

1.4 Unser Wald ist in Gefahr

Da der **heimische Wald** nachhaltig bewirtschaftet und kein Raubbau betrieben wird, gehen die Gefahren hauptsächlich von der anhaltenden **Luftverschmutzung** durch Verkehr und Energiegewinnung aus fossilen Brennstoffen und vom sich abzeichnenden weltweiten **Klimawandel** aus: Es wird immer **wärmer** und **trockener**, **Sturmereignisse** nehmen in Häufigkeit und Intensität zu.

Besonders die **Fichte** und die in den letzten Jahrzehnten forcierten **Fichten-Monokulturen** sterben bei anhaltender Trockenheit leicht ab und ganze Bestände werden von **Borkenkäfern** befallen. Die Bäume müssen gefällt werden.



Der weltweite Waldverlust findet jedoch fast ausschließlich in den **Regenwäldern der Tropen** statt: Zügellose Expansion der Landwirtschaft (für den Anbau von Palmöl und Soja und die Gewinnung von Rinderweiden) und extensive Holznutzung sind die Hauptgründe dafür.



Wie kann man Abhilfe schaffen?

Jede/r Einzelne von uns kann etwas tun. Wir sollten:

- Energie sinnvoll und sparsam einsetzen,
- regionale und saisonale Lebensmittel bevorzugen,
- einen genügsameren Lebensstil entwickeln,
- uns auf die Erhaltung des Lebens besinnen und
- uns fragen: „Ist Wohlstand immer Fortschritt?“
„Ist Abfall wirklich immer Abfall?“
„Ist weniger nicht manchmal mehr?“

Kompetenz-Check 1

1. Nennen und erklären Sie die Hauptfunktionen des Waldes.	W
2. Was wissen Sie über den Waldbestand der Erde?	W
3. Wie groß ist der Waldbestand Österreichs? Was ist ein Hektar?	W
4. Wie gliedern sich die Baumarten prozentuell auf den Waldbestand auf?	W
5. Wozu wird der Rohstoff Holz weiterverarbeitet?	W
6. Welche ökologischen Vorteile sprechen für den Werk- und Baustoff Holz?	E
7. Wie wird der Wald durch die Umwelt belastet oder geschädigt?	A
8. Überlegen Sie, mit welchen Verhaltensweisen Sie als Einzelne/r dem Raubbau an den Tropenwäldern entgegenwirken können.	A

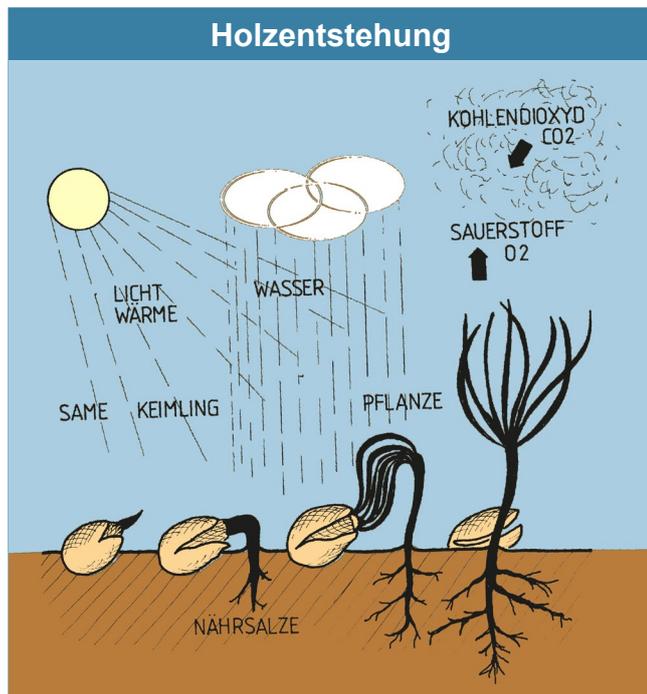
2 Der Baum als Lebewesen

Der Baum ist ein **pflanzliches Lebewesen**. Er ist aus **Zellen (cells)** aufgebaut und benötigt für sein Wachstum Wasser, Licht und Nährstoffe.

2.1 Entstehung und Wachstum eines Baumes

Ein winziger **Samen** fällt auf die Erde, keimt und wird zu einem mächtigen Baum. Für die Holzentstehung (**Holzbiologie**) braucht der Keimling:

- **Sonnenlicht** (Wärme)
- **Wasser**
- **Kohlenstoffdioxid** (CO₂) aus der Luft
- **Nährsalze** aus dem Boden



Wie entsteht der Stamm eines Baumes, der jahrhundertlang lebt und ein Gewicht von vielen Tonnen bekommt?

- Wie alle Pflanzen ist auch ein Baum aus **Zellen** aufgebaut.
- Entstehung und Wachstum verdankt Holz einer sehr dünnen, fast unbegrenzt **teilungsfähigen** Zellschicht, dem **Kambium**.
- Bei der Zellteilung entstehen verschiedene Zellen mit unterschiedlichen Aufgaben und Funktionen (Gewebe). Der größte Teil der Zellen **verholzt** unter Bildung einer mehrschichtigen Zellwand aus **Cellulose** und eingelagertem **Lignin**.

Seite 55

Das **Längen- und Dickenwachstum (growth)** eines Baumes erfolgt durch eine stetig fortlaufende **Zellteilung (cell division)**.

Die junge **Baumpflanze** (Spross) besteht im ersten Jahr nur aus einem röhrenartigen, wasserleitenden Stängel (Sprossachse) mit einigen Blättern/Nadeln.

Um den Umfang liegt die dünne Zellteilungsschicht, das **Kambium**. Hier wachsen die neuen Zellen ringförmig (Jahresringe) und der junge Baum wird dicker und bildet einen Stamm.

Das **Längenwachstum** erfolgt an den Enden der Zweige in den Endknospen.

2.2 Teile des Baumes

Jeder Baum besteht aus **Wurzeln, Stamm und Krone**. Diese Teile haben ganz bestimmte Aufgaben zu erfüllen.

WURZELN (roots)

Die Wurzeln bestehen aus **Haupt-, Seiten- und Haarwurzeln**. Haupt- und Seitenwurzeln sind für den erforderlichen Halt des Baumes in der Erde zuständig; sie verankern den Baum im Boden. Die weitverzweigten Haarwurzeln nehmen im Wasser gelöste Nährsalze aus dem Boden auf und sorgen für Leben und Wachstum des Baumes.

Wurzelarten:

- **Flachwurzler** (z. B. Fichte → Windwurfgefahr)
- **Tiefwurzler** (z. B. Lärche, Tanne, Eibe, Kiefer; Eiche, Esche, Buche, Linde)

STAMM (trunk, log)

Der obere Teil des Stammes trägt die Krone des Baumes. Er leitet – im Splint – das von den Wurzeln aufgenommene **Wasser** mit den Mineralsalzen nach oben in die Krone. Die dort in den Blättern/Nadeln gebildeten **Nährstoffe** werden über den Bast und die Markstrahlen nach unten in alle Baumteile geführt.

Manche Holzarten bilden einen langen, vollholzigen Stamm (meist im geschlossenen Bestand). Andere gabeln sich sehr bald und haben eine große Krone.



Den untersten Teil des Stammes, bis zum ersten Astansatz (Kronenansatz) nennt man **Erdstamm**. Er ist aufgrund der Dimension und der natürlichen Astreinigung in der Regel der wertvollste Teil des Baumes.

KRONE (WIPFEL) (crown)

Die Krone des Baumes besteht aus Ästen und Zweigen mit Blättern/Nadeln und Früchten, aus denen die Samen entspringen. In der Krone (Blätter/Nadeln) werden die Nährsalze aus dem Boden in baumeigene **Nährstoffe** umgewandelt. Form und Größe der Baumkrone ist je nach Baumart und Standort sehr unterschiedlich.

2.3 Nahrungshaushalt eines Baumes

Jeder Baum ist eine kleine chemische Fabrik und bildet seine zum Leben und Wachstum notwendigen **Nährstoffe** selbst. Dies geschieht in den Blättern bzw. Nadeln und wird **Fotosynthese** genannt.

- Das **Wasser** mit den gelösten **Mineralstoffen** wird von den feinen Haarwurzeln aufgenommen (Osmose) und steigt im Leitungsgewebe des **Splints** bis zu den Blättern hoch. Dies geschieht durch Kapillarwirkung und Saugwirkung auf Grund der **dauernden Wasserverdunstung** über die Blätter.
- Die **Blätter** (Nadeln) nehmen – über kleine Spaltöffnungen an ihrer Unterseite – CO_2 (Kohlenstoffdioxid) aus der Luft auf. In den **Chloroplasten** wird dieses CO_2 und Wasser mit Hilfe von **Blattgrün** (Chlorophyll) und **Sonnenlicht** in Glucose (Traubenzucker) und Sauerstoff umgewandelt.
- Der **Sauerstoff** ist für den Baum Abfall und wird an die Umgebung abgegeben.
- Die wasserlösliche, energiereiche **Glucose** wird im Bast in alle Teile des Baumes geleitet. Sie wird zur Energiegewinnung (zum Leben) wieder verbraucht (Dissimilation). Was übrig bleibt, wird gespeichert.

- Die **gespeicherte Glucose** wird, mit Hilfe der Mineralstoffe, in alle benötigten Nähr-, Bau- und Speicherstoffe umgebaut (z. B. Cellulose, Lignin).

Seite 22

Bei der **Fotosynthese** wird überschüssiger Sauerstoff abgegeben. Sie ist daher die wichtigste chemische Reaktion auf der Erde!

Kompetenz-Check 2

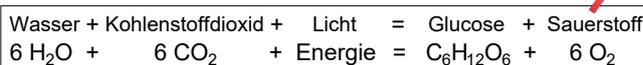
1. Wie entsteht ein Baum und welche Substanzen benötigt er dazu?	W
2. Beschreiben Sie das Längen- und Dickenwachstum eines Baumes.	W
3. Welche Wurzelarten kennen Sie? Nennen Sie jeweils einige Baumarten dazu.	W
4. Welche Aufgaben erfüllen die drei Teile eines Baumes?	W
5. Beschreiben Sie den Vorgang der Assimilation in einem Baum.	W
6. Welche baumeigenen Nährstoffe entstehen bei der Assimilation?	W
7. Was ist Dissimilation?	W
8. Überlegen Sie, wie wir von der Assimilation der Bäume profitieren.	A

In den Zellen eines Baumes werden aus **anorganischen** Stoffen ständig körpereigene, **organische** Stoffe aufgebaut (Assimilation) und zur Nutzung der in ihnen enthaltenen chemischen Energie für das Wachstum wieder abgebaut (Dissimilation).

Assimilation (Fotosynthese)

Umwandlung von **anorganischen Stoffen** (CO_2 aus der Luft, Wasser und Mineralsalze aus dem Boden) in **Glucose**.

- Dazu notwendig sind Sonnenlicht und Blattgrün!
- Sauerstoff wird dabei abgegeben (bei Tag).



Aus der **Glucose** (Traubenzucker) werden mit den Mineralstoffen organische, körpereigene **Nährstoffe** (Stärke, Proteine, Fette, ...) hergestellt und gespeichert.

Dissimilation (Zellatmung)

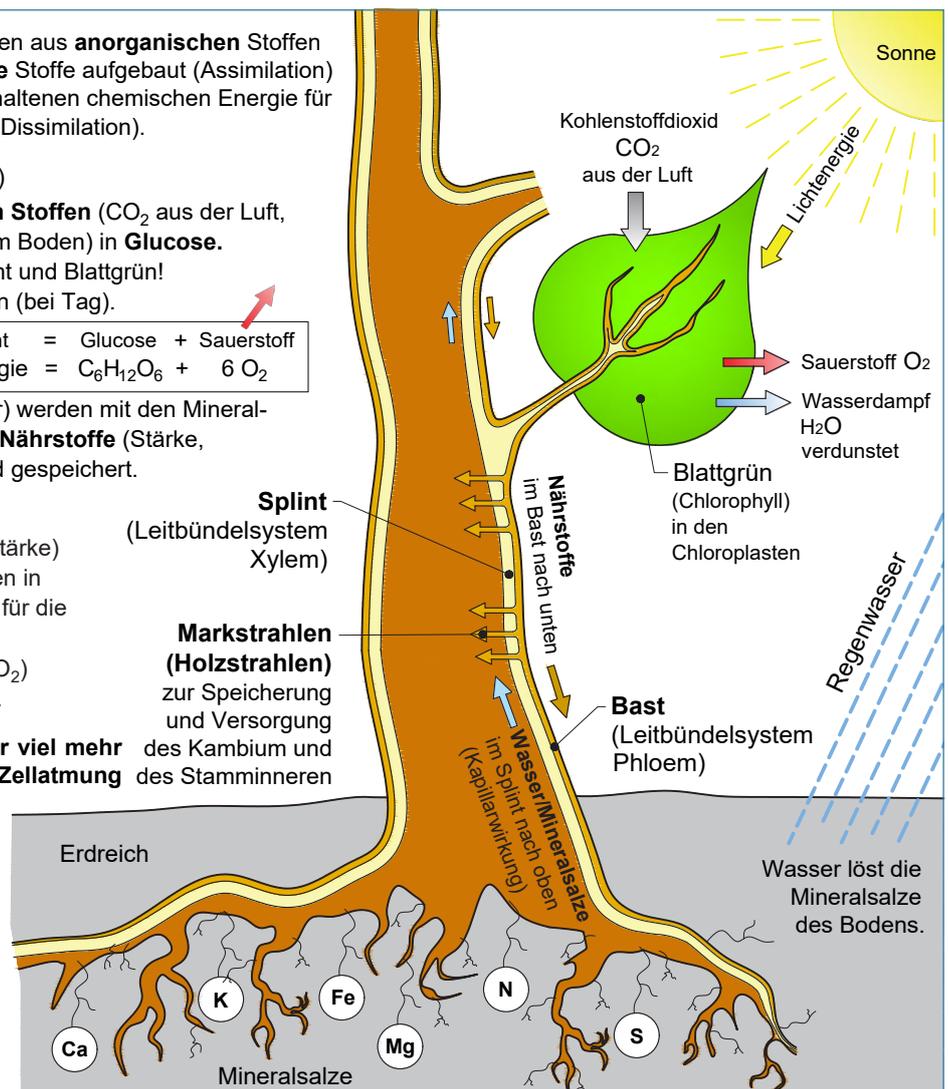
Die Nährstoffe (Traubenzucker, Stärke) und Sauerstoff aus der Luft werden in **Energie** (ATP) umgewandelt und für die Lebensfunktionen verbraucht.

- Dabei wird Kohlenstoffdioxid (CO_2) abgegeben (bei Tag und Nacht).

Bei der Fotosynthese wird sehr viel mehr des Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Sauerstoff erzeugt, als bei der Zellatmung des Stamminneren verbraucht wird!

Mineralsalze:

- Ca = Calcium
- K = Kalium
- Fe = Eisen
- Mg = Magnesium
- N = Stickstoff
- S = Schwefel

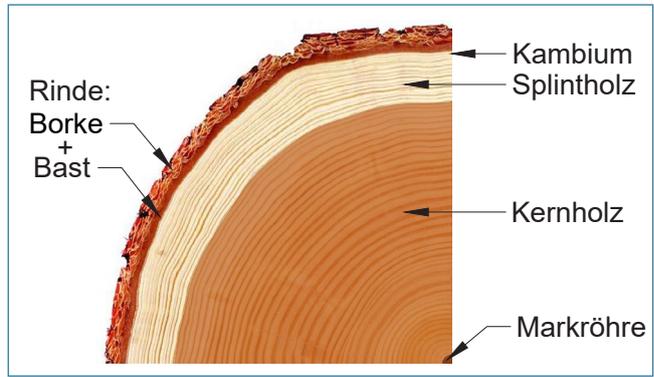


3 Holzstruktur

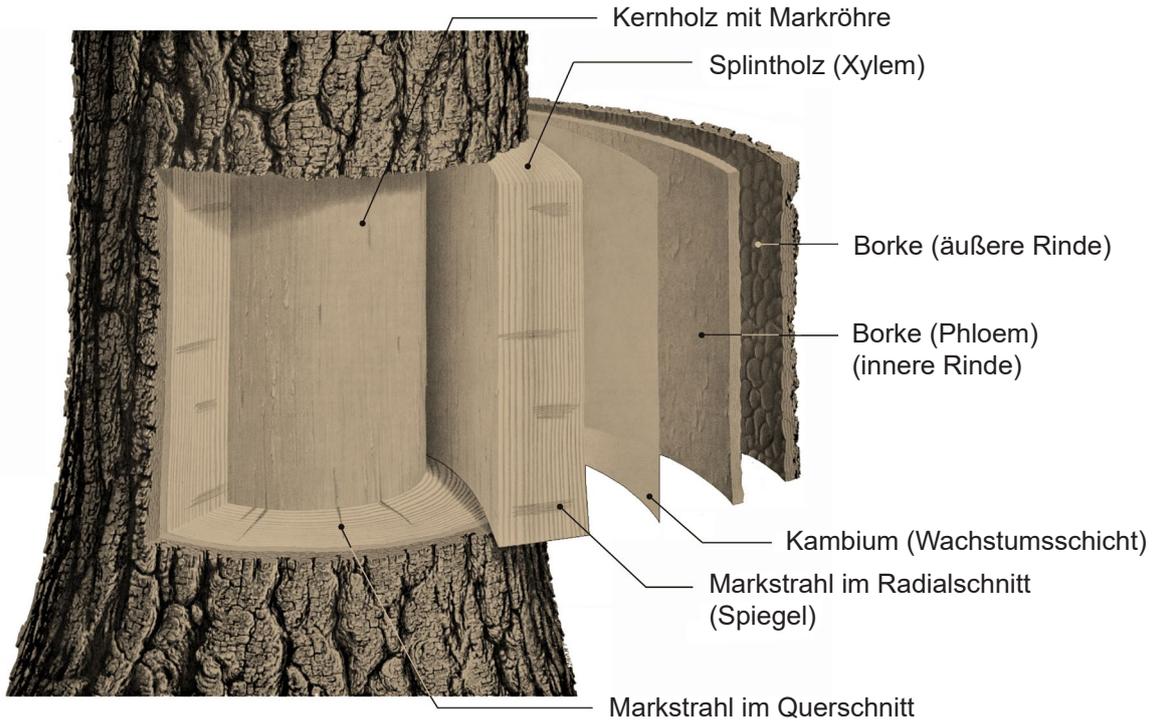
Der **strukturelle Aufbau** des Holzes wird in den äußeren und in den – nur unter dem Mikroskop erkennbaren – **inneren Aufbau** unterschieden.

3.1 Äußerer (makroskopischer) Aufbau des Holzes

Der äußere Aufbau des Holzes zeigt sich – **mit freiem Auge deutlich erkennbar** – an einer Vielzahl von verschiedenen ringförmigen Schichten.



Äußerer (makroskopischer) Aufbau des Holzes



Von außen nach innen zur Stammmitte sind folgende Schichten (Zellgewebe) zu unterscheiden:

BORKE (ÄUßERE RINDE) (*bark*)

Die **Borke** ist die äußerste Schicht des Baumes. Sie dient als Schutz vor Witterungseinflüssen und mechanischen Beschädigungen. Bei Sonnenschein und Hitze verhindert sie zu hohe Verdunstung.

Die Borke ist häufig sehr charakteristisch ausgeformt und stellt so ein wichtiges Merkmal für die Erkennung der Baumart dar.

BAST (INNERE RINDE, PHLOEM) (*bast*)

Der **Bast** ist eine zähe, faserige Schicht unterhalb der Borke. Er ist der innere, lebende Teil der Baumrinde, welcher eine wichtige Aufgabe erfüllt: Er leitet die in den Blättern erzeugten Nähr- und Aufbaustoffe stammabwärts bis in die Wurzeln.

Bast und Borke gemeinsam werden allgemein als „Rinde“ bezeichnet!

KAMBIUM (*cambium*)

Das **Kambium** ist die mit dem freien Auge **nicht** sichtbare **Wachstumsschicht** des Baumes. Hier vollzieht sich die **Zellteilung**. Kambiumzellen bilden nach außen Bastzellen (Phloem) und nach innen Holzzellen (Xylem) im Verhältnis von ca. 1:4. Die Holzzellen bilden sich – bedingt durch die jahreszeitlichen Wachstumsunterschiede – in Früh- und Spätholz, den sogenannten Jahresringen, aus.

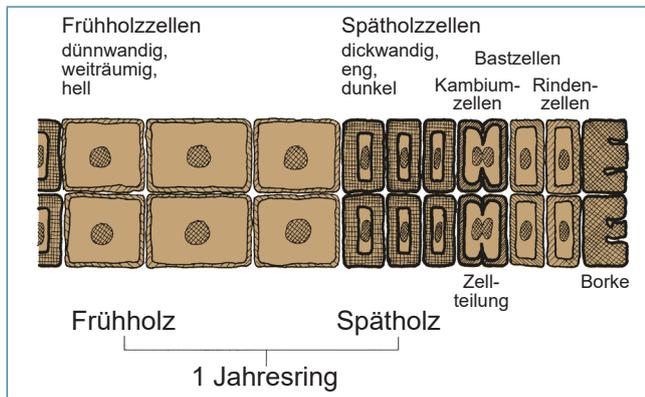
Seite 18

JAHRESRINGE (*growth ring*)

Jeder Jahresring besteht aus **Frühholz** (*early wood*) und **Spätholz** (*late wood*).

Die im Frühjahr gebildeten Holzzellen sind dünnwandig, großlumig (weiträumig), heller und weicher. **Frühholz** dient hauptsächlich der Leitung von Wasser.

Später im Sommer gebildete Zellen sind englumig, dickwandiger, dunkler und härter. **Spätholz** dient vorwiegend der Festigung.



Der Übergang vom Früh- zum Spätholz kann allmählich oder scharf abgegrenzt sein. Bei den **Nadelhölzern** erfolgt der Übergang zwischen dem Spätholz des vorangegangenen Jahres und dem Frühholz meist sehr **abrupt**.



- Die **Breite** der Jahresringe hängt von der Holzart, dem herrschenden Klima und dem Standort ab.
- Da bei **Laubbäumen** zu Beginn der Vegetationsperiode zuerst die Blätter gebildet werden müssen, ist der Anteil des Frühholzes geringer. Bei Laubholz sind daher breite, bei Nadelholz enge Jahresringe wertvoller.
- Über die **Anzahl** der Jahresringe kann bei heimischen Bäumen das **Alter** zuverlässig bestimmt werden.

Tropenhölzer zeigen keine Jahresringe, sondern **Zuwachszonen**. Durch das gleichbleibende Klima treten keine Wachstumsunterbrechungen ein.

SPLINTHOLZ (XYLEM) (*sapwood*)

Das **Splintholz** („der Splint“) ist der leitende Teil des Stammquerschnittes (Leitungsgewebe) und dient der Wasserleitung von der Wurzel in die Krone. Es ist somit im stehenden Baum junges, physiologisch aktives Holz und enthält noch **lebende Zellen**.

Splintholz ist immer **hell** und farblich meist deutlich vom älteren, weiter innen liegenden Kernholz zu unterscheiden. Durch das Vorhandensein von Nähr- und Reservestoffen ist Splintholz **anfällig** für einen Befall durch Pilze und Insekten. Es wird daher leicht zersetzt und hat eine **schlechtere natürliche Dauerhaftigkeit** als das Kernholz.

Verwertbarkeit des Splintholzes:

- Bei Eiche, Robinie und Lärche ist der Splint unbrauchbar und muss weggeschnitten werden.
- Bei der Esche ist der Splint zäher und elastischer als das Kernholz.
- Bei Zirbe und Kiefer wird der Splint ohne Unterschied mitverarbeitet.
- Um eine gestreifte, lebendige und natürliche Holztextur zu erhalten, kann auch bei Nuss- und Kirschbaum, Zwetschke und Eibe der Splint mitverwendet werden.

KERNHOLZ (*heartwood*)

Das **Kernholz** ist der ältere, abgestorbene Teil des Holzkörpers, der nicht mehr an der Wasserleitung beteiligt ist. Es dient nur mehr der mechanischen Festigung und Stützung des Baumes.

Häufig ist Kernholz durch die Einlagerung von **Kernholzstoffen** dunkler gefärbt als das Splintholz.

Kern- und Splintholz sind wichtige **Unterscheidungsmerkmale** zum Erkennen der Holzart!

MARKRÖHRE (*pith*)

Der innerste Teil des verholzten Stammes wird als **Markröhre** (Kernröhre, „Kern“) bezeichnet. Das abgestorbene, ausgetrocknete und weiche Zellgewebe (Parenchym) dient der jungen Pflanze im ersten Lebensjahr zur Wasser- und Nährstoffversorgung. Bereits ab dem zweiten Lebensjahr werden Jahresringe gebildet, welche die Wasserleitung übernehmen.

MARKSTRAHLEN (HOLZSTRAHLEN) (*rays*)

Die **Markstrahlen** (Parenchym) dienen der **Speicherung** von Reservestoffen (Speicherzellen).

Bei vielen **Laubholzarten** sind sie im Quer- und Radialschnitt mit freiem Auge gut sichtbar, wobei sie im Radialschnitt besonders auffällig als glänzende Flecken, den sogenannten **Spiegeln**, in Erscheinung treten (z. B. Eiche, Buche u. a.). Bei den **Nadelhölzern** sind die Markstrahlen in der Regel kaum erkennbar.

3.2 Verkernung des Holzes (*hardening*)

Bei manchen Baumarten ist der innere Bereich des Stammes **dunkler** gefärbt (Kernholz) als der äußere (Splintholz) – man spricht von **Kernholzbäumen**. Unter **Verkernung** versteht man die Einstellung der Wasserleitung und die Einlagerung von Kernstoffen in der inneren, älteren Holzsubstanz. Im Allgemeinen wird sie eingeleitet, wenn der Durchmesser des Baumes groß genug ist, um einen Teil davon aus der Wasserleitung ausscheiden zu können (zwischen dem 20. und 40. Lebensjahr).

Da der **Verkernungsvorgang** bei den Baumarten unterschiedlich ist, wird zwischen **Splintholz-, Kernholz-, Reifholz- und Kernreifholzbäumen** unterschieden.

Wie entsteht Kernbildung?

- bei **Nadelhölzern**: Verschluss der Hoftüpfel und der Harzkanäle
- bei **Laubholz**: Verstopfung der Gefäße (Poren) durch Thyllenbildung (Verthyllung)
- Zusätzlich werden **Kernstoffe** in den Zellwänden des Holzes abgelagert (Harze, Fette, Gerbstoffe, verschiedene Farbstoffe).

Auswirkungen der Verkernung

Durch die **Verkernung** und die damit verbundene Einlagerung von Kernstoffen, werden einige Holzeigenschaften (meist positiv) verändert:

- Senkung der Holzfeuchtigkeit
- geringeres Schwundverhalten
- Erhöhung der Rohdichte, Härte und der Festigkeit
- Erhöhung der natürlichen Dauerhaftigkeit gegen Pilze und Insekten
- Erschwerung der Imprägnierbarkeit
- Farbänderung im Vergleich zum Splintholz

Innerhalb des Erscheinungsbildes des **Farbkernes** werden **zwei Typen** unterschieden:

1. Echter Farbkern (obligatorischer Farbkern)

Der echte Farbkern **bei Kernholzbäumen** ist genetisch bedingt. Er tritt bei jedem einzelnen Baum einer Art auf und schließt innerhalb eines Jahresringes exakt ab (z. B. Lärche, Eiche, Nuss).

2. Falschkern (fakultativer Farbkern)

Der Falschkern tritt nicht bei jedem Baum einer Art auf. Er wird durch äußere Einflüsse verursacht (z. B. Sauerstoffeinlagerung) und verläuft in seiner Breite und Abgrenzung sehr unregelmäßig.



Er stellt eine Farbabweichung ohne positiven Einfluss auf die Holzeigenschaften dar, kann aber eine gefragte, lebhaft gestreifte und dekorative Holztextur ergeben.

Beispiele: Braunkern bei Esche (Braun- oder Oliv-esche), Röttern bei Buche, Falschkern bei Ahorn, Birke u. a.

3.3 Porenanordnung bei Laubhölzern

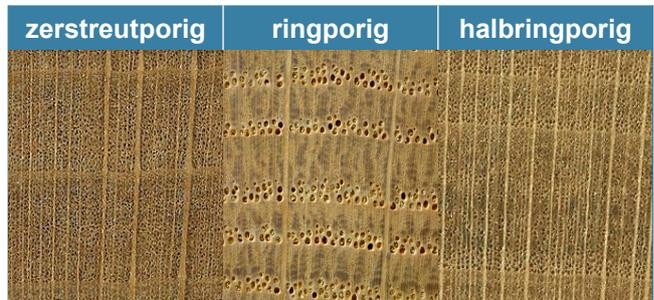
Betrachtet man bei **Laubbäumen** den Stammquerschnitt, so sind bei einigen Holzarten mit freiem Auge, bei einigen nur mit der Lupe feine Öffnungen, die sogenannten **Poren** (Gefäße) (*pores, vessels*) sichtbar.

Von der Größe, Anzahl und Verteilung der Poren hängt das **Aussehen** der Holzoberfläche ab. Auch für die **Bestimmung der Holzart** ist die Porenanordnung ein wichtiges Kriterium.

Nadelhölzer haben keine Poren!

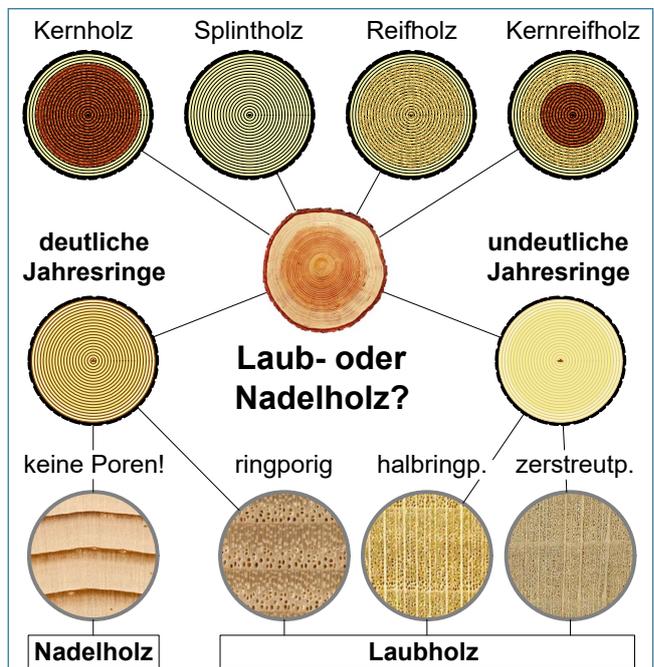
Unterscheidung nach Anordnung und Größe:

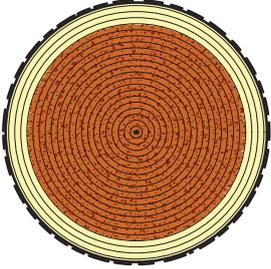
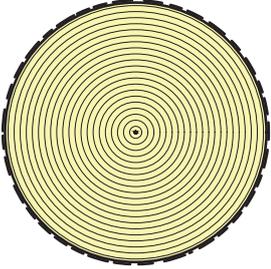
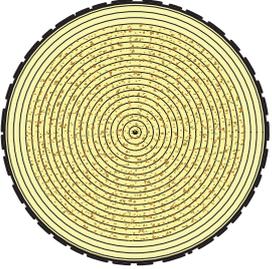
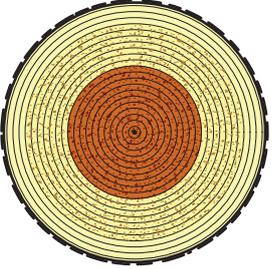
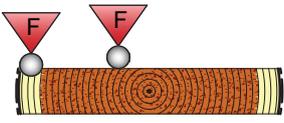
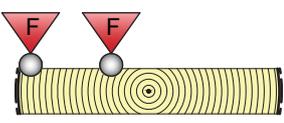
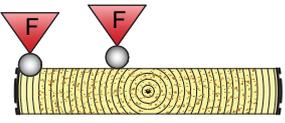
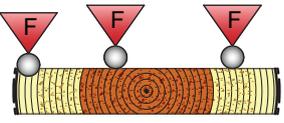
- **Zerstreutporige Hölzer:** Die Poren sind im Früh- und Spätholz annähernd gleich groß und **gleichmäßig verteilt** (zerstreut) angeordnet. Diese Poren sind meist klein und mit freiem Auge nur schwach bis gar nicht sichtbar (daher ist auch die Jahresringstruktur nur undeutlich ausgebildet).
Beispiele: Ahorn, Buche, Birke, Birnbaum, Erle, Linde
- **Ringporige Hölzer:** Die großen Poren sind deutlich ringförmig, nur im Frühholz gelagert (die Jahresringe sind deshalb deutlich ausgeprägt).
Beispiele: Eiche, Esche, Ulme, Edelkastanie, Robinie, Teak
- **Halbringporige Hölzer:** Die Poren des Frühholzes sind deutlich größer als die des Spätholzes.
Beispiele: Nussbaum, Kirschbaum



Im Tischlereihandwerk wird meist nur zwischen **grobporigen** und **feinporigen** Hölzern unterschieden:

- **Grobporige Hölzer (large pored)** haben Poren, die mit bloßem Auge erkennbar sind (0,25 mm).
Beispiele: Eiche, Esche, Ulme, Nussbaum, Robinie, Edelkastanie, Teak
- **Feinporige Hölzer (fine pored)** haben Poren, die nur mit der Lupe erkennbar sind ($\leq 0,05$ mm).
Beispiele: Ahorn, Buche, Birke, Birnbaum, Erle, Linde, Kirschbaum



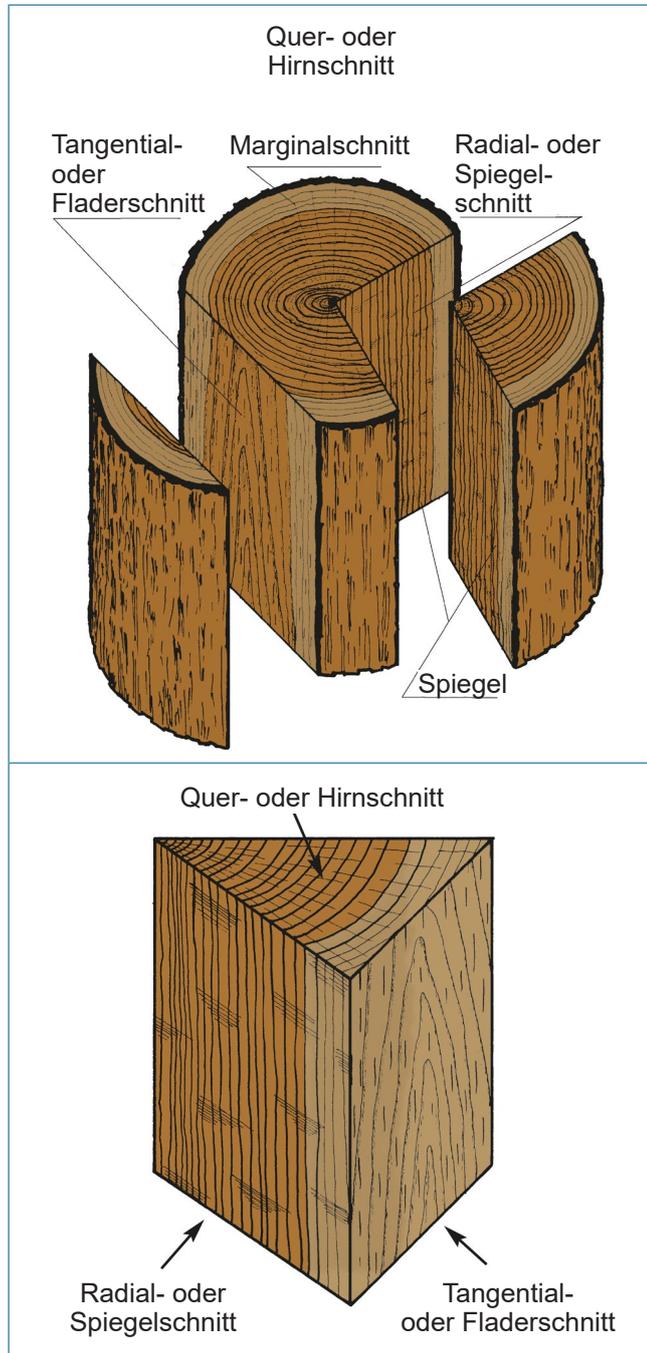
Einteilung der Hölzer nach der Verkernung			
Kernholzbäume (Kh)	Splintholzbäume (Sh)	Reifholzbäume (Rh)	Kernreifholzbäume (Krh)
Deutliche farbliche Abgrenzung von dunklem Kernholz und hellem Splintholz .	Keine Verkernung! Diese Bäume haben durchgehend nur helles Splintholz .	Helles Kernholz! Kein Farbunterschied zwischen Splintholz und innerem Reifholz .	Diese Bäume haben Splint-, Kern- und Reifholz .
			
NADELHÖLZER (Nh)			
Douglasie Eibe Kiefer (Föhre, Weißkiefer) Lärche Schwarzkiefer Weymouthskiefer (Strobe) Zirbe (Arve)		Fichte Tanne	
LAUBHÖLZER (Lh)			
Eberesche (Vogelbeere) Edelkastanie Eiche Nussbaum Kirschbaum Pappel Robinie Weide Zwetschke	Ahorn (Berg- und Spitzahorn) Aspe (Espe, Zitterpappel) Birke Erle Hainbuche (Weißbuche) Rosskastanie	Birnbaum Buche (Rotbuche) Esche Feldahorn Linde	Ulme (Rüster) teilweise Esche
Eigenschaften			
Splint: lebende, wasserführende Zellen; heller, weicher, weniger dauerhaft (anfälliger für Pilze und Insekten) Kern: abgestorbene, nicht wasserführende Zellen; dunkler, härter, schwerer, trockener, dauerhafter; geringere Schwindmaße	Keine Verkernung! durchgehend leitfähiges, wasserführendes Splintholz mit gleicher Farbe und Feuchte und gleichen technischen Eigenschaften; gesamtes Holz weniger dauerhaft (anfälliger für Pilze und Insekten)	Helles Kernholz! technische Eigenschaften, Feuchtegehalt und Dauerhaftigkeit wie Kernholz, jedoch keine dunklere Färbung Äußerer Splint: wie bei Kern- und Splintholzbäumen	Farbe, Eigenschaften und Feuchtegehalt aller drei Verkernungsarten treten innerhalb eines Stammes auf.
Druckprobe			
			

3.4 Hauptschnittrichtungen

(wood sections)

Bei Holz unterscheiden wir zwischen drei wuchsbedingten **anatomischen Hauptrichtungen**.

Schneidet man das Holz in diesen drei Hauptrichtungen, ergeben sich signifikante **Unterschiede** sowohl im **Erscheinungsbild** (Textur, Maserung) als auch in den mechanischen **Eigenschaften** und im Quell- und Schwindverhalten.



QUERSCHNITT (HIRNSCHNITT)

(transverse section)

Der **Querschnitt** verläuft **rechtwinkelig** zur Stammachse. Auf der Schnittfläche (Hirnholz) sehen wir den makroskopisch erkennbaren Aufbau: Markröhre, Jahresringe im Kern- und Splintholz, Rinde; Markstrahlen (bei LH) und Harzkanäle (bei NH).

RADIALSCHNITT (SPIEGELSCHNITT)

(radial section)

Der **Radialschnitt** ist ein **Längsschnitt** durch die Stammmitte. Er verläuft parallel zu den Markstrahlen. Die Jahresringe erscheinen auf der Schnittfläche als annähernd parallele Streifen; man spricht von einer schlichten Maserung (*plain grain*). Bei manchen Holzarten sind die Markstrahlen als glänzende (Flecken) **Spiegel** zu sehen (z. B. Eiche, Buche).

TANGENTIALSCHNITT (FLADERSCHNITT)

(tangential section)

Der **Tangentialschnitt** ist ein **Längsschnitt** außerhalb der Stammmitte. Es entsteht eine kegelförmige Holztextur („Fladerung“), weil sich der Stamm mit seinen Jahresringen nach oben verjüngt.

Quer- bzw. Hirnschnitt (Buche)



Längsschnitte (Buche)

Radialschnitt

Tangentialschnitt

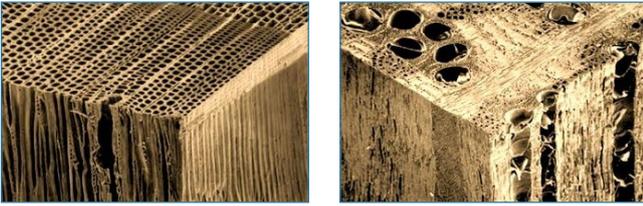


Kompetenz-Check 3

1. Beschreiben Sie den makroskopischen Aufbau des Holzes von innen nach außen.	W
2. Welche Schicht ist der eigentlich wachsende Teil beim Baum?	W
3. Welcher Unterschied besteht zwischen Kern- und Splintholz?	V
4. Was ist Verkernung? Welche Auswirkungen hat sie auf das Holz?	V
5. Nennen und beschreiben Sie die vier Verkernungsarten und jeweils einige dazugehörige Holzarten.	W
6. Beschreiben Sie die zwei Arten des Farbkernes.	W
7. Wie kann man die Holzarten nach ihrer Porenanordnung unterscheiden?	W
8. Welche drei Hauptschnittrichtungen werden unterschieden, wie verlaufen sie und wodurch unterscheiden sie sich?	W

3.5 Innerer (mikroskopischer) Aufbau des Holzes

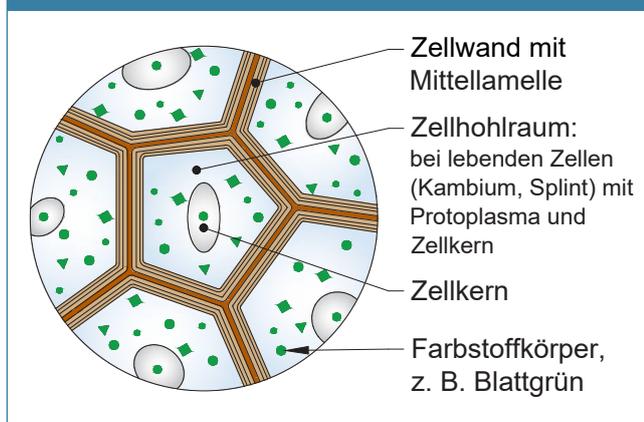
Der innere Aufbau des Baumes wird durch **Holzzellen** gebildet. Die einzelnen Zellen sind in Größe und Aufbau sehr verschieden und haben auch jeweils **besondere Aufgaben** und Funktionen zu erfüllen.



ZELLAUFBAU (cell structure)

Jede Holzzelle besteht aus den verholzten **Zellwänden** und dem **Zellhohlraum** (Lumen).

Schema einer lebenden Holzzelle



- **Zellwand:** besteht aus Cellulose, Hemicellulose, Pektin und Lignin (lat. *lignum* = Holz), das zwischen die Cellulosefasern eingelagert wird. Die Zellwand ist die eigentliche **Holzsubstanz!**
- **Protoplasma** (oder Zellsaft): ist für die Nahrung des Zellkernes verantwortlich (Atmung, Wachstum usw.).
- **Zellkern:** steuert als wichtigster Teil im Protoplasma alle Vorgänge in der Zelle und enthält auch die **Chromosomen** (Träger aller **Erbanlagen** der Zelle bzw. des ganzen Baumes).
- **Farbstoffkörper:** befinden sich auch im Protoplasma. Von ihnen haben die Blattgrünkörper (**Chloroplasten**) in den Blättern und Nadeln die wichtigste Aufgabe bei der Nahrungsverarbeitung (siehe Assimilation).

ZELLWAND (cell wall)

Der **chemische** und **strukturelle Aufbau** der Zellwand ist für die meisten Eigenschaften für die Verwendung als Bau- und Werkstoff entscheidend.

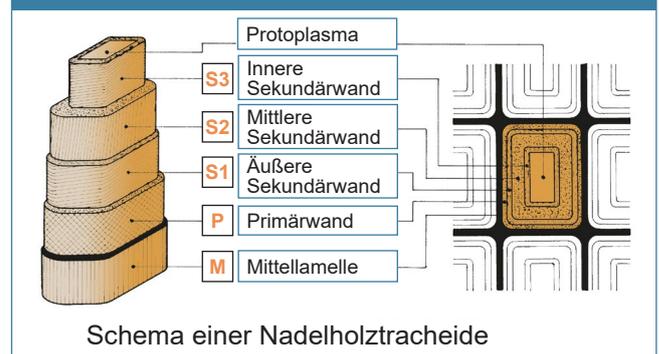
Die Zellwand teilt sich grundsätzlich in **fünf verschiedene Schichten** auf:

- **M** **Mittellamelle** (Klebeschicht): besteht vorwiegend aus Lignin und leicht quellbaren Pektinstoffen. Sie **verbindet** benachbarte Zellwände gleitend miteinander. Der Baum kann sich somit biegen.

- **P** **Primärwand** (Kambialwand): besteht überwiegend aus Cellulose.
- **S** **Sekundärwände S1, S2, S3:** bestehen aus Holo-cellulose und Lignin, wobei die „**mittlere Sekundärwand**“ (Verdickungswand) in erster Linie zum Dickenwachstum beiträgt. Die mittlere Sekundärwand ist von allen fünf Zellwandschichten die dickste und verläuft in ihrem Faserverlauf **tangential** (parallel) zu den Jahresringen.

Von der mittleren Sekundärwand geht die **Hauptveränderung (Schwinden und Quellen)** der gesamten Holzzellwand aus.

Feinbau der Holzzellwand



Schema einer Nadelholztracheide

Durch den **schichtweisen Aufbau** der einzelnen Zellwände (Sperrholzprinzip) bekommt das Holz seine hohe **Biegefestigkeit**, und zwar durch die unterschiedliche Orientierung und durch die Struktur und Verbindung von **Cellulose** und **Lignin**.

Vergleich mit Stahlbeton:

Cellulose = **Stahl** → Zugfestigkeit
Lignin = **Beton** → Druckfestigkeit

ZELLTEILUNG (cell division)

Die lebenden Zellen im Kambium haben die Eigenschaft, sich zu vermehren, indem sie sich teilen. Die Vermehrung der Zellen ergibt das **Dicken-** und **Längenwachstum** des Baumes. Die Zellteilung erfolgt nur während der **Wachstumsperiode**.

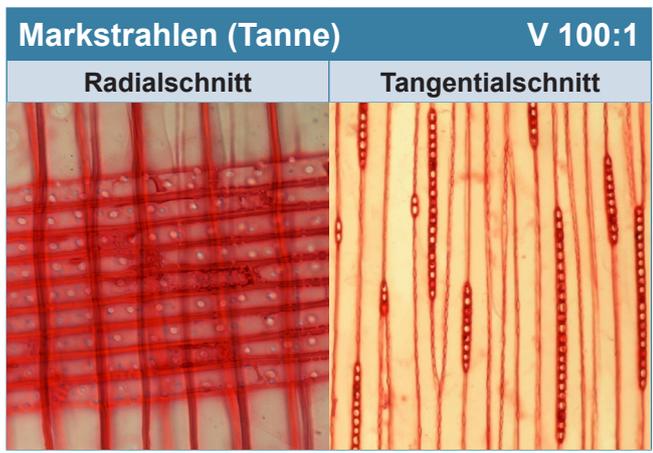
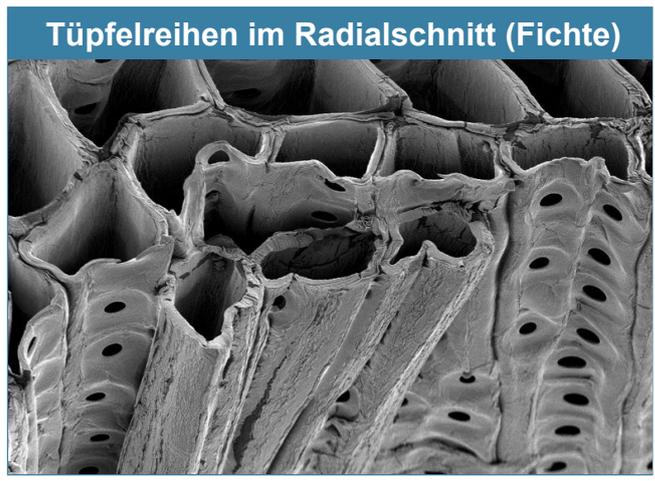
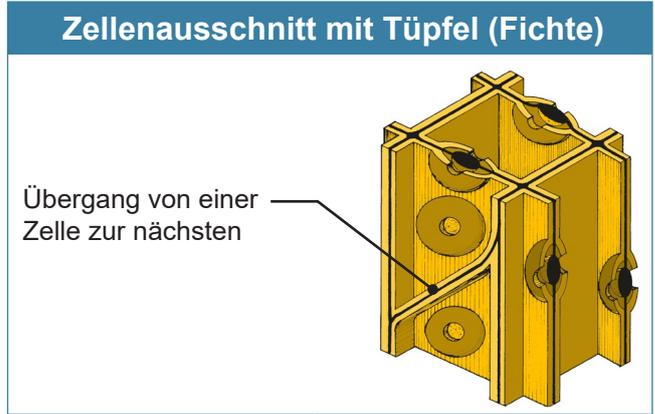


ZELLARTEN UND DEREN FUNKTIONEN

Einzelne **Holzzellen** (auch Holzfasern) sind zu Faserbündeln und **Gewebe** mit einheitlicher Aufgabe und Funktion zusammengeschlossen.

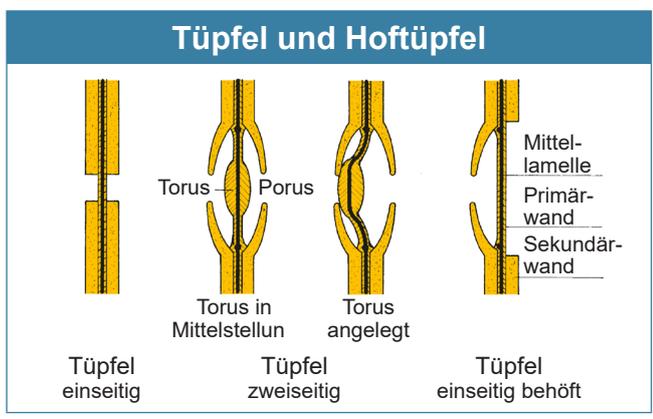
Neben dem **teilungsfähigen Bildungsgewebe** im Kambium wird zwischen folgenden **Dauergewebearten** unterschieden:

- **Festigungsgewebe (Stützgewebe):** verleiht dem Holz die Festigkeit und besteht aus mehr oder weniger dickwandigen Zellen.
- **Leitungsgewebe:** dient dem Transport von Wasser und den darin gelösten Nährstoffen. Sie sind bei einigen Laubbölkern als Poren (Gefäße) auch mit dem freien Auge deutlich sichtbar.
- **Speichergewebe:** dient der Speicherung von Nährstoffen und verläuft sowohl axial und radial (Mark- oder Holzstrahlen). Da es bei NH nur einreihig ausgebildet ist, ist es – im Gegensatz zu LH (mehrreihig) – mit freiem Auge nicht sichtbar.



TÜPFEL (pit)

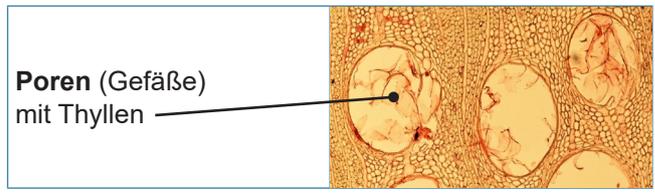
Tüpfel sind **Verbindungsöffnungen** zwischen den einzelnen benachbarten Zellen und dienen hauptsächlich dem Flüssigkeitsaustausch. Sie kommen in den Zellwänden der Nadel- und Laubbölkern vor.



Die durchgehende **Mittellamelle** der Zelle bildet die **Tüpfelmembran** mit dem verdickten Torus. Bei geöffneter Stellung kann die Flüssigkeit durch die Membran diffundieren und in die Nachbarzelle gelangen. Bei Druckänderung oder Lufteinbruch (z. B. Verletzung) legt sich der Torus auf die Tüpfelöffnung des Porus und verschließt das Ventil.

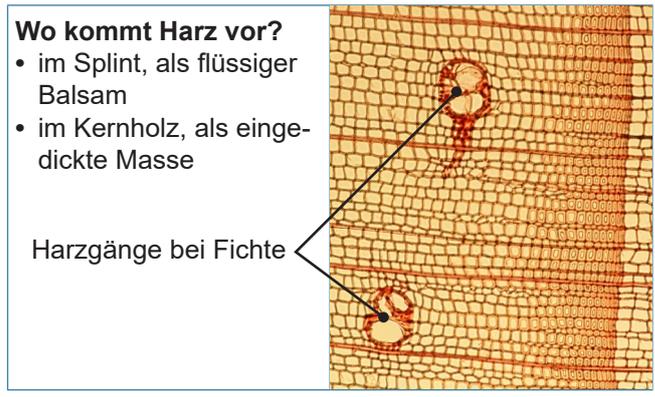
THYLLEN (thyloses)

Thyllen sind **Ausstülpungen** in den Poren (Gefäßen). Sie verstopfen die Poren, wodurch keine Wasserleitung mehr möglich ist (Verkernung). Verthylltes Holz kann die Trocknung, Klebung und vor allem die Imprägnierung erschweren.



HARZKANÄLE (resin canals)

Harzkanäle sind langgestreckte Hohlräume im Parenchymgewebe, die mit sogenannten **Epithelzellen** ausgekleidet sind. Diese Epithelzellen dienen bei vielen **Nadelbölkern** der Produktion und Ausscheidung von Harz.



HARZ IN NADELHÖLZERN

- **Harz in Holz und Rinde vorhanden:** Fichte, Kiefer, Lärche, Zirbe, Douglasie, Pitch Pine
- **Kein Harz im Holz vorhanden:** Tanne, Eibe, Wacholder, Redwood, Hemlock

Bei krankhafter Erweiterung der Harzkanäle entstehen **Harzgallen** (*resin pocket*), die oft als **Holzfehler** gelten!

In wärmeren Gebieten (z. B. Südostasien) enthalten auch **Laubhölzer** harzähnliche Stoffe und **Sekrete**, z. B. Meranti, Bangkirai (Balau), Tola, Faro, Tchitola.

Bei **harzreichen Hölzern** müssen folgende **Eigenschaften** berücksichtigt werden:

- Die natürliche Dauerhaftigkeit steigt.
- Die Biegefestigkeit sinkt.
- Die Imprägnierbarkeit sinkt.
- Die Beiz- und Lackierbarkeit wird schwieriger.

ZELLAUFBAU BEI NADELHOLZ

Die entwicklungsgeschichtlich **älteren Nadelhölzer** weisen eine relativ einfache und regelmäßige Zellstruktur auf. Sie bestehen im Wesentlichen aus **Tracheiden**, schlanke langgestreckte Zellen (3–7 mm), die sowohl dem Flüssigkeitstransport als auch der Stützfunktion dienen. **Parenchymzellen** dienen der Nährstoffspeicherung (Speicherzellen).

ZELLAUFBAU BEI LAUBHOLZ

Laubhölzer haben sich erst später entwickelt und weisen daher eine differenziertere Struktur auf. Leit- und Stützfunktion sind getrennt. **Tracheen** (Gefäße oder Poren) dienen der Saftleitung (bis 1 m lang), **Sklerenchymzellen** (Holz- oder Librifasern) sorgen für die Festigkeit und machen ca. die Hälfte der Laubholzmasse aus. **Parenchymzellen** dienen – wie beim NH – der Nährstoffspeicherung.

Zellarten und ihre Funktion (Überblick)

Zellarten		Funktion	Beschreibung der Funktion	Wo?	
Leit- und Faserzellen	Tracheiden (Frühholz- und Spätholztracheiden)	Leitung axial und Festigung in Kombination	Die Leit- und Faserzellen sind axial verlaufende Zellen und bilden bei Nadelholz ca. 90 % der Holzmasse. Im Frühjahr sind sie dünnwandig und dienen hauptsächlich der Saftleitung (Frühholz-Tracheiden = heller Jahresringbereich). Im Sommer und Herbst sind sie dickwandiger und bilden vor allem Holzfasern (Spätholz-Tracheiden = dunkler Jahresringbereich).	NH	
Speicherzellen	Parenchym (Längs- und Querenparenchym)	Speicherung und Querleitung	Wir unterscheiden radial (quer) und axial (längs) angeordnete Parenchymzellen. Sie dienen primär der Speicherung von Nährstoffen. Die Querenparenchymzellen nennt man Holz- bzw. Markstrahlen .	NH	LH
Gefäße (Poren)	Tracheen	Leitung in Längsrichtung (axial)	Die Poren sind axial gerichtet und dienen vorwiegend der Wasserleitung. Die Zellhohlräume der Gefäße können über mehrere Meter verbunden sein. Mit den Nachbarzellen sind sie durch Tüpfel verbunden. Je nach Anordnung der Poren werden Laubhölzer in zerstreutporige und ring- oder halbringporige Hölzer eingeteilt.		LH
Holzfasern	Librifasern oder Sklerenchym	Festigung	Die Holzfasern bilden bei Laubholz ca. 50 bis 70 % der Holzmasse, sie sind dickwandig und bestimmen weitgehend die Rohdichte und die Festigkeit des Holzes.		LH
Zusätzliche Bauteile im inneren Aufbau					
Tüpfel		Verbindung und Querleitung zu den Nachbarzellen	Tüpfel ermöglichen den Stoffaustausch zwischen zwei benachbarten Zellen. Bei Baumverletzungen verhindern die Tüpfel den Lufteinbruch.	NH	LH
Thyllen		Füllgewebe	Thyllen sind Ausstülpungen in den Poren. Sie können die Poren teilweise verstopfen.		LH

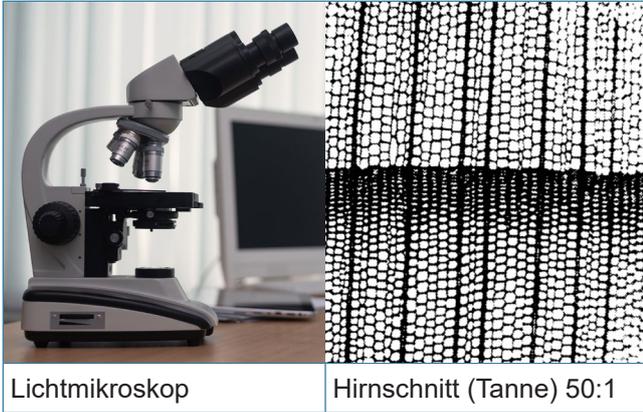
Zellaufbau Nadelholz (Schema)		Zellaufbau Laubholz (Schema)	
<p>1 Leit- und Faserzellen (Tracheiden) 2 Markstrahlen oder Holzstrahlen (Parenchym) 3 Tüpfel</p>		<p>1 Gefäße oder Poren (Tracheen) mit Thyllen 2 Librifasern (Sklerenchym) 3 Markstrahlen oder Holzstrahlen (Parenchym) 4 Längsparenchym 5 Thyllen</p>	
Querschnitt Fichte		Querschnitt Eiche	
	<p>Markstrahlen sind ohne Lupe nicht sichtbar. Frühholz = hell Spätholz = dunkel Keine sichtbaren Poren</p> <p>Natürliche Größe</p>		<p>Markstrahlen sind deutlich sichtbar. Spätholz – dunkler und breiter Frühholz – heller und schmaler Poren sind mit freiem Auge sichtbar.</p> <p>Natürliche Größe</p>
	<p>Frühholz-Tracheiden Spätholz-Tracheiden Harzgänge und Markstrahlen werden bereits sichtbar.</p> <p>Vergrößerung ca. 10:1</p>		<p>Ringförmige Anordnung der Poren und die Markstrahlen werden deutlich sichtbar.</p> <p>Vergrößerung ca. 10:1</p>
	<p>Spätholz-Tracheiden dickwandig und kleinräumiger Frühholz-Tracheiden dünnwandig und großräumiger Tüpfel werden sichtbar.</p> <p>Vergrößerung 100:1</p>		<p>Librifasern werden deutlich sichtbar. Poren und Markstrahl sehr groß herausgehoben</p> <p>Vergrößerung ca. 50:1</p>

VERGRÖßERUNGEN/HOLZMIKROSKOPIE

Um eine Holzart exakt bestimmen zu können oder den inneren Holzaufbau zu erforschen, ist es notwendig, das Holz unter einer **Lupe** oder sogar unter einem **Mikroskop** zu betrachten. Dafür ist eine aufwendige Präparierung der Holzprobe notwendig, die nicht dicker als ca. 0,02 mm sein soll.

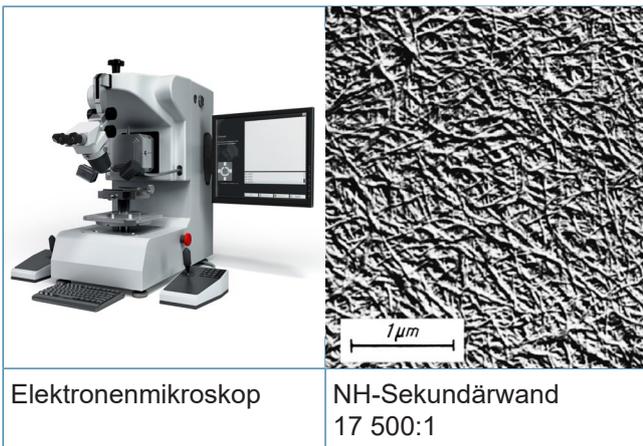
Lichtmikroskop

Vergrößerung ≤ 1500-fach (V 1500:1)



Elektronenmikroskop (Wissenschaft)

Vergrößerung ≤ 100 000-fach (V 100 000:1)



Kompetenz-Check 4

1. Nennen Sie die Bestandteile einer Holz-zelle.	W
2. Beschreiben Sie den Vorgang der Zell-teilung.	W
3. Wie ist eine Zellwand aufgebaut und wel-cher Vergleich kann daraus gezogen wer-den?	V
4. Nennen Sie die drei Gewebearten und ihre Funktion.	W
5. Wie verlaufen die Markstrahlen und welche Aufgabe haben sie zu erfüllen?	W
6. Beschreiben Sie die Funktion der Tüpfel.	W
7. Wo und in welcher Form kommt Harz im Holz vor?	W
8. Nennen Sie einige harzhaltige Hölzer und ihre dadurch gegebenen Eigenschaften?	W

4 Chemische Bestandteile des Holzes

Die **technischen Eigenschaften** und die allgemeine **Widerstandsfähigkeit** des Holzes werden neben dem strukturellen Aufbau wesentlich durch die **chemische Zusammensetzung** bestimmt.

4.1 Elementarzusammensetzung des Holzes

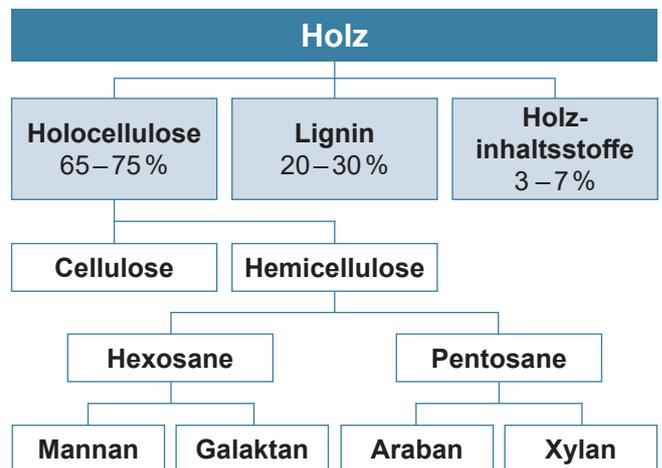
Holz besteht aus folgenden **chemischen Grund- elementen**:

Elemente	Kurz- zeichen	Gewichts- prozent
Kohlenstoff	C	ca. 50 %
Sauerstoff	O	ca. 43 %
Wasserstoff	H	ca. 6 %
Stickstoff	N	ca. 0,8 %
Mineralstoffe (Asche)	–	ca. 0,2 %

4.2 Chemische Zusammensetzung des Holzes

Ein Baum stellt aus **Glucose** (Erstprodukt der Fotosyn- these) und den **Mineralstoffen aus dem Boden** alle seine chemischen Bestandteile her.

Neben den vernetzten Hauptbestandteilen **Cellulose** und **Lignin** geben unzählige weitere **Inhaltsstoffe** je- der Holzart eine individuelle Note.



Das **Mengenverhältnis** der chemischen Bestandteile ist bei den einzelnen Holzarten (und sogar bei der glei- chen Holzart) standortbedingt verschieden.

Nadelhölzer enthalten meist mehr **Lignin** als Laub- hölzer!

HOLOCELLULOSE

Die Holocellulose (griech. *holo* = ganz, voll) besteht aus der **Cellulose** (Gerüst- und Skelettsubstanz) und der **Hemicellulose** (Cellulosebegleiter).

Cellulose ist eine in der Natur am häufigsten vorkommende **organische Verbindung** aus Glucose (Zucker). Sie bildet fadenförmige Moleküle (Fibrillen), welche die **Gerüstsubstanz** aller pflanzlichen Zellen darstellen. In den Hohlräumen zwischen diesen Fäden lagern sich Lignin, Hemicellulose und Holzinhaltsstoffe ein.

Merkmale der Cellulose: Sie ist weiß, besitzt eine sehr hohe Zugfestigkeit und ist der technisch wertvollste Teil der Holocellulose. Sie ist durch Säuren und Enzyme abbaubar.

Cellulose als wichtiger Chemierohstoff: In der Zellstoffindustrie wird durch einen chemischen Prozess die Cellulose aus dem Holz herausgelöst und zu **Zellstoff** verarbeitet. Daraus wird **Papier** oder **Viskosefaser** (Bekleidung) gewonnen.

Celluloseacetat	Nitrocellulose	Celluloseether
Kunstseide, Filme, Spritzgussmasse	Nitrolacke, Schießwolle, Celluloid	Papier, Kleber, Folien



Hemicellulose ist holzartenspezifisch und hat verschiedene Zuckerarten als Grundbausteine. Für Hemicellulose gibt es bisher kaum technische Verwendungsmöglichkeiten.

LIGNIN

Lignin wird gegen Ende des Zellwachstums in die Zellwände eingelagert. Es besteht aus einem hochpolymeren (makromolekularen) Netzwerk von Alkoholen. Die Zusammensetzung des Lignins ist bei jeder Holzart artspezifisch.

Lignin ist die wichtigste **Kittsubstanz** des Holzes und der eigentliche **Verholzungsstoff**.

Die **wichtigsten Merkmale** von Lignin sind:

- wasserabweisend
- druckfest
- thermoplastisch (mit Wärme verformbar)
- rötlich braun (z. B. bei Ligninanreicherung = Buchs)
- unbeständig gegen UV-Licht (Verfärbung bei unbehandelten Holzoberflächen)

Verwendung:

- Energielieferant für die Zellstoffindustrie (Ablauge mit Lignin wird verbrannt.)

- zur Herstellung von Gerbmitteln, Klebstoffen, Füllstoffen, Treibstoffen u. v. m.

Die Herstellung dieser Produkte ist heute jedoch noch nicht wirtschaftlich umzusetzen.

HOLZINHALTSSTOFFE (NEBENBESTANDTEILE)

Sie sind als **nebengeordnete Bestandteile** im Holz nur in geringen Mengen vorhanden, haben aber einen wesentlichen Einfluss auf die Eigenschaften.

Primäre Nebenbestandteile (Speicher- und Reservestoffe) werden vor allem im Herbst angelegt, um im Frühjahr beim Austreiben zur Verfügung zu stehen und im Winter den Gefrierpunkt des Wassers zu senken (Frostschutz).

- Stärke (begünstigt Pilz- und Insektenbefall)
- Zucker
- Fette und Öle
- Eiweiß (Protein)

Sekundäre Nebenbestandteile verleihen dem Holz seine speziellen Eigenschaften.

- Kernholzstoffe (höhere natürl. Dauerhaftigkeit)
- Mineralstoffe (schnelleres Stumpfwerden der Werkzeugschneiden)
- Farbstoffe
- Gerbstoffe (Eiche, Robinie; Fichtenrinde)
- Verwendung in Ledergerberei und Textilfärberei
- Harze/ätherische Öle
- für die Herstellung von pharmazeutischen Produkten, Lacken, Farben, Kampfer, Terpentinöl u. a.
- Kautschuk
- Reiz- und Giftstoffe (z. B. Taxin in der Eibe)

Holzinhaltsstoffe beeinflussen:

- Widerstandsfähigkeit gegen Pilze und Insekten
- Geruch (Zirbe, Tanne usw.)
- Farbe (nachdunkeln, ausbleichen, verfärben, vergilben)
- Imprägnierbarkeit ist bei harzhaltigen Hölzern schlechter.
- Festigkeit ist bei harzarmen Hölzern besser.
- Brennbarkeit (Harz)

Kompetenz-Check 5

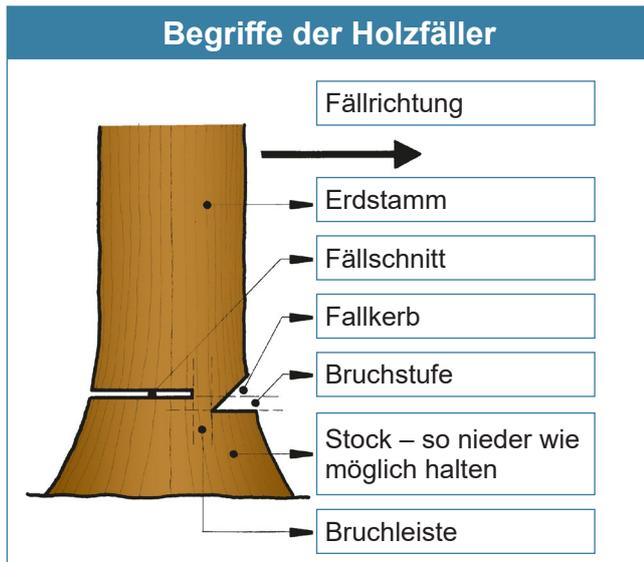
1. Aus welchen chemischen Grundelementen besteht Holz?	W
2. Nennen Sie die drei chemischen Hauptbestandteile von Holz,	W
3. Erklären Sie die Bedeutung von Cellulose und Lignin für das Holz.	V
4. Nennen Sie Chemieprodukte, die aus Cellulose gewonnen werden.	W
5. Beschreiben Sie, welchen Einfluss Holzinhaltsstoffe auf das Holz haben.	W
6. Zählen Sie die wichtigsten Holzinhaltsstoffe auf.	W

5 Holzgewinnung

Unter **Holzgewinnung** (*logging of wood*) verstehen wir einerseits das Aufforsten und die Pflege des Waldes und andererseits das Fällen (Schlägern), Abtransportieren und Einschneiden des Holzes.

5.1 Fällung (*felling*)

Die **Fällung (Schlägerung)** eines Baums erfolgt im Allgemeinen mit der **Motorsäge** in einer Kombination aus **Fallkerb** und **Fällschnitt**. Damit der Baum fällt, muss er gekeilt werden. Vorher wird die Fallrichtung bestimmt und der Abtransport berücksichtigt.



Das Schneiden mit der Motorsäge ohne persönliche Schutzausrüstung ist lebensgefährlich! Sicherheitsschuhe, Schnittschutzhose, Arbeitshandschuhe, Schutzhelm mit Visier und Gehörschutz sind unerlässlich!



GÜNSTIGE EINSCHLAGZEITEN

Die Fällung erfolgt am besten **während der Herbst- und Wintermonate** in der Saftruhezeit:

- Borkenkäfer- und Pilzbefall ist geringer.
- keine Risse durch zu schnelles Austrocknen
- Holz kann dadurch länger im Wald liegen bleiben.
- Holz ist ruhiger und leichter zu trocknen.
- arbeitswirtschaftliche Gründe

Holz, das im Sommer (April bis September) gefällt wird, ist nicht minderwertiger, bedarf aber größerer Sorgfalt bei der Lagerung und Trocknung (Verblauung, Risse usw.).

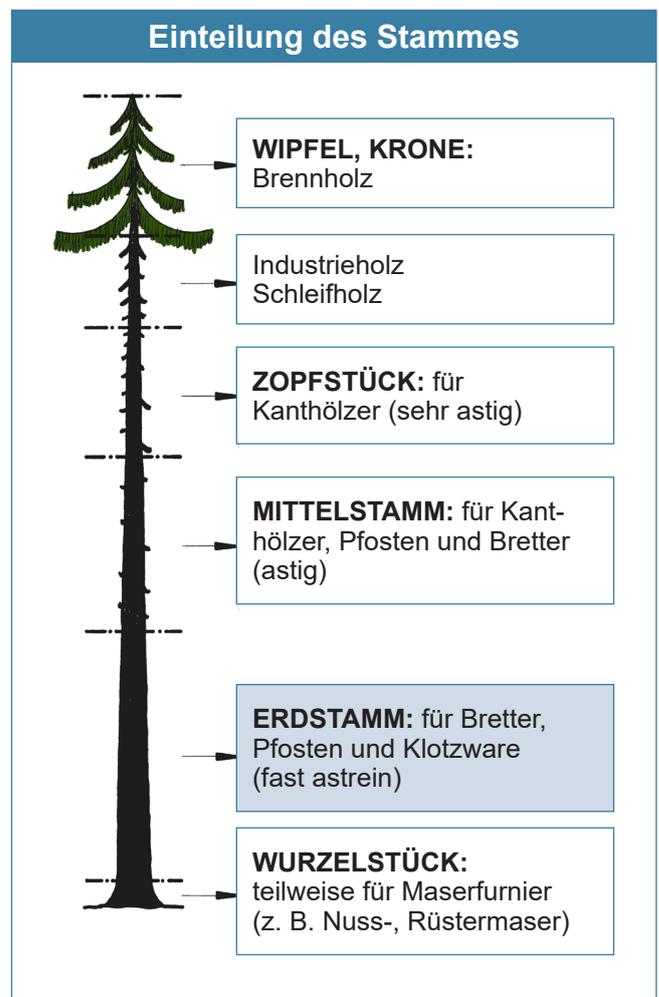
Alte Regeln für den Holzeinschlag

(Von einem Manuskript aus dem 13. Jh. übernommen, wissenschaftlich aber bis dato nicht belegt!)

- **Holz schwindet nicht:** 24. September, Mond drei Tage alt
- **Holz fault nicht:** 30. und 31. März
- **Holz brennt nicht:** 1. März, nach Sonnenuntergang
- **Christbäume schneiden:** 3 Tage vor dem 11. Vollmond fallen die Nadeln nicht ab (bei Tannen).
- **Holz reißt nicht:** 24. Juni zwischen 11 und 12 Uhr

5.2 Ausformung zu Rohholz (Rundholz)

Ist ein Baum gefällt, wird er **ausgeformt**, d. h. in verschiedene Abschnitte eingeteilt und abgelängt.



Die **Einteilung** des gewonnenen **Rohholzes** erfolgt in:

- **Sägerundholz** (Bloche, Doppelbloche, Langholz, Furnierbloche, Braunbloche)
- **Industrieholz** (Platten- und Papierindustrie)
- **Schleifholz** (Papierindustrie)
- **Energieholz** (Brennholz)

5.3 Rundholz (round timber, logs)

Rundholz ist gefälltes, entwipfeltes, entastetes und abgelängtes Holz, mit oder ohne Rinde. Es ist der Rohstoff zur Erzeugung von **Schnittholz** im Sägewerk

Der **Handel von Rund- und Schnittholz** wird durch die „**Österreichischen Holzhandelsussancen**“ geregelt.

Österreichische Holzhandelsussancen

Die ÖHU sind Handelsgebräuche (Ussancen), die im Handelsgesetzbuch als **rechtlich verbindliche Grundlage** für alle „**Holzgeschäfte**“ festgelegt sind, auch dann, wenn sie nicht ausdrücklich vereinbart wurden. Die ÖHU regeln die Bezeichnungen, das Vermessen und Sortieren nach Güteklassen (Qualität) und die Dimensionen von **Rund- und Schnittholz** sowie den Handelsabschluss mit den Verträgen und rechtlichen Fragen.



Weitere Normen für Rundholz (hauptsächlich für Holzexport): ÖNORM EN 1927-1,2,3 (NH-Rundholzgüteklassen) und ÖNORM EN 1316-1,2,3 (LH-Rundholzgüteklassen)

RUNDHOLZGÜTEKLASSEN LAUT ÖHU (grades of logs)

- KI. A** Wertholz; überdurchschnittliche Qualität, meist astfreie Erdstämme
- KI. B** mittlere bis überdurchschnittliche Qualität
- KI. C** mittlere bis unterdurchschnittliche Qualität
- KI. Cx** mindere Qualität (noch für den Sägeeinschnitt geeignet)
- BR** Braunblock; mit Braun- und Weißfäule, muss mindestens nagelfest sein
- F** Furnierblock

Entscheidend für die Einstufung in die Klassen ist der **Durchmesser** sowie Anzahl und Ausmaß der **Holzmerkmale** (Holzfehler).

Seite 48

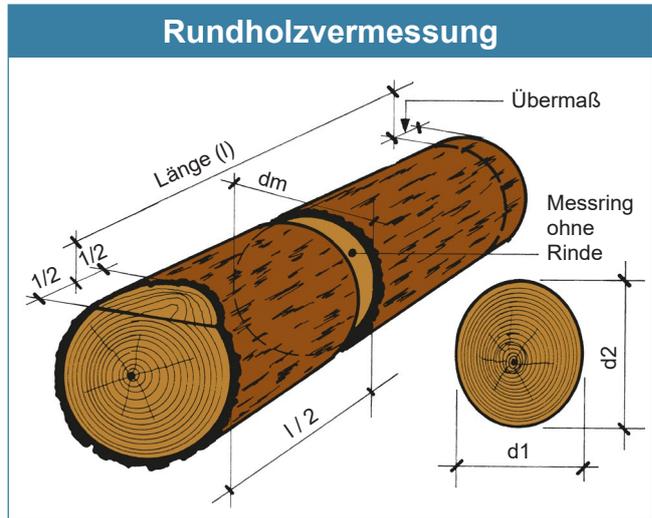
Rundholz-NH (lt. ÖHU 2006)	A	B	C	CX
lt. ÖNORM EN 1927 ff.	A	B	C	D
Rundholz-LH (lt. ÖHU 2006)				
Rotbuche	A	B	C	CX
alle anderen Laubholzarten	A	B	C	

Die Klassifizierung lt. ÖNORM EN 1316 (Eiche und Buche) ist zurzeit ähnlich.

VERMESSUNG VON RUNDHOLZ (measurement of logs)

Bezeichnungen:

- d_{st}** Stammdurchmesser (dickeres Ende)
- d_z** Zopfdurchmesser (dünneres Ende)
- d_m** Mittendurchmesser (und in der Längenmitte)
- fm** Festmeter (Volumen von Rundholz)



Längenmessung (in m):

Die **Länge** wird mit einem Maßband in **Metern** gemessen, wobei vorgegebene **Längenabstufungen** und das erforderliche **Übermaß** berücksichtigt werden müssen.

• Längenabstufungen laut ÖHU:

Nadelholz (allgemein: in ganzen Metern)

- Wertholz (Kl. A): von 4 m aufwärts → alle 50 cm
- Bloche: 4 und 5 m
- Doppelbloche: 6–10 m (nach Vereinbarung)
- Langholz: von 10 m aufwärts

Laubholz

- allgemein: von 1 m aufwärts → alle 10 cm
- Rotbuche (Kl. B, C, Cx): → alle 50 cm

• Übermaß laut ÖHU:

Nadelholz

- Bloche, Doppelbloche: 1 % der Länge; min. 6 cm, max. 20 cm
- Langholz: 2 % der Länge

Laubholz

- 1,5 % der Länge; min. 6 cm, max. 10 cm

Bei **Unterschreitung** des erforderlichen **Übermaßes** erfolgt eine **Rückstufung** auf die nächstkürzere Länge!

Durchmessermessung: (in cm)

Der Mittendurchmesser (d_m) wird mit einer geeichten **Messzange (Messkluppe)** in der **Längenmitte** gemessen. **Messkluppen** müssen alle zwei Jahre nachweislich nachgeeicht werden!



- Die Messungen (Kluppungen) müssen auf volle Zentimeter (cm) **abgerundet** werden.
- Stämme mit einem d_m **bis 19 cm** werden nur einmal gemessen.
- Bei Stämmen ab einem d_m **von 20 cm** muss zweimal (kreuzweise) gemessen werden.

Die beiden Werte (d_1 und d_2) müssen gemittelt und wieder auf volle Zentimeter **abgerundet** werden!

$$d_m = (d_1 + d_2) / 2 \text{ cm (immer abrunden!)}$$

Berechnung des RH-Volumen (fm): **AM, Seite 68**

Die **elektronische Werksvermessung** von Rundholz im Sägewerk ist in der **ÖNORM L1021** geregelt.

5.4 Vom Rundholz zum Schnittholz

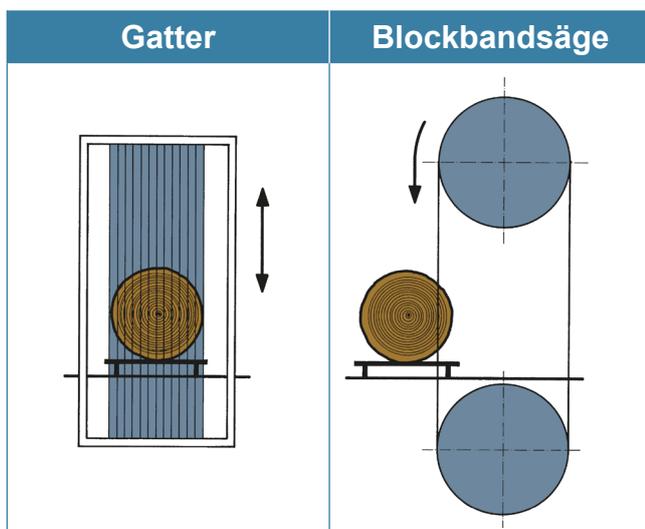
Das **Rundholz** wird vom Wald in ein **Sägewerk (saw mill)** gebracht. Dort wird es gelagert, entrindet und zu **Schnittholz (sawn timber)** in verschiedenen Dimensionen verarbeitet.

Das dabei anfallende **Restholz** (Sägespäne, Hackschnittel, Spreißel, Schwarten) – die sogenannten **Sägenebenprodukte** – werden in der Platten-, Papier- oder Zellstoffindustrie weiterverarbeitet oder zur Energiegewinnung verbrannt.

Zur weiteren **Veredelung** wird das erzeugte Schnittholz technisch getrocknet und eventuell gehobelt und zu diversen Halbfabrikaten verleimt (z. B. Profildreher, Profilleisten, Brettschichtholz, Fensterkante usw.).

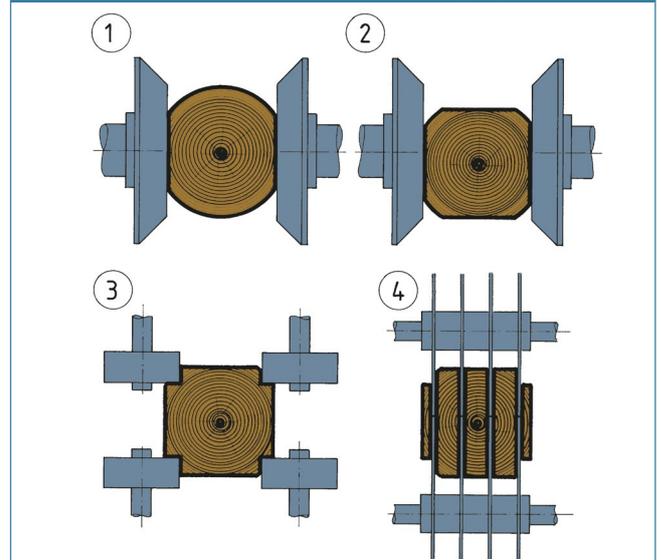
SÄGEWERKSARTEN

Je nach eingesetzter **Hauptmaschine** (für die erste Längszerspannung) werden Sägewerke in **Gatter-, Bandsäge-, Kreissäge-** oder **Zerspannerwerke** eingeteilt.



Die **Einschnittart** und die Lage des Schnittholzes im Baumstamm bestimmt weitgehend die Holzstruktur, die Eigenschaften (z. B. Schwindverhalten) und die Qualität des Schnittholzes.

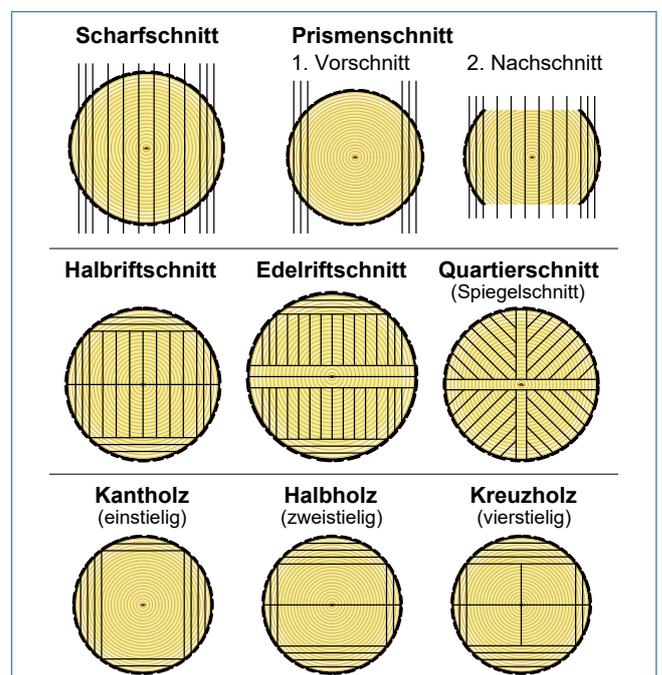
Zerspanner (Profilzerspanner mit Nachschnittkreissäge)



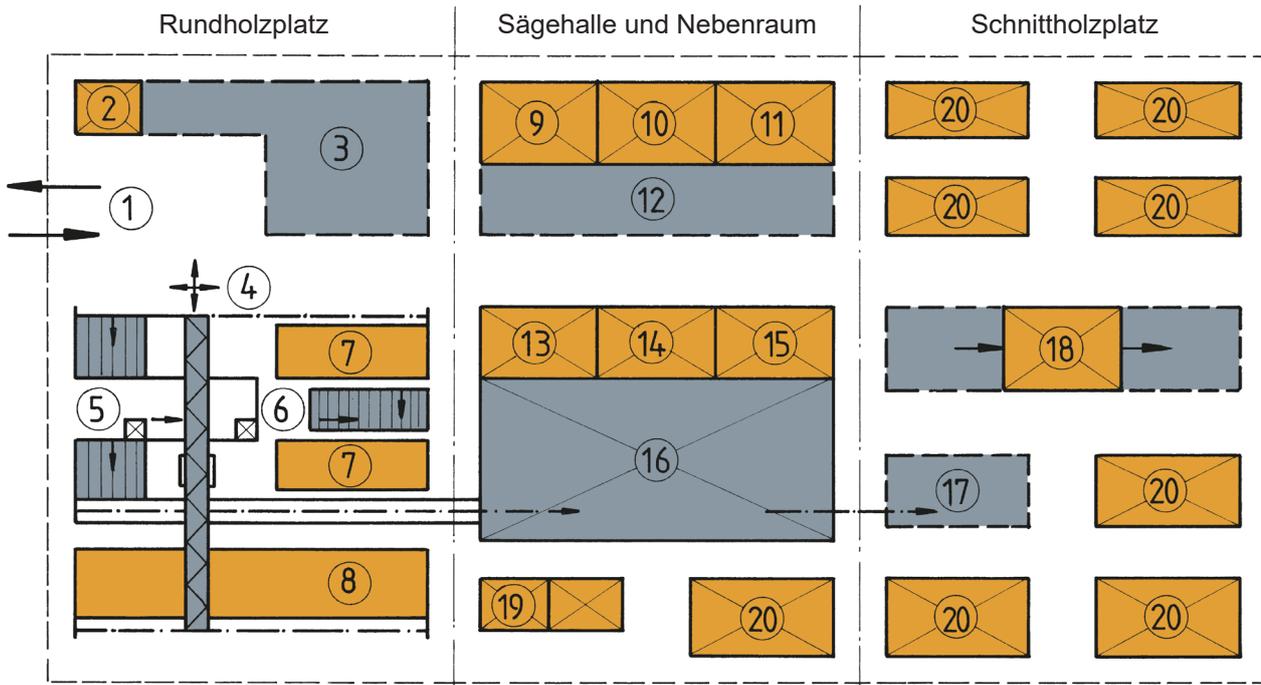
EINSCHNITTARTEN

Je nach Holzart, Stammdurchmesser und der angestrebten Verwendung des Schnittholzes wird das Rundholz wie folgt eingeschnitten:

- **Scharfschnitt:** ein Gatterdurchgang für **unbesäumte** Bretter oder Pfosten
- **Prismenschnitt:** zwei Gatterdurchgänge für **besäumte** (prismierte) Bretter und Pfosten
- **einfacher Riftschnitt (Halbrift):** zwei Gatterdurchgänge für besäumte Bretter mit **durchwegs stehenden Jahresringen**
- **Edelriftschnitt:** zwei Gatterdurchgänge für besäumte Bretter mit **größtenteils stehenden Jahresringen**. Gleichzeitig erhalten wir Kernbretter oder -pfosten.
- **Quartierschnitt (Spiegelschnitt):** für unbesäumte Bretter mit **nur stehenden Jahresringen**
- **Halbholz:** für Kanthölzer ohne Markröhre
- **Kreuzholz:** für Staffel- und Kantholzeinschnitt



Grundriss – Schema eines Sägewerkbetriebs



- | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1 Ein- und Ausfahrt | 6 Entrindungsstation | 11 Garage | 16 Sägehalle |
| 2 Kontrolle | 7 Vorratspolter | 12 Parkplatz (Beschäftigte) | 17 Schnittholzsortierung |
| 3 Parkplatz PKW + LKW | 8 Sortierpolter | 13 Schärfraum | 18 Trockenkammer |
| 4 Portalkran | 9 Verwaltung | 14 Lager – Ersatzteile | 19 Späne- u. Hackschnitzel |
| 5 Ablängstation | 10 Sanitär- und Aufenthaltsraum | 15 Energieanlage | 20 Schnittholzlager (überdacht) |

Kompetenz-Check 6

1. Was verstehen Sie unter Holzgewinnung?	W
2. Erklären Sie, wann die günstigste Holzeinschlagszeit ist und weshalb.	W
3. Was ist beim Arbeiten mit der Motorsäge unbedingt zu beachten?	W
4. In welche Abschnitte wird ein Baum beim Ausformen eingeteilt?	W
5. Beschreiben Sie das Vermessen von Rundholz und die dabei geltenden Vorschriften.	AW
6. Was sind die Österreichischen Holzhandelsusancen? Was ist darin geregelt?	W
7. Womit kann Rundholz zu Schnittholz verarbeitet werden?	W
8. Welche Holzeinschnittarten kennen Sie?	A

5.5 Schnittholz

Schnittholz (*sawn timber*) ist mit Sägen oder Zerspanern in der Längsrichtung bearbeitetes Holz. Es wird nach **Holzarten**, bestimmten **Dimensionen** und **Güteklassen** eingeteilt.

HANDELSFORMEN

In Österreich gelten die Begriffe, Bezeichnungen und Dimensionen laut **Österreichischen Holzhandelsusancen**.

Schnittholzsortimente nach Dimensionen (lt. ÖHU)

	Sortiment	Dimensionen
Tischlerei	Bretter	bis 37 mm Dicke; besäumt oder unbesäumt
	Pfosten	ab 38 mm Dicke aufwärts; besäumt oder unbesäumt
	Klotzware (Boules)	wird aus Wertholz der RH-Güteklasse A erzeugt; Schnittware daraus = Güteklasse 0, I, II. Stapelung und Verkauf nur stammweise
Baugewerbe	Latten	Dicken bis 39 mm und Breiten bis 59 mm
	Staffeln (Rahmen)	quadratischer oder rechteckiger Querschnitt; von 40 × 40 mm bis 100 × 100 mm oder bis 100 cm ² Querschnittfläche
	Kanthölzer	über 100 × 100 mm oder über 100 cm ² Querschnittfläche

Weitere allgemeine Begriffe bei Schnittholz:

Begriffe	Anmerkungen
Unbesäumte Ware	mit Baumwalze (Waldkante)
Besäumte Ware	ohne Baumwalze (prismiert)
Dimensionsware	nach Bestellung
Schmalware (NH)	8 bis 16 cm Breite
Breitware (NH)	ab 17 cm Breite aufwärts
Spaltware	unter 12 mm Dicke
Kürzungsware	von 1,0m bis 2,75m Länge

Lieferbedingungen:

Schnittholz muss bei der vereinbarten Trockenheit praktisch maßhaltig sein.

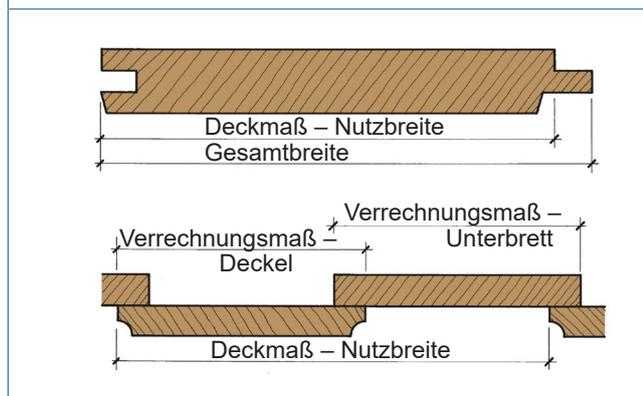
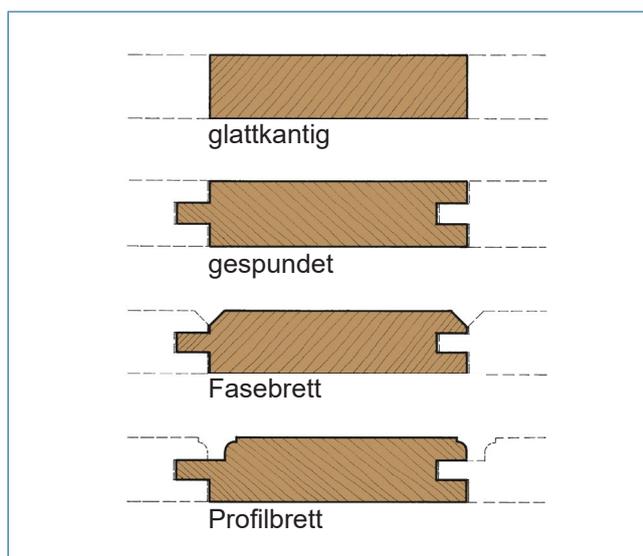
„lufttrocken“: HF* 15–20%

„trocken“: HF weniger als 15%

„kammertrocken“: HF nach Vereinbarung

* HF = Holzfeuchte

Halbfabrikate (Profilbretter, Hobelware)



Profilbretter laut ÖHU:

- Dicken von 10–35 mm
- Breiten (Federmaß) von 60 mm aufwärts

Für **genormte Profilbretter** ist die ÖNORM B3020 anzuwenden!

VERMESSUNG VON SCHNITTHOLZ

(measurement of sawn timber)

Schnittholz kann **händisch oder maschinell** vermessen werden. Es wird **stückweise** vermessen, wobei die Holzmessregeln der ÖHU gelten.

Dickenmessung (in mm):

Die **Dicke** (Stärke) kann – ab 15 cm vom Hirnholzende – an jeder beliebigen Stelle in vollen Millimetern gemessen werden.

Breitenmessung (in cm):

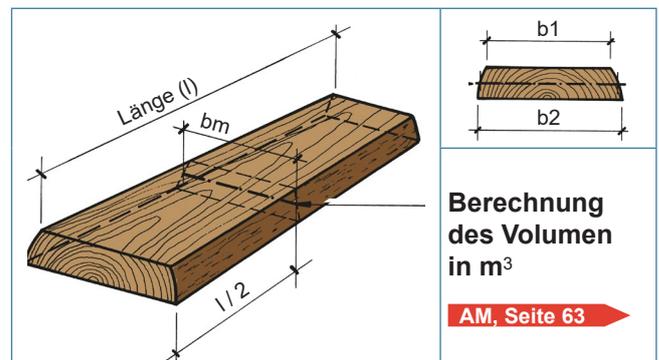
Parallel besäumte Ware: Die Breite kann an jeder beliebigen Stelle in vollen Zentimetern gemessen werden. Ab 0,5 cm wird auf-, darunter abgerundet.

Konisch besäumte Ware: Die Breite wird in der Längsmittle in vollen Zentimetern gemessen.

Unbesäumte Ware: Die Breite wird in der Längsmittle in Zentimetern gemessen, wobei immer auf volle Zentimeter **abgerundet** werden muss!

- **unter 40 mm Dicke:** nur schmalseitig messen (b)
- **ab 40 mm Dicke:** beidseitig messen (b₁ und b₂)
Die beiden Werte (b₁ und b₂) müssen gemittelt und wieder auf volle cm **abgerundet** werden!

$$b_m = (b_1 + b_2) / 2 \text{ cm (abrunden!)}$$



Klotzware (Boules): die Breiten werden bei allen Stärken klotzliegend gemessen.

Längenmessung (in m):

Die **Länge** wird in **Metern**, mit den folgenden **Längenabstufungen** gemessen:

• Längenabstufungen laut ÖHU:

Nadelholz

- von 1 bis 2,75 m Länge → von 25 zu 25 cm
- ab 3 m Länge aufwärts → von 50 zu 50 cm

Laubholz

- von 1 m Länge aufwärts → alle 10 cm

• Über diese Teilmaße hinausgehende Längen werden nicht berücksichtigt.

• Andere **vereinbarte Längen** werden in vollen Zentimetern verrechnet.

• Eine lagenweise Vermessung (z.B. bei Kürzungsware) muss gesondert vereinbart werden.

SCHNITTHOLZGÜTEKLASSEN

Da auch gleiches **Schnittholz** in seinen Eigenschaften und Merkmalen (Holzfehler, Festigkeit) von sehr unterschiedlicher Qualität sein kann, muss es je nach Verwendungszweck in Güteklassen (*timber grades*) eingeteilt werden.

Die **Schnittholzsortierung in Güteklassen** erfolgt im Sägewerk durch Sortierpersonal (visuell) oder durch spezielle Sortiermaschinen (maschinell).

Je nach **Verwendung** des Schnittholzes wird nach dem **Aussehen** oder nach der **Festigkeit** sortiert:

Schnittholz allgemein, für nicht tragende Zwecke

Grundlage: ÖHU 2006

- Sortierung **nach dem Aussehen** (nach rein optischen Kriterien)
- Für die Qualitätseinstufung sind **beide Seiten** des Stückes zu betrachten.
- Güteklassen:**

Schnittholz-NH (lt. ÖHU 2006)	Tischlerware			Bauware		
	0	I	II	III	IV	V
Schnittholz-LH (lt. ÖHU 2006)				I	II	III
Profilbretter (lt. ÖHU 2006)				A	B	C

Gütemerkmale für Nadelholz (Auszug aus den ÖHU):

Kriterien	Güteklassen		
	0	I	II
Dimensionen	von 4 bis 6 m lang, ab 8 cm breit	von 4 bis 6 m lang, ab 8 cm breit	von 4 bis 6 m lang, ab 8 cm breit
Beschaffenheit	gesund, nicht grobjährig, kein Drehwuchs, Buchs, Kernröhre	gesund, nicht grobjährig, fast buchsfrei, kein Drehwuchs	gesund, fast buchsfrei, kein Drehwuchs
Äste	vereinzelte Punktäste, 1 gesunder Ast (2 × 4 cm) je 2 lfm	Punktäste, gesunde Äste, 1 Durchfallast je 2 lfm	Punktäste zulässig, gesunde Äste, 1 Durchfallast je 1 lfm
Harzgallen	statt eines gesunden Astes (0,5 × 5 cm)	vereinzelt bis 0,5 × 5 cm zulässig	2 je lfm (0,5 × 5 cm) oder 1 je lfm (1 × 10 cm)
Risse	keine Ringschäle, vereinzelt kleine gerade Endrisse	keine Ringschäle, vereinzelt Endrisse ≤ Brettbreite	keine Ringschäle, gerade kurze Endrisse
Verfärbung	durch einen Hobelstoß entfernbare	durch einen Hobelstoß entfernbare	durch einen Hobelstoß entfernbare
Krümmung	unbesäumte Ware: 1½ cm je lfm	unbesäumte Ware: 1½ cm je lfm	unbesäumte Ware: 1½ cm je lfm
Pilz- und Insektenbefall	keiner	keiner	max. 40% und ¼ der Oberfläche

Bauschnittholz für tragende Zwecke

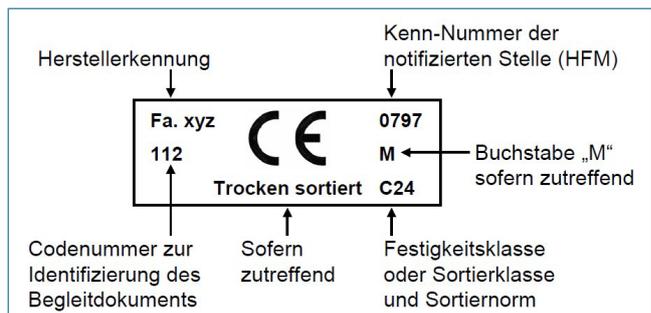
- Für **Konstruktions- und Bauholz**, das dauerhaft tragend in Bauwerken eingesetzt ist.
- Muss visuell oder maschinell nach der **Festigkeit sortiert sein** und laut **EN 14081-1** verpflichtend mit einem **CE-Zeichen** gekennzeichnet werden, in dem die **Festigkeitsklasse laut ÖNORM EN 338** angegeben ist.
- Mögliche Festigkeitssortierverfahren:**
 - Maschinelle Sortierung (ÖNORM EN 14081-4)**
 - C = Nadelholzklassen (*coniferous trees*)
 - D = Laubholzklassen (*deciduous trees*)
 - Visuelle Sortierung (ÖNORM DIN 4074-1,5)**

Festigkeitsklassen maschinell sortiert	C16	C20	C24	C30	C35
Visuelle Sortierklassen	S7		S10	S13	

Die Zahlen geben die maximale Biegefestigkeit in N/mm² an.

- Kriterien**, die die Festigkeit beeinflussen, sind hauptsächlich Größe und Anzahl der Äste, Risse, Faserverlauf, Harzgallen, ...

CE-Zeichen nach EN 14081-1 am Produkt:



- Der Erzeuger muss eine **Eigenüberwachung** (werks-eigene Produktionskontrolle/WPK) und eine **Fremdüberwachung** durchführen und dokumentieren. Die Festigkeitssortierer müssen nachweislich befähigt sein (Sortierkurs).

Kompetenz-Check 7

1. Welche Schnittholzsortimente werden nach der Dimension unterschieden?	W
2. Welche Halbfabrikate eines Sägewerkes kennen Sie?	W
3. Beschreiben Sie, wie das Vermessen von Schnittholz erfolgt.	W
4. Warum wird Schnittholz in Güteklassen eingeteilt?	W
5. Welche Schnittholz-Güteklassen laut ÖHU gibt es für Nadelholz?	AW
6. Welche Kriterien (Holzfehler) werden laut ÖHU bei der Sortierung nach dem Aussehen berücksichtigt?	W
7. Welches Holz muss nach der Festigkeit sortiert werden und warum?	AW
8. Welche Kriterien beeinflussen die Festigkeit von Schnittholz?	W