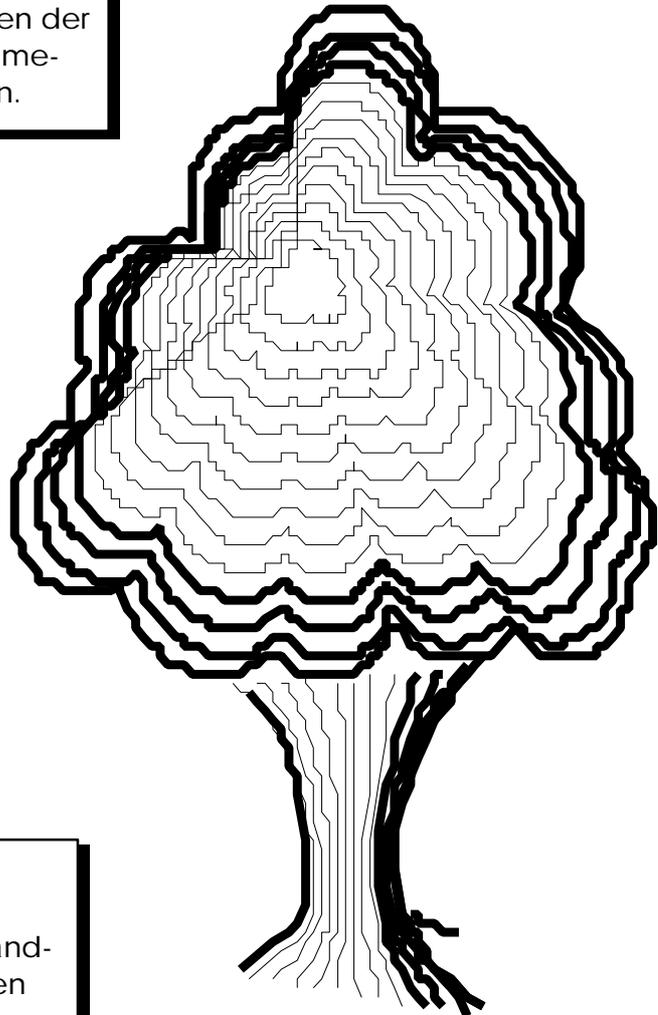


2. 1. Die Teile des Baumes

Krone

Äste und Krone dienen zum Ausbreiten der Blattoberfläche und der Lichtaufnahme-
fläche „Solarzellen“, sowie der Blüten.



Stamm

Unterschiedliche Größe je nach Standort in Konkurrenz zu anderen Pflanzen im Kampf um Sonnenlicht.

Freistehende Bäume bilden kurze Stämme mit grossen Kronen.
Besenkronig.

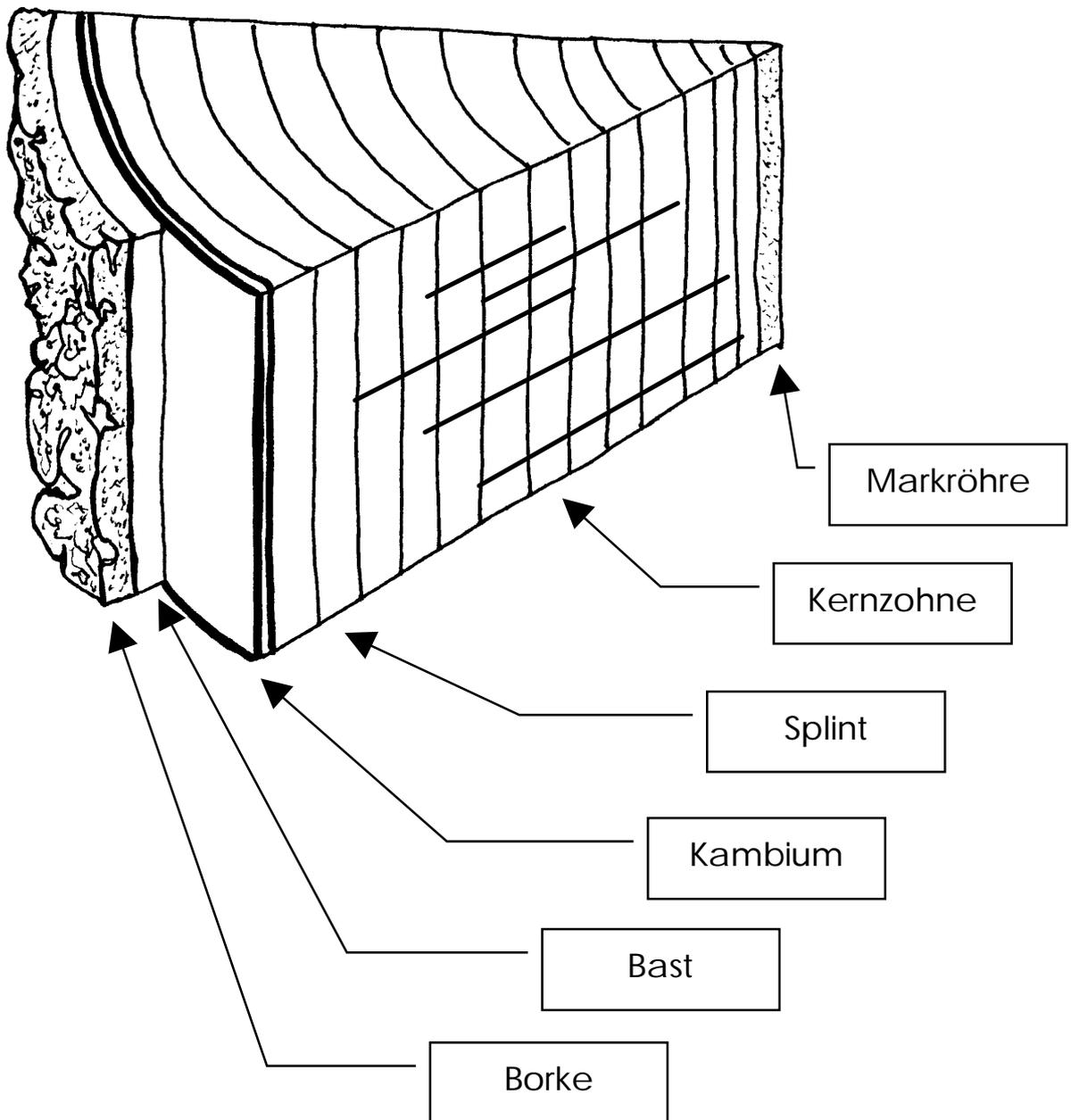
Bäume in geschlossenen Beständen bilden lange Stämme mit kleinen Kronen.
Wipfelschäftig

Wurzeln

Unterscheiden sich in Haupt- und Nebenwurzeln sowie den feinen Wurzelhaaren.
Haupt- und Nebenwurzeln verankern den Baum.
Die Wurzelhaare lösen Nährstoffe und geben sie weiter.

2. 2. Der Aufbau des Holzes

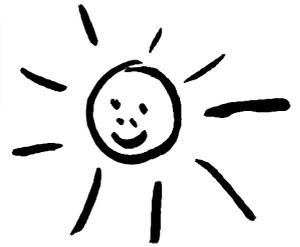
Makrostruktur



Markröhre	Grundgewebe, erster Spross
Kernzone	nicht wachsender Holzteil, Speicher und Stütze
Splint	Lebendes Holz, Zellen aktiv mit Saftleitung <u>aufwärts</u>
Kambium	Wachstumsgewebe, vollaktive Zellteilung
Bast	Lebende Korkzellen, Saftleitung <u>abwärts</u>
Borke	Tote Korkzellen, Schutzschicht

2. 3. Nahrungsaufnahme

Sonnenlicht
als Energie

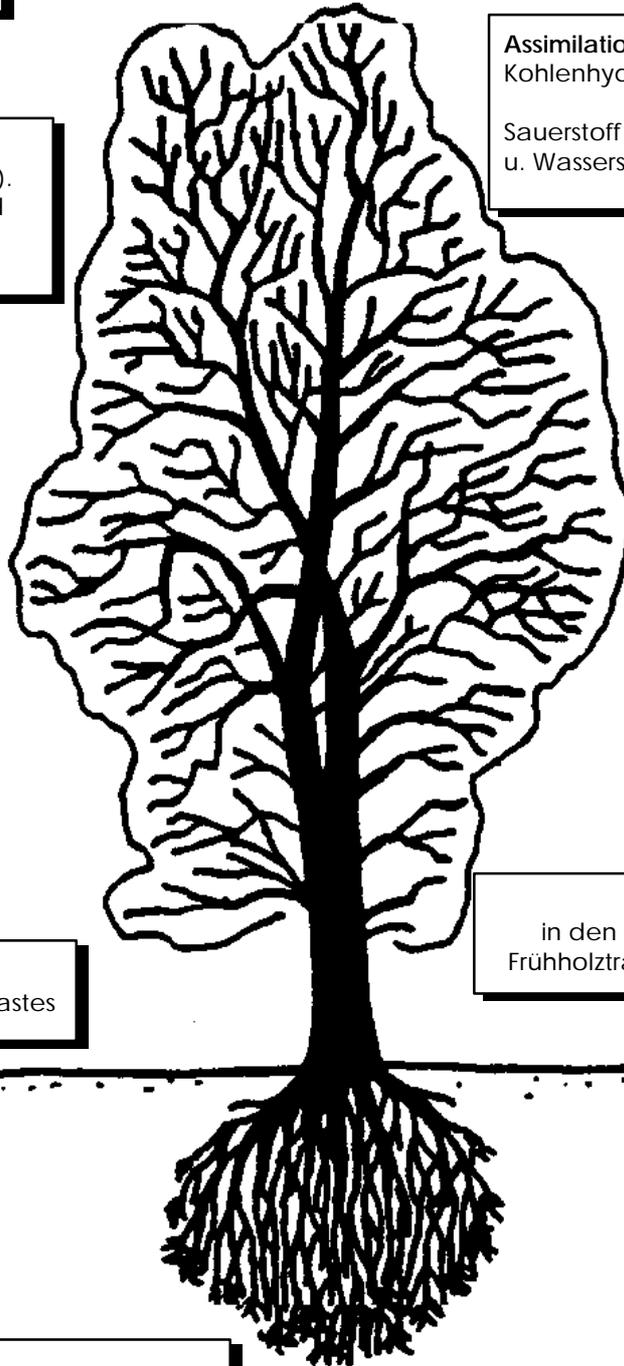


Stoffe aus der Luft
Kohlendioxid CO_2
Sauerstoff in der Nacht O_2

Vorgang in den Blättern
Assimilation (Photosynthese).
Aus Wasser + Kohlendioxid
werden Kohlenhydrate
aufgebaut.

Assimilationsprodukte
Kohlenhydrate CH_2O für Pflanzen

Sauerstoff O_2 für Mensch
u. Wasserstoff H_2O und Tier

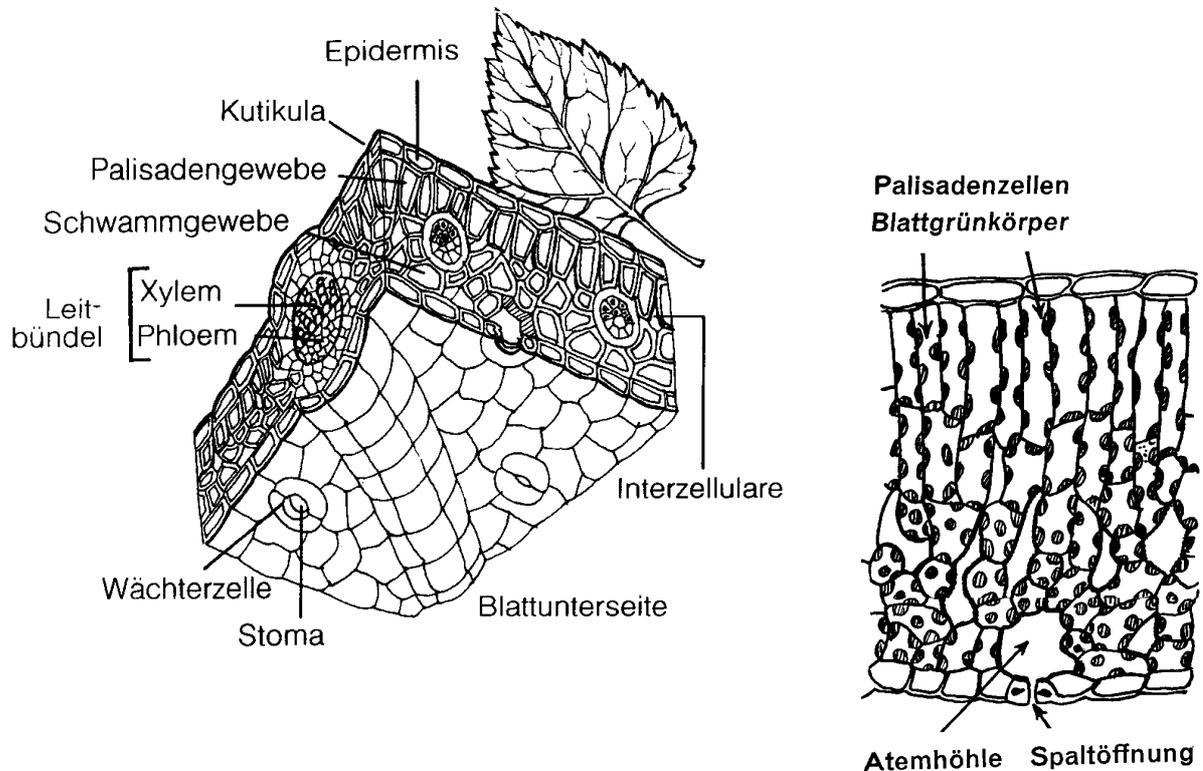


Stoffleitung abwärts
Saft in den Siebröhren des Bastes

Saftleitung aufwärts
in den Gefäßzellen des Splintes,
Frühholztracheiden oder -Tracheen

Stoffe aus dem Boden
Wasser H_2O mit den anorganischen Stoffen
Stickstoff, Silizium, Kalzium, Eisen, Magnesium
usw. ca. 40 Elemente

2. 3. 1. Das Laubblatt als chemische Fabrik



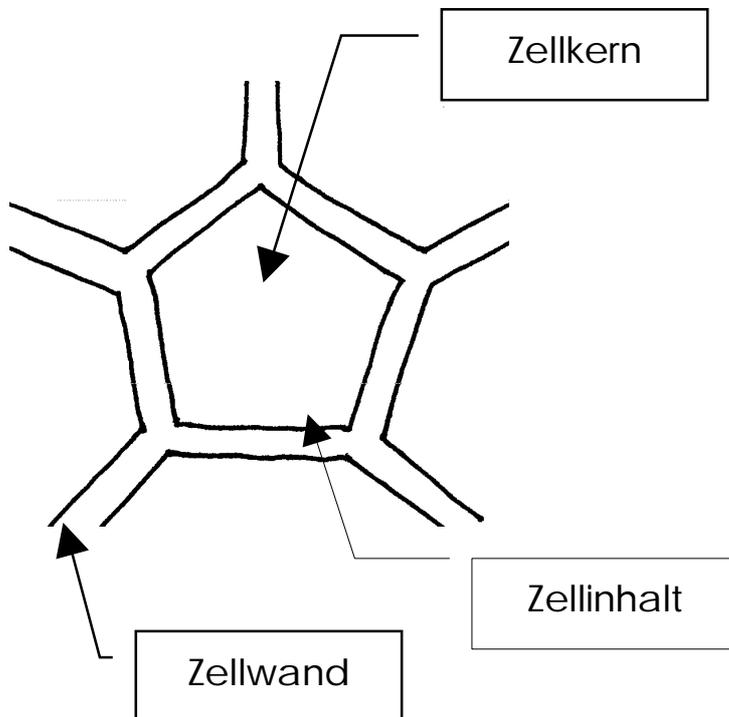
Die Arbeit eines Blattes:

In der unteren, wasserdichten Blatthaut befinden sich sehr viele dünne Spaltöffnungen die sich den klimatischen Gegebenheiten entsprechend öffnen oder schliessen. Sonnenenergie, CO₂ aus der Luft (0.03%), das durch die Spaltöffnungen in das Blatt eindringt und der aufsteigende mineralhaltige Wasserstrom aus den Wurzeln werden in dieser Miniaturfabrik umgewandelt. Als Schlüsselvorgang spielt der Farbstoff Blattgrün oder das sog. **CHLOROPHYLL** eine wichtige Rolle. Es fängt die Sonnenenergie ein und macht sie für die Pflanzen nutzbar. Ohne Chlorophyll keine Kohlenhydrate und umgewandelten Stoffe für die Pflanze. Dieser Spaltvorgang sieht chemisch so aus:



Diese Formel sagt: Aus 6 Kohlendioxyd Molekülen und 6 Wasser Molekülen in Verbindung mit 674 Energie Kalorien werden 1 Traubenzucker Molekül und 6 Sauerstoff Moleküle frei. Der Sauerstoff- und Wasserüberschuss werden durch die Spaltöffnungen an die Luft abgegeben.

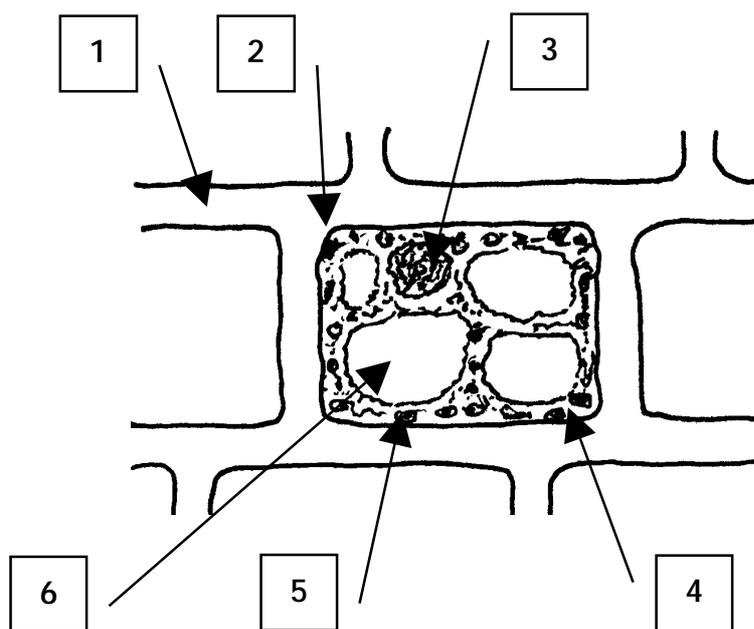
2. 3. 2. Die Pflanzenzelle



Das Grundelement des Holzes - die Zelle

Die Zellwand besteht aus der Zellulose und dem chemisch schwer erklär-
baren Lignin, das der Ver-
holzung dient.

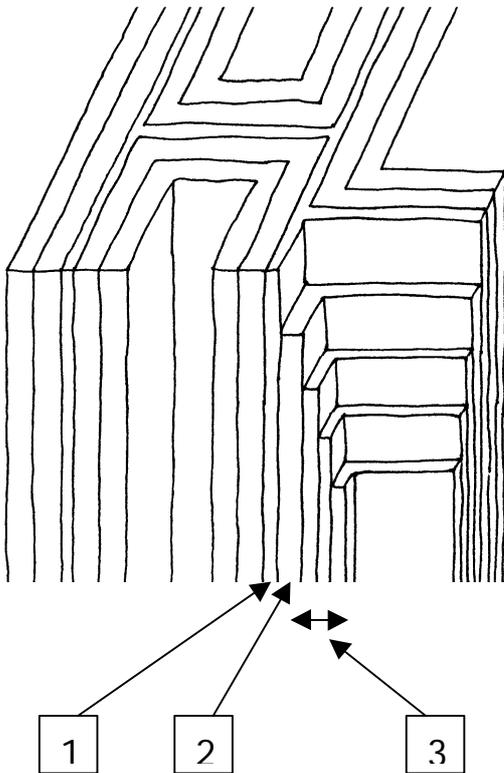
Der Zellinhalt besteht aus dem Zellkern NUCLEUS,
dem lebenden
PROTOPLASMA und den
verschiedenen Farbstoff-
trägern sowie dem vom
Zellsaft gefüllten Saftraum
VAKUOLE.



Zellenaufbau

- | | |
|---|---|
| 1 | Zellwand |
| 2 | Zellinhalt |
| 3 | Nucleus
Steuereinheit
Impuls |
| 4 | Mitochondrien
versorgen Zellen mit
Energie |
| 5 | Plastiden
Nahrung + Farb-
stoffgeber
Photosynthese |
| 6 | Saftraum Vakuole |

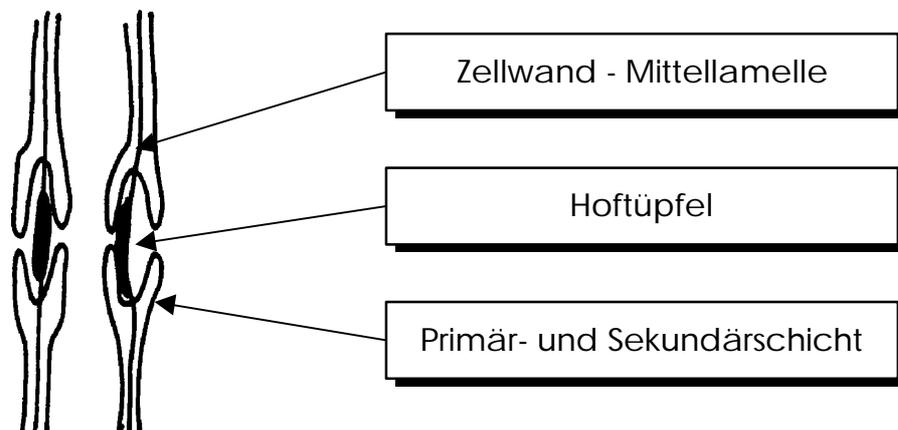
2. 3. 3. Die Zellwand



Die Zellwand umgibt die Zelle wie eine Haut. Sie ist die Stütze die aus mehreren Schichten aufgebaut ist. Die wichtigsten Hauptbestandteile sind LIGNIN und ZELLULOSE. Die Wände sind für bestimmte Stoffe durchlässig. Die sog. Hoftüpfel wirken wie eine Membrane und versorgen die Zellen untereinander mit Flüssigkeit und Nährstoffen.

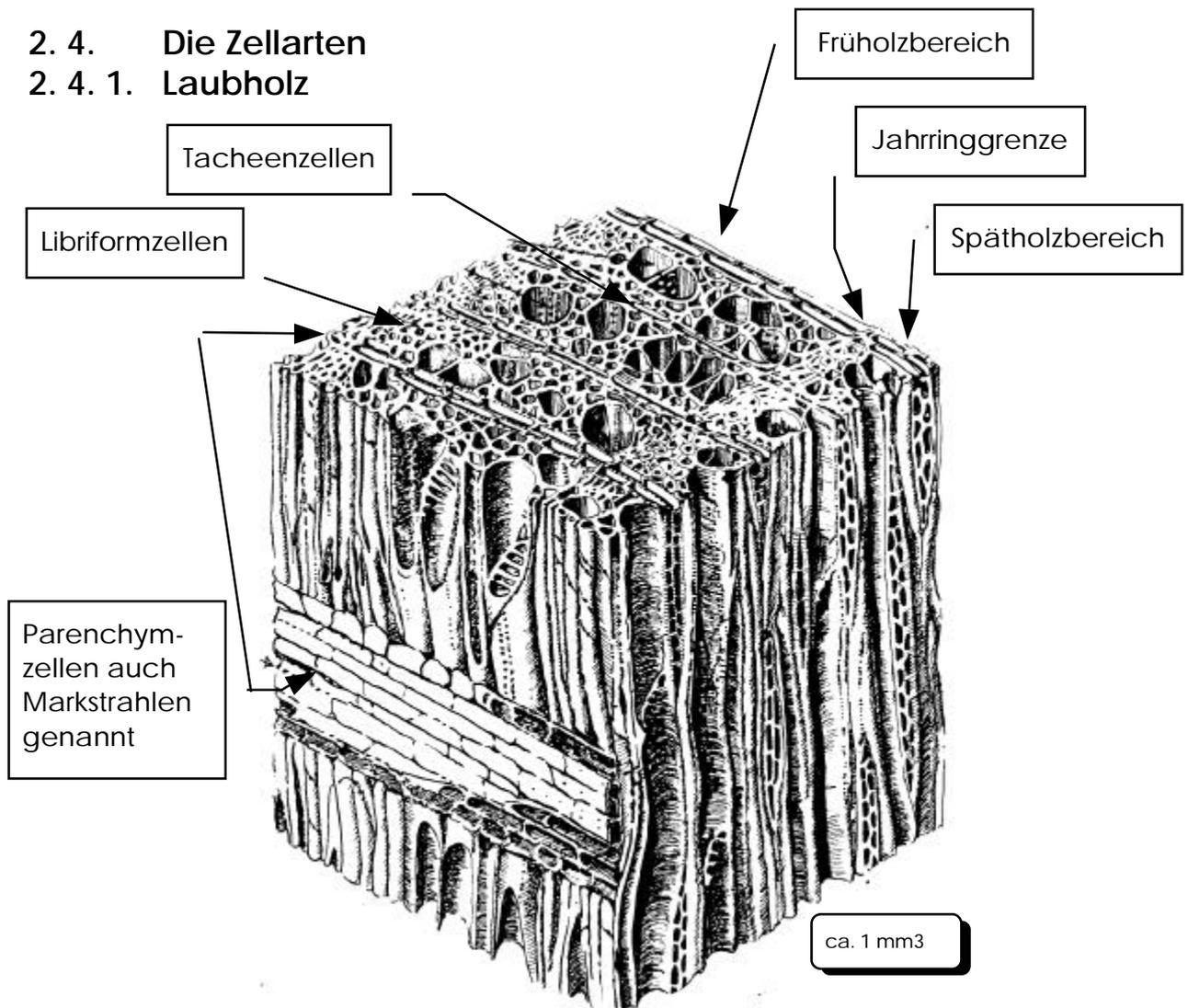
Die Zellwand ist strukturiert aufgebaut.

- 1) Die Mittellamelle ist die erste Zellabgrenzung.
- 2) Dann ist die Zelle mit der Primärwand verstärkt.
- 3) Die Sekundärwand, die zusätzlich in Schichten aufgebaut ist, wird erst gebildet, wenn die Zelle ihre endgültige Form erreicht hat.



2. 4. Die Zellarten

2. 4. 1. Laubholz



Die als Poren im Holz erkennbaren Löcher werden als Gefäße oder Tracheen bezeichnet. Diese langgezogenen röhrenförmigen Hohlräume können von 5 cm bis 200 cm lang sein. Sie sind entstanden weil sich bei übereinanderliegenden Zellen die Querwände aufgelöst haben.

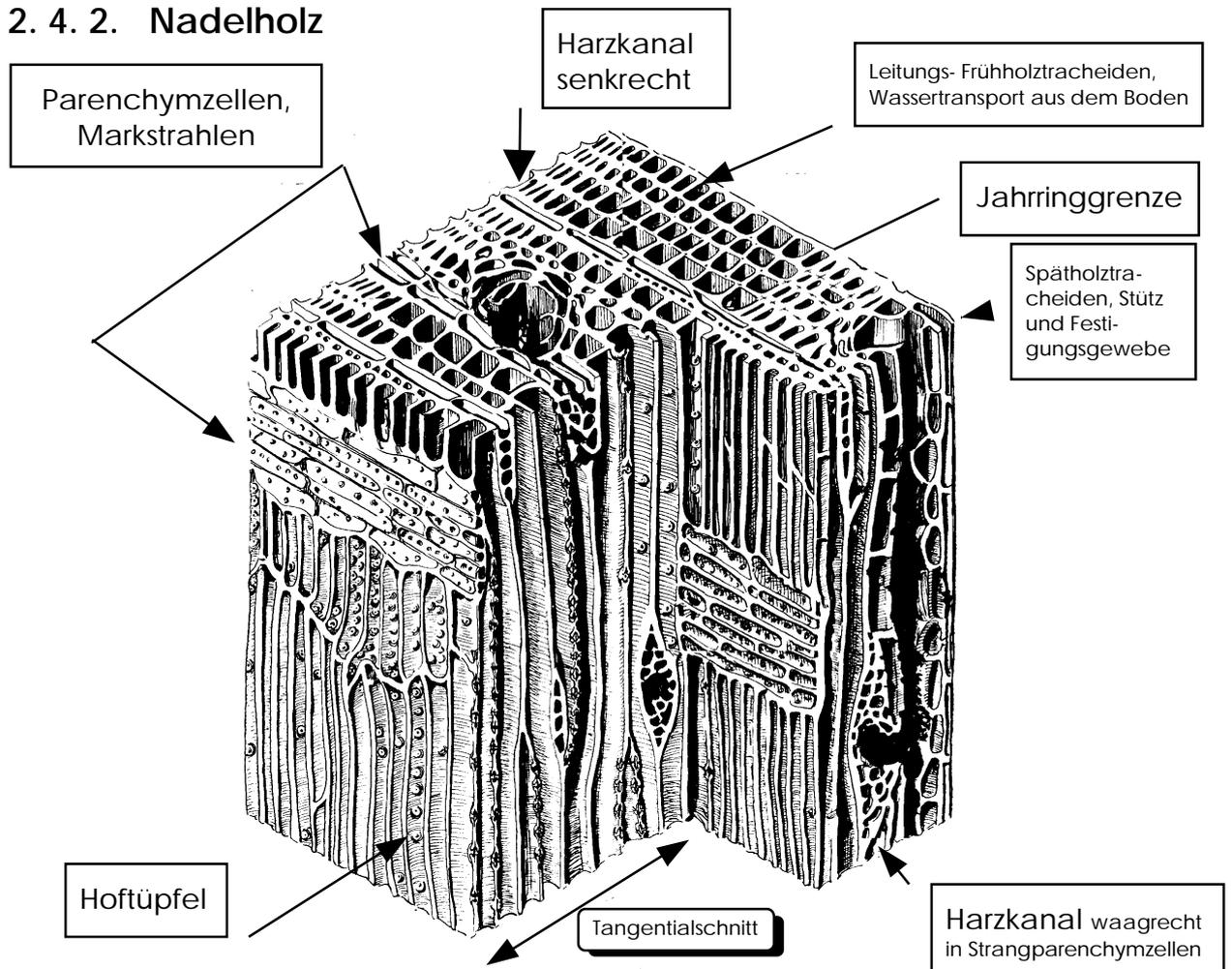
In den Wandungen der Gefäße können bei starker Vergrößerung durch eine dünne Haut verschlossene Öffnungen wahrgenommen werden. Diese 'Tüpfel' sind für die Saftleitung zwischen benachbarten Zellen und als Ventil (Membran) für den Druckausgleich von Bedeutung.

Nach Gefässanordnung werden die Laubhölzer in ringporige und zerstreutporige Hölzer eingeteilt.

Glossar

- Tracheen sind Leitungszellen von der Wurzel zum Blatt, im Splint, T.w. von bedeutender Länge.
- Libriformzellen sind Stützgewebezellen und bilden die Holzmasse. Ihre Menge ist für Raumgewicht und Festigkeit massgebend.
- Radialparenchymzellen oder Markstrahlen (Spiegel) sind Leitungszellen für Kohlenhydrate aus den Blättern, Speicherzellen. Sie versorgen den Stamm mit Nährstoffen.
- Strangparenchymzellen sind Leitungszellen wie vor, jedoch in Längsrichtung des Stammes.
- Harzkanäle sind Sekretzellen in den Parenchymzellen, nur bei wenigen Laubhölzern vorhanden.

2.4.2. Nadelholz



Die Nadelholzzellen bilden im Querschnitt ein feines Maschenwerk. Sie heissen Tracheiden oder Tüpfelzellen. Sie bilden im Frühholz weite Hohlräume und ganz dünne Wände, im Spätholz aber dicke Wände und enge Hohlräume.

Dünnwandige Frühholztracheiden heissen auch Leitungstracheiden
dickwandige Spätholztracheiden heissen auch Fasertracheiden.

Die Wandungen der Gefässe bleiben geschlossen und sind zwischen 0.7 bis 5 mm lang, sie lösen sich also nicht auf.

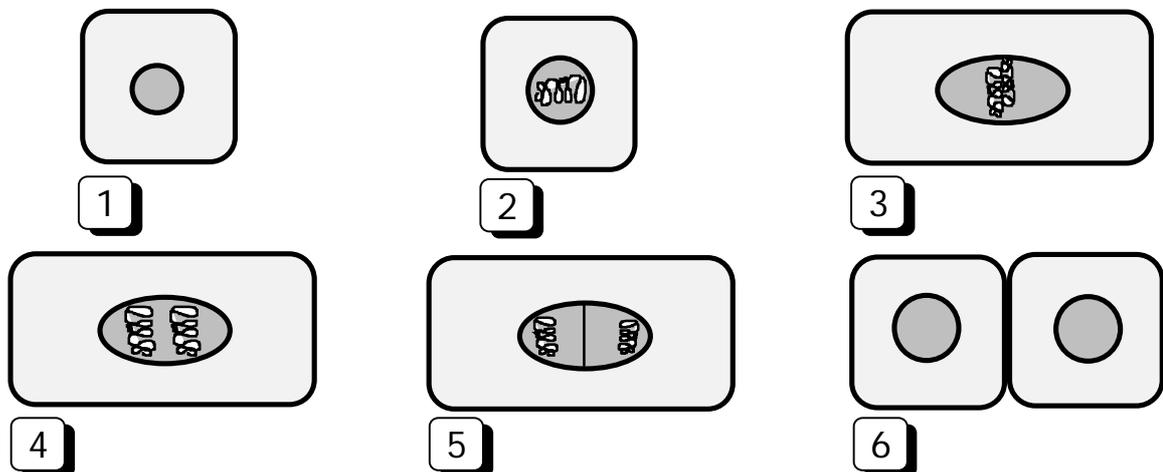
Harztaschen bilden sich bei Verstopfungen von Harzkanälen.

Glossar

- Tracheiden dienen der Saftleitung und bilden gleichzeitig die Holzmasse.
- Parenchym - oder Speicherzellen in Längsrichtung dienen der Nahrungsaufnahme des Stammes.
- Markstrahlen sind Radialparenchymzellen und versorgen das Stamminnere mit Nährstoffen.
- Harzkanäle verlaufen in Längs- und Radialrichtung zwischen den Tracheiden und in den Markstrahlen. Nicht in allen Nadelhölzern.
- Hoftüpfel sind Zellwandöffnungen und dienen dem Flüssigkeits- und Drucks Austausch.
- Siebröhren sind Leitungszellen im Bast. Nährstofftransport Blatt - Holz.

2. 5. Das Wachstum / Zellteilung

Das Wachstum der Pflanzen überirdisch geschieht in den mitteleuropäischen Breiten von mitte April bis ende August.
Zuerst wächst die Pflanze in der Länge
= primäres Wachstum und später in der Dicke
= sekundäres Wachstum
Das Wachstum erfolgt generell durch Zellteilung im Kambium.



Legende

1. Vergrößerung des Zellkernes
2. Verdoppelung der Chromatiden, Schleifenbildung, Auflösung der Kernmembrane
3. Teilung der Kernschleifen / Chromosomen, Verformung des Zellkerns
4. Fadenbildung von den Kernpolen, Kernschleifen entstehen
5. Anziehung der Kernschleifen zu den Polen, Bildung einer Mittelmembrane / Zellwand
6. Spaltung, Kernschleifen sind aufgelöst, von Membrane umschlossen

2. 6. Jahrringbildung

Wir betrachten einen Querschnitt eines Stammes und erkennen helle und dunkle Ringe in verschiedenen Breiten mehr oder weniger regelmässig.

Die Ringe geben Auskunft über die Wachstumsverhältnisse während einer Wachstumsperiode.

Im Anfang bilden sich die grossvolumigen Leitungszellen.

Später folgen die dickwandigen Stützzellen.

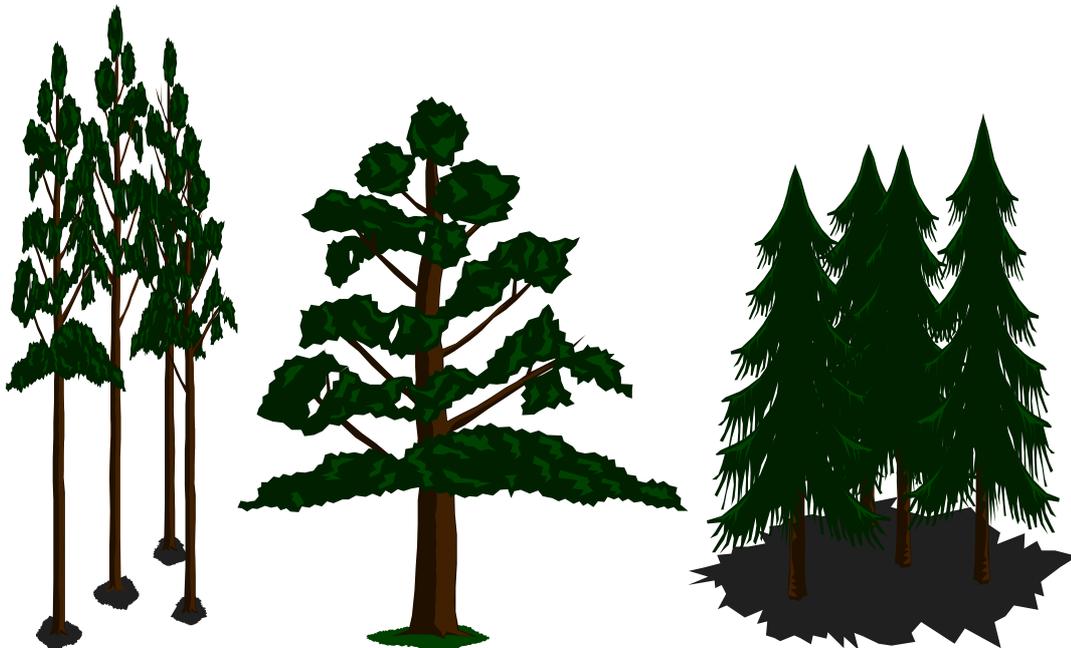
Beide zusammen bilden eine **Wachstumsperiode** oder ein **Jahrringpaar**.

In tropischen Wäldern sind die Wachstumszonen mehrfach jährlich und entsprechen somit nicht mehr einem Kalenderjahr.

Die Breite der Jahrringe entspricht der Zuwachsmenge einer Wachstumsperiode.

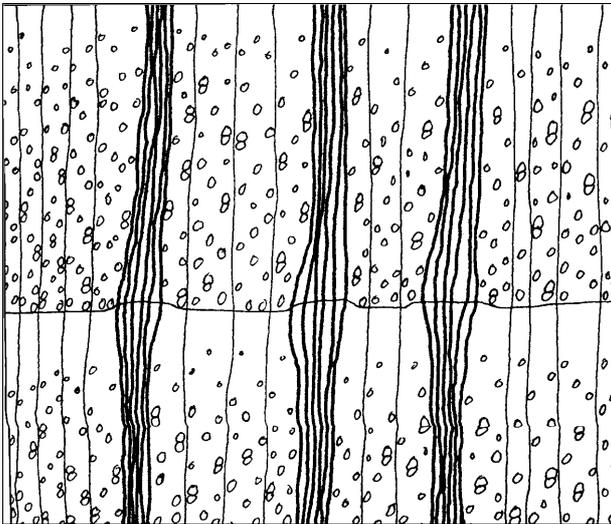
Folgende Einfüsse wirken auf dieses Wachstum:

- Standort Höhenlage, Bodenbeschaffenheit, Luftqualität
- Klima Wind, Temperatur, Feuchtigkeit
- Grundwasser Talsohle, Auen
- Lichteinfluss freistehend, Baumgruppe, Wald
- Schädlinge Tiere, Insekten, Pflanzen

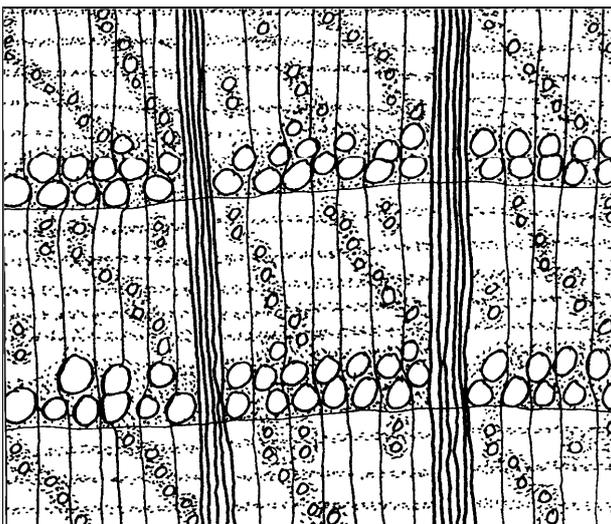


2. 6. 1. Jahrringe nach Gruppen

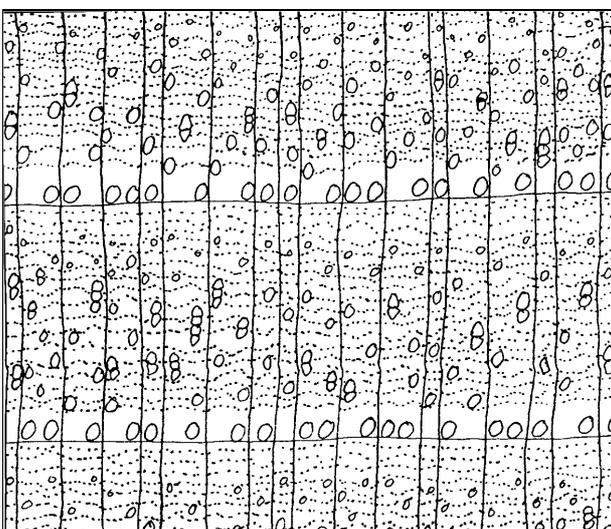
Einteilung nach Tracheen Anordnung



Gleichmässig verteilte Tracheen gelten als **zerstreutporig** / meistens schlichte Holzoberfläche mit auffallenden Jahrringen.
AH ER BI BU



Ringförmig verteilte Tracheen gelten als **ringporig**.
EI ES EK UL



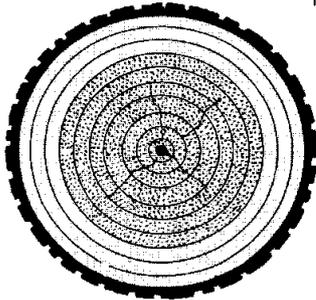
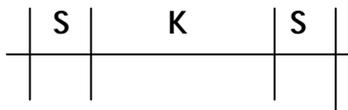
Im ganzen Jahrring verteilte Tracheen gelten als **halbringporig**, in der Frühholzzone jedoch konzentrierter.
NU KB

Einteilung nach Jahrringbreiten
bei Nadelholz und Laubholz:

bis 2 mm	Feinjährig
2 bis 5 mm	Mittel
über 5 mm	Grobjährig

2. 6. 2. Verkernung des Holzes

Die äusseren Jahrringe dienen der Saft- bzw. Wasserführung des Baumes. Dieser Teil des Holzes wird Splintholz genannt. Manche Baumarten haben nur einen schmalen Splintholzring, bei anderen geht das Splintholz vom Mark bis zum Kambium durch. Bei einer grossen Zahl von Baumarten tritt mit zunehmendem Alter eine Verengung des Holzes ein. Die älteren, inneren Jahresringe des Splintholzes stellen die Saft- bzw. Wasserführung ein und werden mit Ablagerungsstoffen wie Gerb- und Farbstoff, Harz, Wachs, Fett u.a. gefüllt. Hervorgerufen durch die unterschiedliche Veränderung in den Zellen. Dadurch arbeitet das Holz weniger, wird schwerer, fester und dauerhafter. Tritt mit der Verkernung der inneren Holzschichten auch eine Verfärbung ein, nennt man das Holz **Kernholz**. Holz, das verkern ist oder nur noch in geringem Masse der Ernährung des Baumes dient, sich aber in der Farbe kaum vom Splintholz unterscheidet, bezeichnet man als **Reifholz**. Danach unterscheidet man Splintholzbäume, Kernholzbäume, Reifholzbäume und Kernreifholzbäume.

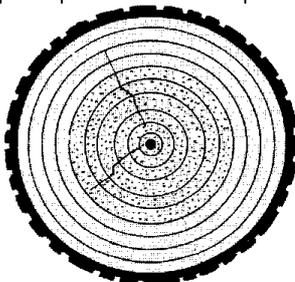


Kernholz

Obligatorische Farbkernbildung

- ❖ Zwischen dem 20. und 40. Altersjahr
 - ❖ Einlagerung von Harz, Mineralien, Ölen und Wachsen
 - ❖ Blasenbildung in den Gefässen
 - ❖ Holzverfärbung
 - ❖ Zellen sterben ab
-
- ❖ Die Leitfähigkeit von Flüssigkeit ist vermindert
 - ❖ Das Holz ist schlechter imprägnierbar
 - ❖ Es wird dichter und schwerer

KB LA DG EI EB ED RB NU



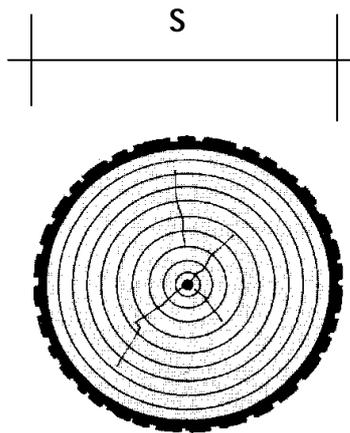
Reifholz

Helles Kernholz

Der Vorgang ist ähnlich wie beim Kernholz, jedoch mit geringerer Farbveränderung die im trockenen Holz nicht sichtbar ist.

TA FI BB AP LD AH*

* Feldahorn



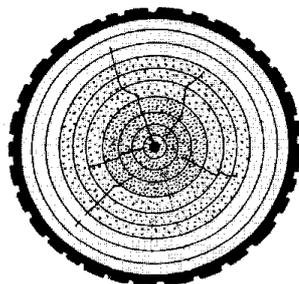
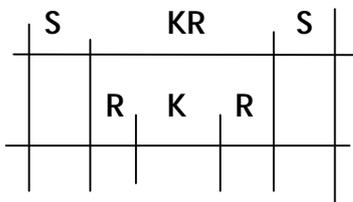
Splintholz

Verzögerter Kernbildung

- ❖ Faktoren die über den ganzen Stammquerschnitt gleichmässig verteilt sind
 - ❖ Farbe, Feuchtigkeitsgehalt, Stoffgehalt
- ❖ Eigenschaften
 - ❖ Durchgehend gleiche Festigkeit
 - ❖ Nicht schädlings- und witterungsfest
 - ❖ Grössere Schwundmasse als beim Kernholz

AH* BU BI ER AB LI

* Bergahorn



Kernreifholz

Der Wasseranteil zwischen dem Kern und dem Splint ist geringer.
Reifholz ist noch nicht verfärbt.

Ulme

Bäume mit unregelmässiger Kernbildung sind Bäume mit fakultativer Farbkernbildung.

2. 7. Thermische Eigenschaften des Holzes

Das Gefüge des Holzes mit seinem hochpolymeren Aufbau, wird durch den Wärmeinfluss verändert und mit steigender Temperatur plastifiziert. Höhere Temperaturen führen zur Zersetzung der organischen Stoffe. Die **thermische Stabilität** der drei Holzkomponenten **ist unterschiedlich** und zeigt je nach Versuchsbedingungen bei den folgenden Temperaturen die höchsten Zersetzungsrate:

Zellulose	zwischen	240° und	360 °C
Hemimzellulose		200° und	260 °C
Lignin		280° und	500 °C

Durch Überlagerung der einzelnen Zersetzungsreaktionen wird der Gesamtablauf der thermischen Zersetzung unübersichtlich.

Wärmedehnung des Holzes

Durch die Erwärmung des Holzes dehnt sich das Holz. Die Wärmeausdehnung hat aber keine Bedeutung, da die Erwärmung eine Trocknung und somit das Schwinden des Holzes bewirkt.

Wärmeleitfähigkeit des Holzes

Sie verändert sich durch verschiedene Einfüsse.

- Zunahme bei grösser werdendem Holzraumgewicht und steigendem Wassergehalt.
- Wärmeleitfähigkeit parallel zur Faser ist doppelt so gross wie radial oder tangential.
- Wärmeleitfähigkeit von Holzkohle ist etwa fünfmal kleiner als die von Holz.

Wärmeleitfähigkeit in kcal/mh °C

	Fichte ρ ₀ = 0,4g/cm ³		Eiche ρ ₀ = 0,65g/cm ³	
Richtung:	lufttrocken w = 16 %	Feucht w = 35 %	lufttrocken w = 15 %	Feucht w = 35 %
quer zur Faser	0.10	0.12	0.14	0.16
längs zur Faser	0.22	0.25	0.30	0.34

2. 8. Elektrische Eigenschaften des Holzes

Elektrische Leitfähigkeit des Holzes:

Darrtrockenes Holz ist ein elektrischer Isolator. Bei steigender Holzfeuchtigkeit nimmt die Leitfähigkeit sehr stark zu und nähert sich bei gesättigtem Holz dem Wert von Leitungswasser. Im unteren Wassergehaltsbereich zwischen 6% und 25 % nimmt die Leitfähigkeit annähernd linear zu. Raumgewicht, Form und Holzart haben nur einen geringfügigen, unbedeutenden Einfluss. In Faserlängsrichtung ist die elektrische Leitfähigkeit etwa zwei- bis dreimal so gross wie quer zur Faser. Schutzsalzimpregnierungen können die Leitfähigkeit des Holzes namhaft verändern.

Elektrostatische Aufladung:

Holz besitzt, neben der guten Isolationseigenschaft gegen elektrischen Strom den Vorteil, dass es sich nicht elektrostatisch auflädt. Durch Reibung an der Oberfläche entstandene elektrische Energie, fliesst relativ rasch ab. Schmutz und Staub werden deshalb nicht angezogen oder festgehalten.

Magnetische Eigenschaften:

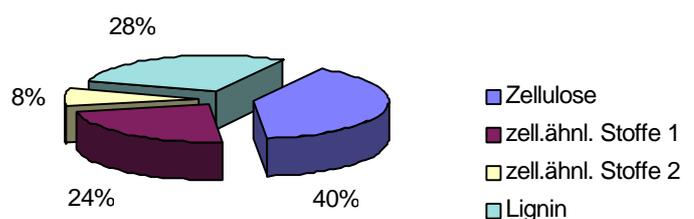
Holz ist nur unbedeutend magnetisierbar und eignet sich deshalb sehr gut für Bauten und Verkleidungen die Messgeräte oder andere Radioelektrische Apparate vor fremden Strahlen schützen sollen (Turmkuppel des eidg. Amtes für Mass- und Gewicht, Mienesuchboote). Die Suche von Metallteilen im Holz ist ebenfalls durch diese Eigenschaft möglich.

2. 9. Chemische Eigenschaften des Holzes

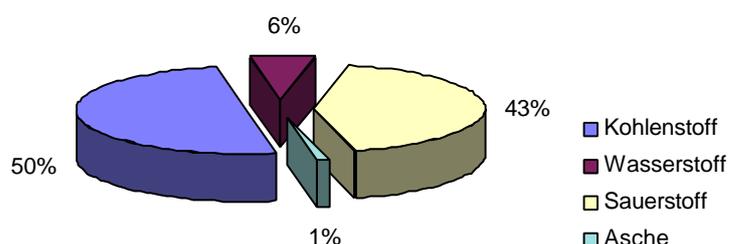
Bei der Zusammensetzung des Holzes unterscheidet man zwischen dem Holzgerüst, der Holzsubstanz und dem Zellsaft bzw. Protoplasma. Zellsaft und Protoplasma machen bei frisch gefälltem Holz oft mehr als die Hälfte des Gewichtes aus. Die Holzsubstanz besteht bei allen Hölzern aus den Grundstoffen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und geringen Mengen von Aschenbestandteilen und Stickstoff. Die wichtigsten Bestandteile des Holzes sind die Zellulose, zelluloseähnliche Stoffe und Lignin. Die Zellulose ist geruch-, geschmack- und farblos. Sie ist wasserbeständig und verändert sich an der Luft nicht. Sie wird aber von Säuren angegriffen. Die chemische Zusammensetzung des Lignins ist noch nicht eindeutig geklärt. Es ist aber in seinem Aufbau dem der Zellulose ähnlich. Die Einlagerungen des Lignins in die Zellwände wird als Verholzung bezeichnet. Neben den angeführten Hauptbestandteilen enthält das Holz noch einige Nebenbestandteile. Dazu gehören die organischen Stoffe wie Harz, Terpentin, Fett, Wachs Farbstoffe, u.a. und die anorganischen Stoffe wie Kalium, Natrium, Kalzium, Magnesium, Phosphorsäure Eisenoxyd u.a. (Mineralien).



Wichtigste Bestandteile des Holzes



Grundstoffe der Holzsubstanz



Die Bildung der Holzsubstanz aus den chemischen Elementen

Kohlenstoff 50 %, Wasserstoff 6 %, Sauerstoff 43 %, Stickstoff 0.04 - 0.25 % und Mineralien 0.2 - 0.6 %.

Die Zellulose ist ein fadenförmiges Makromolekül das aus 3000 bis 10'000 Glukosemolekülen aufgebaut ist. In der Pflanze dient die Zellulose als Gerüstsubstanz in den Zellwänden spez. in der Primärzellwand (vergl. Seite 6). Zellulose ist ein farbloser Stoff, der auf chemischem Weg vom Lignin befreit werden kann und in dieser aufgeschlossenen, reinen Form als Grundstoff für Papier und Textilien dient.

Das Lignin ist ein weit komplizierterer Stoff, der nicht restlos erforscht ist. Man nimmt an, dass es verschiedene Ligninsorten gibt. Das Lignin hat die Aufgabe, die Zellulosefasern zu festigen und zu versteifen und ihnen so den nötigen Halt zu geben. Es bewirkt die Verholzung der Zelle und spielt bei der Verkernung des Holzes eine grosse Rolle. Die Zellulose ist farblos das Lignin jedoch hat eine braune Farbe.

So einfach, wie es nach der Einteilung des Holzes in Zellulose und Lignin erscheinen mag, ist das Holz allerdings nicht aufgebaut. Eine Menge weiterer Stoffe, die in einer von Holzart zu Holzart verschiedenen Art und Verteilung vorkommen, spielen für die Eigenschaften der betreffenden Hölzer eine wichtige Rolle. Sie kommen z.T. in den sog. Zellulosebegleitern vor. Davon sind erwähnenswert:

- Organische Stoffe: Gerbsäure, Stärke, Eiweiss, Glukose (Zucker), Harze, Gummi, Farbstoffe, Giftstoffe, Fette.
- Anorganische mineralische Stoffe: Kalk, Magnesium, Kali, Natron, Mangan, Eisen, Tonerde, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphor.

Diese Stoffe sind von Bedeutung im Wissen auf Reaktionen von Gerbsäuregehalt, Alkaliengehalt, sowie Harz und Fettgehalt einiger Hölzer in Bezug auf Oberflächenbehandlung, Imprägnierung oder Verbauungen im Freien.

2. 8. Chemische Korrosion

Die verhältnismässig grosse Widerstandsfähigkeit einzelner Holzarten, insbesondere gegen verdünnte Säuren, teilweise auch Basen, ermöglichen deren Verwendung für Bauten und Behälter in gewissen Zweigen der chemischen Industrie. Einen Anhaltspunkt über die Resistenz einzelner Holzarten ergibt die nachfolgende Tabelle.

Beständigkeit des Holzes gegen Säuren und alkalische Angriffe bei 20° C (nach E. Mörath)

Angriff des Holzes durch:		Nadelhölzer				Laubhölzer							
		Fichte	Kiefer	Lärche	Tanne	Ahorn	Robuche	Eiche	Esche	Linde	Nussbaum	Pappel	
Säuren	konzentriert 2 %	Essigsäure											
		Milchsäure											
		Salpetersäure											
		Salzsäure											
		Schwefelsäure											
	konzentriert 10 %	Essigsäure											
		Milchsäure											
		Salpetersäure											
		Salzsäure											
		Schwefelsäure											
Alkalien	2 %	Amoniak											
		Natriumoxyd											
	10 %	Amoniak											
		Natriumoxyd											

	Beständigkeit sehr gut
	Beständigkeit mittel bis gut
	Beständigkeit gering bis mittel
	Beständigkeit gering

Chemische Einwirkungen

Säuren in höheren Konzentrationen und Säureddämpfe können mit der Zeit die Festigkeit des Holzes erheblich verändern. In einem Gebäude, in welchem konzentrierte Schwefel- und Salpetersäure in offenen Bottichen verarbeitet wird, wurde im Zeitraum von etwa 20 Jahren eine Reduktion der Zug- und Biegefestigkeit des Konstruktionsholzes (Fichte und Tanne) um etwa 60 - 80 % festgestellt. Die Druckfestigkeit war jedoch nur um etwa 10 % abgefallen.

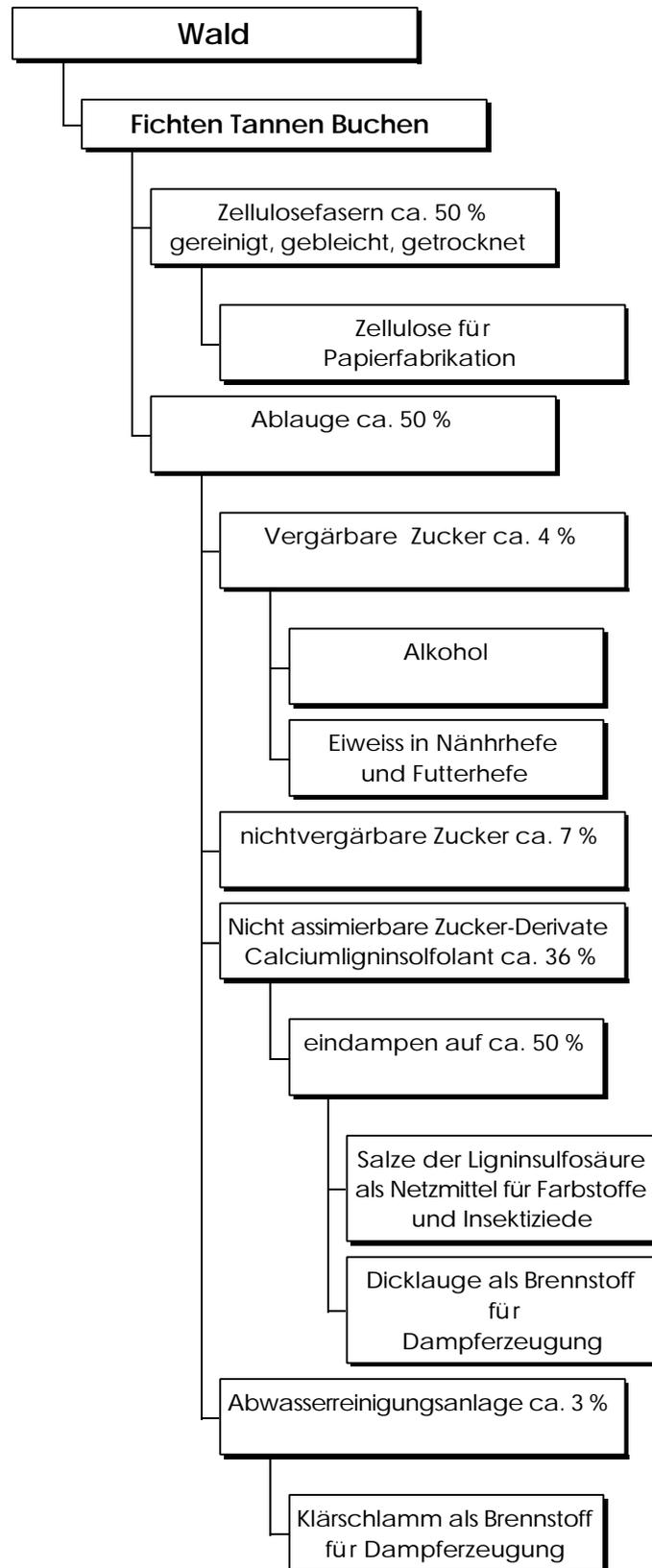
Ph-Werte:
 ph-2 stark sauer
 ph-3-5 schwach sauer
 ph-6-8 neutral
 ph-9-11 schwach alkalisch
 ph-11 stark alkalisch

Entwicklung von Säuren und Laugen auf die Biegefestigkeit von Holz (umgerechnet nach Mörath).

Einwirkung von Konzentration in % Veränderung der Biegefestigkeit nach 4 Wochen Einwirkung in % bezogen auf wassersatten Zustand.

		Lärche	Kiefer	Fichte	Buche	Eiche	Linde
Ammoniak NH ₃	2	6.1	-0.6	-1.9	-16.8	-34.7	-38.5
	5	-3.0	-10.2	-13.0	-44.1	-49.1	-52.0
	10	-8.1	-21.3	-24.6	-57.1	-64.2	67.8
Natronlauge NaOH	2	-4.1	-4.0	-6.6	-41.0	-42.0	-44.8
	5	-24.5	-33.9	-39.9	-59.8	-68.9	-60.5
	10	-47.6	-48.6	-55.5	-68.5	-71.0	-79.4
Essigsäure CH ₃ COOH	2	7.0	11.1	9.0	-3.6	-3.8	9.1
	5	3.2	-1.9	5.1	1.1	5.8	4.0
	10	4.3	-12.6	-1.3	6.8	-13.2	-0.3
Milchsäure CH ₃ . CH . OH . COOH	2	21.1	25.4	0.4	12.8	-1.0	8.0
	5	0.7	-1.3	-0.6	1.3	-0.5	-3.5
	10	10.8	10.0	3.8	1.9	5.6	17.3
Salpetersäure HNO ₃	2	7.3	7.2	-2.1	-17.1	-17.7	-23.7
	5	4.3	-15.4	8.4	-20.1	-22.0	-24.3
	10	-5.1	-6.6	-4.1	-28.4	-34.4	-42.9
Salzsäure HCl	2	9.1	7.9	0.0	-3.9	-6.8	-12.0
	5	-13.4	-13.4	-14.8	-28.6	-29.9	-36.5
	10	-18.7	-15.4	-17.3	-44.5	-48.4	-52.0
Schwefelsäure H ₂ SO ₄	2	10.6	12.8	1.9	-2.7	-3.4	-15.4
	5	1.2	-1.3	-1.7	-0.6	-1.8	-5.1
	10	-0.3	-15.6	-6.0	-12.6	-21.3	-18.7

Aus Holz wird Zellulose



Dauerfähigkeit der verschiedenen Hölzer (Durchschnittswerte)

Holzart	immer nass in Jahren	immer trocken in Jahren	Abwechselnd nass / trocken in Jahren
Ahorn	20	1'000	10
Birke	10	500	5
Eiche	700	1'800	120
Erle	800	400	5
Esche	10	500	20
Fichte	60	900	45
Kiefer	500	1'000	80
Lärche	600	1'800	90
Tanne	70	900	50
Ulme	1'000	1'500	100
Rorbuche	10	800	20
Weissbuche	750	1'000	80