

YDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

chen

~~1~~
inw. 26 98Z

Aufbau, Eigenschaften und Verwendung

Von

Prof. Hermann Wilda

Mit 109 Abbildungen



ef

7

~~T. 71~~
Ep

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295767

BIBLIOTHEK
Kgl. Eisenbahndirektion
S. 71
Ep
(32.458)
Sammlung Göschen

Das Holz

Aufbau, Eigenschaften und Verwendung

Von

Prof. Hermann Wilda

Ingenieur

Inhaber der Medaille des Vereins zur Beförderung
des Gewerbleißes in Preußen

Mit 109 Abbildungen

Zweite, umgearbeitete Auflage



Berlin und Leipzig
Vereinigung wissenschaftlicher Verleger
Walter de Gruyter & Co.

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Guttentag, Verlags-
buchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp.

1920

1-301287

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,
von der Verlagshandlung vorbehalten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~1926~~

ZPU 3-568/2016

Druck von C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig. 873019.

Akt. Nr.

272149

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Bau und Wachstum des Holzes.

	Seite
I. Einleitung	7
II. Der Aufbau des Holzes	
1. Der äußere Aufbau	7
2. Der mikroskopische Aufbau	13
III. Chemische Zusammensetzung des Holzes .	17

Zweiter Abschnitt.

Physikalische und mechanische Eigenschaften des Holzes.

I. Die physikalischen Eigenschaften	
1. Farbe	19
2. Geruch	21
3. Klang, Resonanz	21
4. Gewicht	23
5. Härte	28
6. Wassergehalt	29
7. Schwankungen des Wassergehalts	32
a) Schwinden	32
b) Quellen	39
II. Die mechanischen Eigenschaften	
1. Elastizität	40
2. Festigkeit	42
a) Zugfestigkeit	42
b) Druck- und Knickfestigkeit	43
c) Biegefestigkeit	43
d) Abscherungsfestigkeit	44
e) Verdrehungsfestigkeit	44
f) Zähigkeit	45
g) Spaltfestigkeit	45
h) Zusammenstellung der Festigkeit verschie- dener Hölzer	46
III. Dauerhaftigkeit	48

Dritter Abschnitt.

Fehler und Krankheiten des Holzes.

	Seite
I. Fehler bei noch gesunder Holzfasern . . .	51
II. Die Feinde des Holzes	
1. Zerstörung des Holzes durch Tiere	58
2. Erkrankungen durch Zerstörung der Holzfasern	59
3. Erkrankungen des gefällten Holzes	70

Vierter Abschnitt.

Die Haltbarmachung des Holzes.

I. Vorsichtsmaßregeln und Schutzmittel . . .	73
II. Das Trocknen des Holzes	74
1. Natürliche Trocknung	75
2. Künstliche Trocknung	
a) Darren	75
b) Dämpfen	78
c) Auslaugen	80
3. Ankohlen	80
III. Anstriche	80
IV. Tränkung des Holzes	81
1. Tränkung durch Metallsalze	82
2. Tränkung durch Öle	84
3. Einfluß der Tränkung auf die Lebensdauer des Holzes	85
V. Schutz des Holzes gegen Entflammbarkeit	87

Fünfter Abschnitt.

Die Verwendung des Holzes als Handelsware.

I. Das Holz im Handel	
1. Herstellung des Handelsholzes aus dem Stamm	89
2. Nutzholz	90
3. Furniere	94
II. Übersicht über die wichtigsten Nutzhölzer	98
III. Geographische Verbreitung der wichtigsten Nutzhölzer	110
IV. Die wichtigsten Bauhölzer	118
V. Behandlung der Holzoberfläche	122

Sechster Abschnitt.

Verarbeitung des Holzes für industrielle und
gewerbliche Zwecke.

	Seite
I. Holz als Brennmaterial	128
1. Holzkohle	130
2. Holzasche	133
II. Chemische Verarbeitung des Holzes	
1. Zellulose	133
2. Trockne Destillation des Holzes	136
3. Harzgewinnung	137
4. Ruß	138
5. Gerbsäure (Tannin)	138
III. Mechanische Verarbeitung des Holzes	
1. Holzstoff	139
2. Holzwolle	140
3. Holzmehl	142
4. Holzpflaster	142
5. Holz als Baustoff für Flugzeuge	143
6. Zündhölzer	144
7. Holznägel	144
8. Holzstifte	144
9. Holzdraht	145
10. Holzkämme	145
11. Künstliches Holz	145
IV. Verwendung des Holzes für gewerbliche Zwecke	
1. Stellmacherarbeiten	146
2. Böttcherarbeiten	147
3. Bildhauerarbeiten	147
4. Korbmacherarbeiten	148
5. Druckformen	148
6. Verwendung der Holzspäne	148
7. Das Biegen des Holzes	150
8. Richtige Wahl der Faserrichtung	151
9. Holzintarsien, Einlegearbeiten	152
10. Holzmosaik	152
Register	153

Literatur.

J. Möller, Das Holz.

Hanausek, Materialienkunde, Stuttgart 1901.

Nördlinger, Die technischen Eigenschaften der Hölzer.

Handbuch der Architektur, Stuttgart 1906.

Heinzerling, Konservierung des Holzes.

Tetmajer, Mitteilungen der Materialprüfungsanstalt Zürich.

Wykander, Festigkeit schwedischer Hölzer.

Bauschinger, Mitteilungen des mechanisch-technischen Laboratoriums München.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften.

Warren, Australian timbers.

Wilhelm, Rohstoffe des Pflanzenreichs.

Stübling, Holzindustrie, Leipzig 1901.

Johnson, Progress in timber physics.

— Materials of construction.

Lang, Das Holz als Baustoff. Zeitschrift für Architektur- und Ingenieurwesen II, S. 440.

Andes, Das Konservieren des Holzes, Wien.

Vespermann, Bauhölzer und ihre Verbreitung im Welthandel, Leipzig 1914.

Troschel, Handbuch der Holzkonservierung, Berlin 1916.

Archiv für Post und Telegraphie.

Hartig, Der echte Hausschwamm, Berlin 1902 und

— Merkblatt zur Hausschwammfrage.

— Allgemeine Forst- und Jagdzeitung.

Möller, Die Rohstoffe des Tischler- und Drechslergewerbes, Kassel 1883.

Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreichs, Leipzig 1903.

— Wochenblatt für den deutschen Holzhandel.

Bersch, Das Holz und seine Destillationsprodukte, Wien 1896.

Judeich und Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde, Berlin 1895.

Hartig, Unterscheidungsmerkmale der wichtigeren Hölzer, Münch. 1898.

Nördlinger, Die gewerblichen Eigenschaften der Hölzer, Stuttgart 1890.

— Das Holz, J. Sittenfeld, Berlin.

Krais, Gewerbliche Materialienkunde, 1910.

Laris, Rohholzgewinnung und Gewerbeigenschaften des Holzes, Wien 1909.

Zimmermann und Mäder, Das Beizen und Färben des Holzes, Wien 1909.

Stübling, Technischer Ratgeber auf dem Gebiete der Holzindustrie, Leipzig 1901.

Pfister, Das Färben des Holzes durch Imprägnierung, Wien 1908.

E. v. Hoyer, Verarbeitung der Metalle und des Holzes, Wiesbaden 1897.

Hubbard, Verwertung der Holzabfälle, Wien 1911.

Klar, Technologie der Holzverkohlung.

Laris, Nutzholz liefernde Holzarten, ihre Herkunft und Gebrauchsfähigkeit für Gewerbe und Industrie, Wien 1909.

Wiesner, Die Rohstoffe des Pflanzenreichs.

Boulger, Wood, London 1902.

von Müller, Eucalyptographia.

Hay-Sidney, The principal timbers of New South Wales, Sidney 1905.

Smith, Australian Timber, Minutes of proceedings of the Institution of Civil engineers, London.

Chamier, Australian Timber.

Binz, Leppla und Schwappach, Waldbestände und Wasserkräfte.

Erster Abschnitt.

Bau und Wachstum des Holzes.

I. Einleitung.

Neben seiner großen Verbreitung auf der Erde und infolge davon seiner Billigkeit, verdankt das Holz seine Stellung in der Weltwirtschaft einer Vereinigung von Eigenschaften, wie Festigkeit, Härte, Elastizität, geringem Gewicht, die es für die vielseitigste technische Verwendung geeignet erscheinen lassen.

Dazu kommt die leichte Möglichkeit der Bearbeitung und Formgebung und seine durch die Anwendung geeigneter Verfahren zu erhöhende Dauerhaftigkeit.

Die Hebung der Holzerzeugung gehört daher zu den wichtigsten volkswirtschaftlichen Aufgaben, denen nur durch eine zweckentsprechende Waldwirtschaft genügt werden kann. Große, gutgepflegte und bewirtschaftete Holzbestände bilden daher einen wesentlichen Bestandteil des Nationalreichtum jedes Landes.

II. Der Aufbau des Holzes.

1. Der äußere Aufbau des Holzes.

a) Unter „Holz“ im technischen Sinne versteht man die vom Kambium, vgl. S. 9, 17, dem Bast und der Rinde umschlossene, nicht gleichmäßig dichte Masse der Sträucher und Bäume von zelligem Gefüge.

Wenn auch das Holz im allgemeinen, selbst in den verschiedenen Teilen ein und desselben Baumes, keine Gleichmäßigkeit des Baues aufweist und die Grundgebilde des Holzes, die Zellen, in den verschiedenartigsten Anordnungen auftreten, so lassen sich doch in der Bildung und Anordnung des pflanzlichen Zellengewebes schon mit bloßem Auge unterscheidbare Grundanordnungen erkennen, die bei der Betrachtung verschieden geführter Schnitte durch einen Holzkörper auftreten.

Der Stamm einer dikotylen Pflanze, d. h. einer Pflanze mit zwei Samenlappen, der sich ohne äußere Beeinflussung entwickeln kann, zeigt in seiner Grundform eine Kegelgestalt.

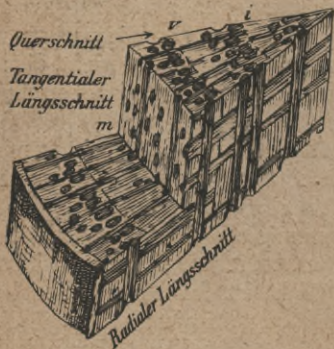


Abb. 1. Schematische Darstellung der Holzstruktur.

Ein Schnitt senkrecht zur Längsachse eines Stammes heißt Hirn- oder Querschnitt, Abb. 1, und zeigt Hirnholz, ein Schnitt durch die Achse des Stammes heißt Radialschnitt, Spalt- oder Spiegelschnitt, während ein Schnitt, der auf dem

Quer- und dem Radialschnitt senkrecht steht und parallel zur Stammachse geführt ist, als Sehnen-, Flader- oder tangentialer Längsschnitt bezeichnet wird. Querschnitt und Radialschnitt zeigen im allgemeinen in ihren Flächen ein gleichartiges Bild der Holzstruktur, während die Tangentialschnitte mehr oder weniger ungleichartig erscheinen, was sich aus der Führung des Schnittes erklärt.

Aus diesen Schnitten lassen sich Anhaltspunkte für die Unterscheidung von Nadel- und Laubhölzern, der einzelnen Holzarten, sowie der Brauchbarkeit des Holzes feststellen.

b) Im Querschnitt erscheinen im allgemeinen drei voneinander zu unterscheidende Gefügebildungen, der Jahresringbau, die Gefäße oder Poren und die Markstrahlen.

Um die in der Mitte liegende Markröhre ordnet sich der Bau der Jahresringe, deren jeder den Zuwachs eines Jahres darstellt. Die Bildung der Jahresringe geht von einer großen Saftreichtum besitzenden durchsichtigen Masse aus, die sich zwischen dem eigentlichen Holz und dem Bast befindet, dem Kambium in der Zuwachszone oder dem Bildungsring.

Das Kambium setzt sich nach außen in Bastzellen, nach innen in Holzzellen um.

Die Masse der Jahresringe ist von verschiedener Dichtigkeit und Färbung.

Während wie beim Ahorn, der Weiß- und Rotbuche, der Linde, der Tanne und der Fichte alle Jahresringe eine ziemlich gleichmäßig helle Färbung zeigen, erscheinen bei manchen Holzarten die älteren, also nach innen liegenden Jahresringe dunkler, was als Verkernung bezeichnet wird und seine Ursache, weil die Zellen absterben, in dem Aufhören



Abb. 2.

Schnitt durch Fichtenholz.

der Wasserleitungsfähigkeit der Zellen hat. Holzarten, die diese Erscheinungen zeigen, werden als Kernhölzer bezeichnet.

Der einzelne Jahresring besteht aus zwei verschiedenen Gefügearten, einer lockeren, heller gefärbten, dem Sommer- oder Frühholz, und einer dichteren und dunkleren, dem Spätholz, die allmählich ineinander übergehen.

Die jüngeren Jahresringe sind saftreicher, weniger fest und manchmal auch heller gefärbt und werden als Splintholz bezeichnet.

Die gegenseitige Breite von Kern- und Splintholz ist bei verschiedenen Holzarten sehr verschieden; sehr breiten Splint haben Esche und Nußbaum, schmalere Ulme, Eiche, Kirsche, sehr schmalen Eibe und Lärche.

Unter Scheinkern versteht man im Inneren gebräuntes, meist durch Zersetzung verändertes Splintholz.

Bei Laubhölzern zeigen Spät- und Frühholz weniger deutliche Farbenunterschiede, als beim Nadelholz, bei dem das Frühholz meist bedeutend heller ist, während die Jahresringgrenze, in der Spätholz des einen und Frühholz des folgenden Jahres aneinander grenzen, meist deutlich gekennzeichnet ist.

Hölzer der heißen Zone, bei denen das Wachstum nicht durch die Winterruhe unterbrochen ist, besitzen meist keine Jahresringe.

Bei den Laubhölzern gelten die mit breiten, bei den Nadelhölzern die mit schmalen Jahresringen als die besseren.

Bei manchen Holzarten findet sich zwischen Kern- und Splintholz noch eine Schicht, die trotz ihrer vom Splintholz wenig abweichenden Färbung doch fast ebenso trocken ist, wie das Kernholz und die mit Reifholz bezeichnet wird.

Je nach dem Grade dieser Merkmale unterscheidet man Kernholz-, Splintholz- und Reifholzbäume.

Kernholzbäume sind z. B.: Lärche, Kiefer, Apfelbaum, Eiche, Zirbel; Splintholzbäume: Weißbuche, Birke, Ahorn, Linde, Rotbuche; Reifholzbäume: Fichte, Tanne, Erle, Weißdorn, Ulme.

Die Breite der Jahresringe hängt wesentlich von den Wachstums- und Ernährungsbedingungen sowie den klimatischen Verhältnissen ab. Bei sehr rasch gewachsenen Bäumen finden sich Schwankungen der Breite nahe der Mitte von 3—12 mm, bei Kiefernholz sind die 20 innersten Ringe im Mittel etwa 2 mm, die 20 äußersten etwa 0,6 mm breit, bei der Kiefer oder Fichte liegen in der der Rinde zunächst befindlichen Holzmasse 30—50 der zuletzt gebildeten Jahresringe.

Mit dem Alter nehmen die Jahresringe an Breite ab und sind bei sehr alten Bäumen mit dem bloßen Auge kaum mehr zu erkennen.

Bei den in Australien heimischen Harthölzern zeigen sich vielfach von dem Obigen ganz abweichende Verhältnisse, der Splint ist vielfach, wie z. B. beim Jarrahholz, nur etwa $\frac{1}{50}$ des Stammdurchmessers und fast ebenso hart wie der Kern.

c) Während bei Nadelhölzern die Jahresringzeichnung schärfer als bei den Laubholzbäumen ist, zeigen diese im dichten Grundgewebe mehr oder minder feine Löcher oder Poren, die Querschnitte von in dem dichteren Stoff eingelagerten, in der Längsrichtung verlaufenden Gefäßen, die den Nadelhölzern jedoch fehlen.

Auf den Querschnitten von Esche, Eiche, Ulme z. B. lassen sich die Poren als feine Striche erkennen, die entweder bei Beginn der Frühholzbildung dicht beieinander liegen, oft verhältnismäßig groß sind und ringförmig verlaufen, oder sie sind über die ganze Breite des Jahresringes zerstreut, wenn auch im Spätholz stets kleiner. Im ersten Falle

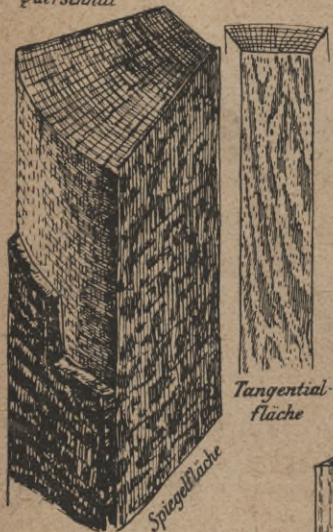
Querschnitt

Abb. 3.

Markstrahlen in Rotbuchenholz.

fanges verlaufen wie bei der Ulme, was als Bänderzeichnung bezeichnet wird, oder sie verlaufen radial (Flammenzeichnung).

d) Neben den Jahresringen und den Poren lassen sich, wie z. B. bei der Rotbuche und der Eiche, im Querschnitt feine glänzende Streifen bemerken (Abb. 3, 4), in horizontaler

spricht man von ringporigem, im letzten von zerstreutporigem Holz. In manchen Fällen lassen sie sich mit bloßem Auge nicht mehr erkennen, wie bei der Rotbuche, so daß auch die Jahresringbildung sehr undeutlich wird.

Die als feine Striche und oft dicht aneinander liegenden Poren können entweder im Grundgewebe in der Richtung des Um-

Hirnschnitt

Abb. 4. Holz der Eiche.

Richtung vom Mark strahlenförmig gegen die Rinde hin verlaufend, die Markstrahlen; sie fehlen keiner Holzart, sind aber nicht bei allen, besonders nicht bei den Nadelhölzern, dem freien Auge sichtbar.

Die Markstrahlen (Abb. 1, 3, 5) verlaufen radial und nehmen an Zahl in den äußeren Jahresringen zu. Sie sind häufig bei Laubholzbäumen so dicht nebeneinander gelagert, daß sie im radialen Längsschnitt als glänzende Querstreifen erscheinen, die als Spiegelfasern bezeichnet werden, so daß diese Schnittfläche auch Spiegelfläche genannt wird. Sie verlaufen niemals gerade und geben daher in diesem Schnitt die sog. Maserung. Sie sind durchschnittlich 8 bis 10 mal höher als dick und haben oft Höhenabmessungen von 25—30 mm.

Im Querschnitt erscheinen sie als feine Linien, im Tangentialschnitt dagegen wird der annähernd spindelförmige Querschnitt der Markstrahlen sichtbar, in meist dunklerer Farbe als die Grundmasse des Holzes.

Von besonderer Deutlichkeit sind sie bei Platanen, Rotbuchen und Eichen, weniger deutlich bei Ahorn, Apfel, Kirsche, Linde, während sie bei Birne, Pappel, Weißbuche und allen Nadelhölzern mit unbewaffnetem Auge nicht zu erkennen sind. In ihrer Gesamtheit bilden die Markstrahlen bei Laubhölzern etwa 15—20% der ganzen Holzmasse.

2. Der mikroskopische Aufbau des Holzes.

Die einzelnen den Holzkörper aufbauenden Elemente sind die Zellen. Im wesentlichen lassen sich vier Arten von Zellen unterscheiden, die Holz- oder Libriform-



Abb. 5. Eichenholz mit Markstrahl.

fasern, die Tracheen oder Gefäße, die Tracheiden und das Holzparenchym. Diese Zellengruppen besitzen unter sich und untereinander einen ununterbrochenen Zusammenhang durch den ganzen Stamm, wobei die Tracheen und Parenchymzellen in den Poren der Libriformzellmassen eingebettet liegen.

a) Die Holz- oder Libriformfasern von 0,5—1,5 mm Länge (Abb. 6, 7) haben eine nadelähnliche Gestalt mit ver-

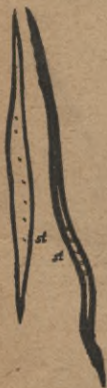


Abb. 6 u. 7.
Libriformfasern.

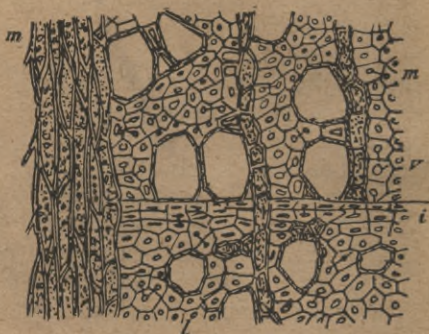


Abb. 8.
Querschnitt von Rotbuche.

hältnismäßig starken Wandungen, deren Zellraum sehr klein im Verhältnis zu den Wandungen ist. Sie bilden besonders bei Laubhölzern die Hauptmasse des Holzes und führen meist nur Luft.

Auf den Wandungen zeigen sich verdünnte Stellen, die sog. Spalttüpfel. Nadelhölzer besitzen keine Libriformfasern.

Die Libriformfasern bilden in ihrer Gesamtheit den Teil der Holzmasse, der die Festigkeit in erster Linie gewährleistet, wofür die Stärke ihrer Wandung besonders geeignet ist.

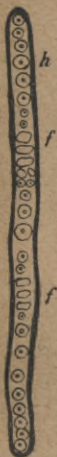


Abb. 9.
Tracheide
des Kiefern-
holzes.

b) Die Tracheen, bei Nadelhölzern nicht vorhanden, sind prismatische oder zylindrische Zellen, die, mit ihren offenen oder gitterähnlich durchbrochenen Enden aneinanderstoßend, bis zu 1 m lange Röhren bilden. Sie besitzen, wenigstens diejenigen mit dünnerer Wandung, außen Verdickungsleisten und kleinen Öffnungen, die Hoftüpfel, die durch verschließbare und mit feiner Öffnung versehene Anschwellungen der Wandung verschlossen werden können. Ihr Durchmesser schwankt von 0,01 bis zu 0,5 mm bei großporigen Hölzern. Bei frischem Holz besteht der Zellinhalt aus mit Luftbläschen gemischtem Wasser (Abb. 8).



Abb. 10.
Hoftüpfel.

c) Die Tracheiden (Abb. 9, 10), in Form und Inhalt den Tracheen sehr ähnlich, besitzen jedoch an den aneinanderstoßenden Enden zahlreiche Hoftüpfel für den Stoffdurchtritt; sie kommen vorwiegend bei den Nadelhölzern vor, bei denen die Tracheiden des Frühholzes weiter und dünnwandiger sind als diejenigen des Spätholzes und die Aufgaben der Tracheen und Libriformfasern der Laubhölzer erfüllen.

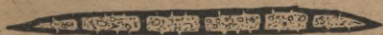


Abb. 11.
Parenchym aus dem Holzkörper der Esche.



Abb. 12. Parenchym
aus dem Holzkörper
der Eiche.

Den Tracheen und Tracheiden fällt besonders die Leitung des Wassers und der in ihm gelösten Stoffe von der Wurzel zur Krone zu.

d) Die Zellen des Holzparenchyms (Abb. 11, 12) sind

diejenigen, die den lebenden Bildungsstoff, Plasma und Zellkern besitzen, sie finden sich vorwiegend in den Markstrahlen, ihre Form ist prismatisch; auch sie besitzen große und kleine Tüpfel für den Stoffwechsel an den Stellen, wo Parenchymzellen aneinander und solche an Tracheen grenzen.

e) Die Harzkanäle der Nadelhölzer (Abb. 13) sind keine eigent-

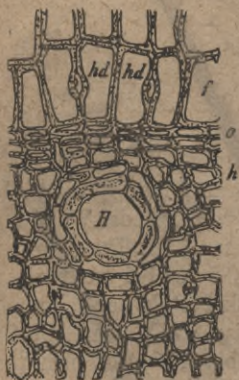


Abb. 13.
Querschnitt der Zirbelkiefer.

lichen Zellen, sondern nur Zwischenräume zwischen anderen Zellen. In diesen Kanälen erfolgt die Harzausscheidung durch kleine Zellen an den Wandungen.

Harzkanäle finden sich nicht bei allen Nadelhölzern, vorhanden sind sie z. B. bei Lärchen, Fichten und Tannen, sie fehlen bei Zedern, Zypressen, Eiben u. a.

Abb. 14 zeigt einen radialen Längsschnitt durch Tannenholz.

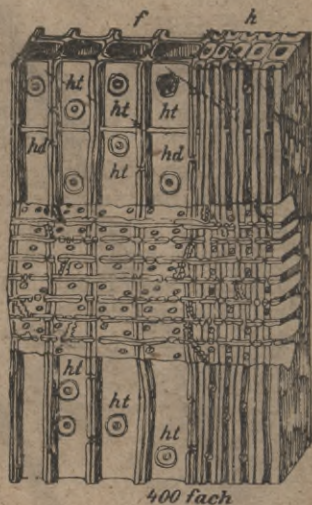


Abb. 14.
Radialer Längsschnitt von Tannenholz.

f) Das Dickenwachstum des Baumes wird durch ein Muttergewebe, eine schmale Schicht zarter Zellen, das Kambium, erzeugt, das, zwischen Bast und Holzkörper liegend, nach außen Rindenzellen, nach innen Holzzellen durch Teilung ablagert. Die Teilung der langen und dünnen, vierseitigen Kambiumzellen erfolgt nach innen zu in größerem Maße als nach außen, beginnt in unseren Breiten im späteren Frühjahr, nimmt mit der fortschreitenden Jahreszeit mehr und mehr ab, um im Frühherbst ganz aufzuhören, so daß eine Jahresringgrenze erscheint, wenn die Tätigkeit der Kambiumzellen wieder beginnt.

III. Chemische Zusammensetzung des Holzes.

Die chemische Zusammensetzung des Holzes muß für die Wandungen der Zellen und den Zellinhalt besonders betrachtet werden.

1. Die Zellwandungen bestehen in ihrem frühesten Zustande aus Zellulose oder Pflanzenzellstoff, einem Kohlehydrat. Durch die Aufnahme inkrustierender Substanzen, der sog. Ligninsubstanzen, tritt eine Verdickung der Wandungen und zugleich Verholzung ein.

Die Wandungen enthalten in diesem Zustand mehr Kohlenstoff als Zellulose, besonders bei den Nadelhölzern. Im lebenden Baum sind die Zellwandungen stets mit Wasser getränkt, dem sog. Imbibitionswasser.

2. Der Zellinhalt besteht außer dem schon erwähnten Wasser und Luft aus einer Reihe anderer organischer Stoffe: Gerbstoffe, Farbstoffe, Harze, Holzgummi, ätherische Öle, Fette und kohlenaurer Kalk, in Form von Lösungen oder Tröpfchen; auch mineralische Substanzen finden sich in den Wandungen und im Zellinhalt, die beim Verbrennen des Holzes als Asche zurückbleiben.

Stärke findet sich in verhältnismäßig großer Menge in Form von Körnern als Zellinhalt in dem Parenchym der Markstrahlen, neben dem aus Eiweißstoffen bestehenden Plasma und anderen Stoffwechselprodukten.

Bei vielen weichen Laubhölzern wandelt sich die Stärke während des Wachstumstillstandes in Öltropfen und Fett um, bei den harten Hölzern dagegen tritt diese Umwandlung nicht ein, so daß man Fett- und Stärkebäume unterscheidet.

3. Als mittlere prozentuale Zusammensetzung trockner und aschefrei gedachter Hölzer kann angenommen werden:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff	Asche	Wasser
Laubholz .	49,59	6,22	44,18	—	—
Nadelholz .	50,49	6,25	43,25	—	—
Beide Holz- arten . .	49,87	6,21	43,89	—	—
Lufttrocknes, aschenhal- tiges Holz	39,6	4,80	34,80	0,8	20

Der Stickstoffgehalt des Holzes beträgt 0,5—1,5%.

Laubhölzer enthalten durchschnittlich mehr Asche als Nadelhölzer. Am aschenreichsten ist die Rinde, und junge Zweige enthalten mehr als altes Stammholz. Die Asche des Holzes besteht in wechselnder Zusammensetzung vorwiegend aus Kalk, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, Kali, Natron und Magnesia.

Der Aschengehalt beträgt etwa bei: Fichte 0,21%, Kiefer 0,26%, Tanne 0,24%, Eiche 0,5%, Buche 0,5%, Birke 0,26%, Nußbaum 2,5%, Roßkastanie 2,8%, Kirsche 1,4%.

Es enthalten 100 kg trockener Substanz nach Abzug der Asche etwa:

Holzart	Kohlenstoff kg	Wasserstoff kg	Sauerstoff kg
1. Harte Hölzer.			
Eiche	50	6,06	43,94
Rotbuche	48,88	6,12	45,4
Weißbuche	48,84	6,19	44,97
2. Mittelharte Hölzer.			
Ahorn	49,80	6,31	43,89
Ulme	50,19	6,42	43,93
Esche	49,36	6,07	44,57
Birke	49,53	6,28	44,19
Föhre	50,65	6,19	43,16
3. Weiche Hölzer.			
Fichte	49,59	6,38	44,03
Edeltanne	50,83	6,26	42,91
Weide	48,84	6,36	44,80
Pappel	49,7	6,31	43,99

Zweiter Abschnitt.

Die physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Holzes.

1. Die physikalischen Eigenschaften des Holzes.

1. Die Farbe des Holzes, von gefärbten Pigmenten herührend, ist für die Unterscheidung der einzelnen Holzarten ein wichtiges Hilfsmittel und gibt auch Anhaltspunkte für die Güte und technische Brauchbarkeit. Wenn auch jeder Holzart eine bestimmte Färbung eigen ist, so zeigt

sie doch gewisse Unterschiede je nach dem Alter, dem Standort des Baumes und dem Klima, in dem der Wuchs erfolgte.

Ältere Bäume zeigen eine dunklere Färbung des Holzes als jüngere derselben Art, ebenso wird die Farbe nach der Verarbeitung dunkler. Gesundes Holz zeigt eine gleichmäßige Färbung, die um so lebhafter und frischer ist, je mehr die Bodenverhältnisse dem Wachstum des Baumes günstiger waren. Bei der Kiefer z. B. zeigt das auf Höhen gewachsene Holz eine rötliche, das in der Ebene gewachsene eine mehr gelbe Färbung; ersteres ist schwerer und fester, letzteres besitzt größeren Harzreichtum.

Das Splintholz ist meist am hellsten, von weißer, gelblicher, rötlicher oder grünlicher Tönung, Reifholz ist dunkler, noch dunkler das Kernholz, dessen Farbe für die Beurteilung maßgebend ist.

Die dunklere Färbung des Sommerholzes bei vielen Bäumen rührt von der höheren Dichtigkeit an diesen Stellen her, da sich hier auf die Flächeneinheit eine größere Menge Farbstoff verteilt findet.

Das dunkelbraune Kernholz des Walnußbaumholzes, das helle Braun der Eiche, das Gelbweiß der Pappel, das Braunrot der Zeder, das Tiefbraune oder Schwarze des Ebenholzes, während der Splint fast weiß ist, sind verlässliche Merkmale für das Bestimmen dieser Hölzer, wie überhaupt das Kernholz meist eine ausgesprochene Färbung hat.

Der Luft ausgesetztes Holz wird dunkler. Sonnenschein und wechselnde Feuchtigkeit tragen dazu bei, daß die dunklere Färbung tiefer in das Holz eindringt; andauernd unter Wasser befindliches Holz zeigt dieselbe Erscheinung, Fichtenholz wird dadurch dunkelgrau, Eichenholz dunkelbraun.

Abweichungen von der normalen Färbung einer Holzart

und sehr verschiedene Tiefe des Farbtones weisen auf ungünstige Erscheinungen hin, so schwarzblaue Färbung bei in Saft gefällten Nadelholzstämmen auf eine beginnende Zersetzung, ebenso die blaugraue Färbung des Splintholzes von gefälltem Kieferholz auf zu langsame Verdunstung im wasserhaltigen Splintkörper.

2. Die den Geruch des Holzes beeinflussenden Substanzen bilden keine Bestandteile des Holzes selbst. Der Atmosphäre ausgesetztes Holz vermindert oder verändert den ihm eigentümlichen Geruch sehr häufig, während einige Holzarten, wie das der Zeder, des Kampferbaums und mancher Fichtenarten, an jeder neuen Schnittstelle ihren starken und charakteristischen Geruch auch nach sehr langer Zeit beibehalten, wobei Kernholz meist einen kräftigeren Geruch besitzt als Splintholz; frisches Eichenholz riecht nach Gerbsäure, die meisten Nadelhölzer haben einen ausgesprochenen Harzgeruch.

Krankes oder faules Holz riecht fast stets mehr oder weniger muffig, wie z. B. der Geruch des in Zersetzung begriffenen Pappelholzes sehr unangenehm ist, eine Ausnahme bildet Eichenholz, das einen dem Heliotrop ähnlichen Geruch erhält.

3. Klang, Resonanz. Während man schon durch den dumpfen Klang eines auf den Stamm geführten Schlages in vielen Fällen auf krankes Holz im Stamminnern schließen kann, so müssen viele Umstände zusammentreffen, um Holz für die Verwendung von Musikinstrumenten brauchbar zu machen.

Wird einem Holzstück von geringer Dicke ein Schlag mit einem Hammer erteilt, so entsteht ein Ton, dessen Höhe von der Art und Gestalt des Holzes abhängt. Auch durch bloßes Vibrieren eines dünnen Brettes kann ein Ton erzeugt werden, auch schon dadurch, daß die Schwingung des

Brettchens durch einen in seiner Nähe erzeugten Ton hervorgerufen wird.

Der erzeugte Ton ist um so höher, je elastischer und um so tiefer, je schwerer das Holz ist. Die Fähigkeit eines geeignet geformten Brettes, den durch Anstreichen oder Anschlagen einer Saite erzeugten Luftschwingungen von verschiedener Länge, also verschiedener Tonhöhe, zu folgen, hängt wesentlich von der Gleichförmigkeit des Holzgefüges ab.

Alles Holz mit Fehlstellen, dessen Jahresringe sehr verschiedene Breite besitzen, und in dem Früh- und Sommerholz an Menge und im Gefüge sehr voneinander verschieden sind, zeigt jene Eigenschaften in sehr vermindertem Maße oder gar nicht; am vollkommensten sind dabei radiale Schnitte.

Fast alle Laubhölzer sind wegen der Unregelmäßigkeit des Baues, ihrer großen Porosität und den zahlreichen, starken Markstrahlen für die Wirkung der Resonanz unbrauchbar. Auch die hierfür brauchbaren Nadelhölzer müssen ganz trocken, harzarm, gleichmäßig feinjählig, völlig fehlerfrei und astrein sein, vor allem dürfen zwei stark ausgeprägte Schichten von Sommerholz nicht vorhanden sein.

Das in Tirol, dem Böhmer Wald, dem Bayerischen Wald wachsende Tannenholz, Fichten- und Haselfichtenholz hat die Eigenschaft der Resonanz in hohem Grade und wird daher meist für die Resonanzböden von Klavieren und Geigen verwendet, während für Seiten und oft auch Böden der letzteren vielfach ein hartes und sehr elastisches Ahornholz benutzt wird.

Gutes Holz mit hoher Resonanz darf möglichst nicht in die geforderte Form gebogen werden. Die Oberseite von Geigen wird aus etwas stärkerem Holz hergestellt, dessen

Fasern soweit wie möglich ihre natürliche Lage behalten müssen, um frei mitschwingen zu können.

Einer künstlichen Trocknung muß, um Holz für musikalische Zwecke brauchbar zu machen, eine sorgfältige, oft mehrere Jahre dauernde natürliche Trocknung vorhergehen.

Der Grund für die Erhöhung der Klangfarbe und Tonfülle alter Geigen liegt weniger im Alter des Holzes, als in der häufigen Benutzung, wodurch sich eine erhöhte Fähigkeit des Mitschwingens einstellt, in einer dadurch wahrscheinlich hervorgerufenen Änderung des Gefüges und in dem gleichmäßigen Mitschwingen aller Teile.

4. Das Raumgewicht, die Schwere des Holzes, das spezifische Gewicht. Die Dichtigkeit des Gefüges ist maßgebend für die Gewichtsverhältnisse der Hölzer, im allgemeinen ist das beste Holz dicht und schwer. Lage, Klima und Bodenverhältnisse spielen dabei eine wichtige Rolle. Tropische Länder erzeugen im allgemeinen die schwersten Hölzer, auch in südlicher, sonniger Lage gewachsenes Holz ist schwerer als das Holz in nördlicher und schattiger Lage, leichter Boden erzeugt auch leichtes Laub- und Nadelholz. Unter gleichen Verhältnissen ist das trockene Holz eines Laubbaumes im Winter nur 8—9% schwerer als im Sommer, das eines Nadelholzes etwa 5%.

Besteht der Zellinhalt eines Holzstücks vollständig oder zum größten Teil aus Wasser, so sinkt es im Wasser unter, schwimmt jedoch, wenn die meisten Zellen mit Luft gefüllt sind. Daraus erklärt sich auch, weshalb verschiedene Holzarten und auch gleiche Hölzer verschiedenen Alters nicht dieselbe Zeit gebrauchen, um im Wasser unterzusinken. Das Eigengewicht ist in grünem Zustand am größten, ein grüner Fichtenstamm z. B. sinkt sehr schnell, da die meisten seiner Zellen schon mit Flüssigkeit gefüllt sind, so daß das Eindringen von wenig Wasser genügt, sein Untersinken zu

veranlassen. Andere Hölzer von Kernholzbäumen, deren Zellen keine Flüssigkeit enthalten, schwimmen sehr lange Zeit, oft mehrere Jahre, ehe so viele Zellen mit Wasser angefüllt sind, daß Untersinken eintritt. Hölzer mit dickwandigen Holzzellen, deren Rauminhalt zu 60% oder mehr vom Holzgewebe gebildet wird, sinken unter allen Umständen im Wasser unter, gleichgültig, ob der Zelleninhalt aus Luft oder Wasser besteht; es ist das z. B. der Fall bei dem dunklen Sommerholz der Fichte und vielen tropischen Hölzern.

Für das Gewicht des Holzes sind daher im allgemeinen zwei Umstände maßgebend: die für ein bestimmtes Holz sich nicht ändernde eigentliche Holzmasse und der selbst im lebenden Baum schwankende Wasserinhalt, der sich auch durch Trocknen nur zum Teil beseitigen läßt. Der Vergleich des Gewichts von Hölzern kann daher nur dann als einigermaßen zuverlässig gelten, wenn der Feuchtigkeitsgehalt bis zu einem gewissen Grade entfernt ist.

In der Technik und dem Handel unterscheidet man das Grün- oder Frischgewicht mit etwa 50% Wasser im Splintholz und 15% Wasser im Kernholz, wie es beim Fällen der Bäume vorhanden ist, von dem Lufttrockengewicht mit 10—15% Wassergehalt, das sich bei längerem Aufbewahren des Holzes unter Dach in trockenen Räumen ergibt.

Unter Darrgewicht versteht man das Gewicht des bei 110° C künstlich getrockneten Holzes.

Für Handel und Verkehr ist meist das Lufttrockengewicht maßgebend. Das Gewicht ist von Bedeutung für die Beurteilung der Hölzer, auch in vielen Fällen für die Unterscheidung verschiedener Holzarten. Es läßt oft einen Schluß auf die Festigkeit des Holzes zu, wenigstens bei Hölzern derselben Art, so daß ein Stück Eichenholz von

größeren Gewicht im allgemeinen größere Festigkeit besitzt als leichteres, während auf gleiche Trockenheit gebracht gleichschweres Fichtenholz verschiedener Stämme auch annähernd gleiche Festigkeit besitzt. Auch für die Härte ist das Gewicht ein guter Beurteilungsmaßstab.

Im Forstwesen und Holzhandel heißt das Kubikmeter bei rechtwinklig geschnittenem Holz bzw. als zusammenhängende feste Holzmasse: Festmeter, fm, Ster bei geschichtetem Scheit-, Stock-, Knüppel- oder sonstigem wenig oder nicht bearbeitetem Rundholz mit den beim Schichten unvermeidlichen Zwischenräumen Raummeter. 1 Raummeter Scheitholz ist in bezug auf die Holzmasse = ca. 0,7 cbm, 1 Raummeter Stock- und Knüppelholz = ca. 0,45 cbm.

Das Raummgewicht eines Holzes wird entweder aus dem Gewicht sauber bearbeiteter, rißfreier Proben berechnet oder durch Eintauchverfahren nach der verdrängten Wassermasse durch besondere Apparate, wie das Präzisionsxyloimeter von Friedrichs. Dünne scheibenförmige Proben sind hierbei durch Bestreichen mit Leinöl oder durch Eintauchen in eine Lösung von Paraffin und Benzol gegen das Eindringen von Wasser zu schützen.

Die Gewichtszunahme durch die Aufnahme von Wasser beträgt z. B. bei: Weißbuchenholz etwa 60%, Rotbuchenholz 63—99%, Eichenholz 60—91%, Erlenholz 136—163%, Fichtenholz 70—166%, Pappelholz 210%. Man unterscheidet sehr leichte, leichte, ziemlich leichte, mittelschwere, schwere und sehr schwere Hölzer.

Die leichtesten Holzarten sind Korkholz vom spez. Gewicht 0,24, und das Holz des Balsabaumes, spez. Gewicht 0,13, der im tropischen Amerika, den westindischen Inseln und Zentralamerika vorkommt. Das schwammige Holz von sehr gleichmäßigem Gefüge findet als Isoliermittel in Eisschränken und Gefrierhäusern Verwendung.

Die Holzfaser an sich hat ungefähr ein spezifisches Gewicht von 1,5.

Das spezifische Gewicht verschiedener Holzarten beträgt für:

	Grügewicht		Lufttrocken	
	Grenzwerte	Mittel	Grenzwerte	Mittel
1. Sehr leichte Hölzer.				
Fichte	0,40—1,07	0,74	0,35—0,6	0,47
Linde	0,58—0,87	0,72	0,32—0,59	0,45
Schwarzpappel . . .	0,61—1,07	0,84	0,39—0,59	0,49
2. Leichte Hölzer.				
Weißtanne	0,77—1,23	1,0	0,37—0,75	0,56
Kiefer	0,38—1,08	0,73	0,31—0,80	0,55
Roßkastanie	—	—	—	0,58
Erle	0,63—1,01	0,82	0,42—0,68	0,55
Weide	—	0,79	0,49—0,59	0,54
Wacholder	—	1,1	—	0,50
3. Ziemlich leichte Hölzer.				
Schwedische Kiefer	—	—	—	0,68
Ulme (Rüster) . . .	0,78—1,18	0,98	0,56—0,82	0,69
Ahorn	0,83—1,05	0,93	0,53—0,81	0,67
Birke	0,80—1,09	0,95	0,51—0,77	0,64
Lärche	0,52—1	0,76	0,44—0,80	0,62
Birnbaum	0,96—1,07	1,02	0,61—0,73	0,67
4. Mittelschwere Hölzer.				
Esche	0,70—1,14	0,92	0,54—0,94	0,74
Apfelbaum	0,95—1,26	1,1	0,66—0,84	0,75
Nußbaum	0,91—0,92	0,92	0,60—0,81	0,70
Rotbuche	0,9—1,12	1,02	0,66—0,83	0,74
Zwetsche	0,87—1,17	1,02	0,68—0,9	0,79
Akazie	0,75—1	0,88	0,58—0,85	0,72
Eberesche	0,87—1,13	1	0,69—0,89	0,70
Weißbuche	0,92—1,25	1,12	0,62—0,82	0,72
Hickory	1,33	—	0,6—0,9	0,75

	Grüengewicht		Lufttrocken	
	Grenzwerte	Mittel	Grenzwerte	Mittel

5. Schwere Hölzer.

Pechkiefer(Pitchpine)	—	—	0,83—0,85	0,84
Sommereiche	0,93—1,28	1,1	0,69—1,03	0,86
Steineiche	—	—	0,71—1,07	0,89
Stringybark	0,88—1,05	0,96	0,77—0,82	0,80
Jarrah	bei 30° C getrocknet:		0,73—0,94	0,83
Mahagoni	—	—	0,56—1,06	0,81
Berberitze	—	1,1	—	0,81
Eibe	—	1,03	—	0,84

6. Sehr schwere Hölzer:

Turpentine	—	1,10	—	0,91
Palisander	bei 30° C getr.:		—	0,91
Karri	—	1,15	0,73—1,09	0,91
Red gum	—	1,04	—	0,94
Jarrah	—	—	0,83—1,15	0,99
Blackbutt	—	1,05	0,912—1,067	0,98
Spotted gum	—	1,07	—	0,96
Grenadilholz	—	—	—	0,93
Teakholz	—	—	—	0,90
Tallow wood	—	—	0,94—1,23	1,08
Eisenholz	—	—	1,036—1,14	1,09
Ebenholz	—	—	—	1,26
Pockholz	—	—	1,17—1,39	1,28
Buchsbaum	—	—	1,20—1,26	1,23
Königsholz	—	—	—	1,02

Durchschnittlich besitzen die Hölzer folgende spezifische Gewichte:

	Sehr leicht	Leicht	Ziemlich schwer
Bei 60° C getrocknet .	0,40—0,49	0,50—0,59	0,60—0,69
„ 110° C gedarrt . . .	0,30—0,40	0,40—0,50	0,50—0,60

	Mittelschwer	Schwer	Sehr schwer
Bei 60° C getrocknet .	0,70—0,79	0,86	0,90
„ 110° C gedarrt. . .	0,60—0,70	0,70—0,80	0,80 und höher.

Bezieht man das Gewicht auf den Rauminhalt, so kann man etwa für 1 cbm annehmen für:

sehr leichte	leichte	mittelschwere	schwere	sehr schwere Hölzer
290—380 kg	385—480 kg	480—580 kg	580—675 kg	675—770 kg

5. Die Härte bedeutet den Widerstand, den das Holz dem Eindringen eines anderen Körpers von außen entgegensetzt.

Die Messung der Härte kann entweder vergleichsweise durch die Kraft gemessen werden, die eine Einkerbung von bestimmter Tiefe hervorbringt, oder durch den Widerstand, den ein senkrecht zur Achse des Stammes einer gesunden Eiche geführter Sägeschnitt als Einheit genommen, bei verschiedenen Holzarten findet. Durch Versuche hat sich hieraus ergeben, als Widerstand von: Birke 1,48, Linde 1,81, Weide 1,81, Silberpappel 1,81, Weißbuche 1,81, Rotbuche 0,97, Tanne 0,54, Fichte 0,58, Kiefer 0,51.

Unter weichen Hölzern sollen diejenigen verstanden werden, bei denen eine Einkerbung von 1,15 mm Tiefe von einer unter 100 kg/qcm betragenden Kraft erzeugt wird. Dahin gehören weitaus die meisten Nadelhölzer, sowie Pappel und Kastanie. Eine Kraft von 110—160 kg/qcm ist für mittelharte Hölzer erforderlich, wie bei den leichteren Arten der Birke und den harten Nadelhölzern. Harte Hölzer, wie Eiche, Walnuß, Ulme, Buche, Sykomore, erfordern einen Kraftaufwand von 160—220 kg/qcm, während sehr harte Hölzer, wie sehr gutes Eichenholz, har-

tes Ahornholz, Hickory, eines Kraftaufwandes für die Einkerbung von mehr als 220 kg/qcm bedürfen.

In der Regel bezeichnet man als:

sehr weiche Hölzer: Pappel, Linde, Zirbelkiefer;

weiche Hölzer: Erle, Kiefer, Fichte, Tanne, Birke;

harte Hölzer: Esche, Ulme, Eiche, Ahorn, Birnbaum, Rotbuche, Nußbaum, Kirsche;

sehr harte Hölzer: Buchsbaum, Apfelbaum, Hartriegel, Weißbuche, Pockholz, Ebenholz und viele andere tropische Hölzer.

Auch in dem einzelnen Stamm ist die Härte sehr verschieden, Splintholz ist weicher als Kernholz, und in ein und demselben Stamm ist das nach dem unteren Stammende hin liegende Holz härter, als das nach dem oberen Stammende hin gelegene, und bei vielen Holzarten ist in demselben Jahresring das Spätholz härter als das Frühholz.

Im allgemeinen zeigt Holz in der Richtung der Holzfasern eine größere Härte als quer zu ihnen. Durch höheren Feuchtigkeitsgehalt wird Holz weicher, so daß Trocknen die Härte erhöht.

Deckenbalken und Dachstühle werden aus weicheren Hölzern hergestellt, während harte Hölzer vorzugsweise für den Ausbau von Gebäuden Verwendung finden.

6. Wassergehalt. Das Vorkommen des Wassers im Holz kann in drei Formen auftreten. Zunächst bildet es den weitaus größten Teil (über 90%) des Inhalts der lebenden Zelle, als Imbibitionswasser, ferner kann es, mit der relativen Feuchtigkeit der Luft im Gleichgewicht stehend, in den Zellenwandungen bis zur Sättigung vorhanden sein, sog. hygroskopisches Wasser, und endlich kann es auch ganz oder teilweise das Innere der nicht mehr lebenden Zelle, der Holzfasern usw. ausfüllen. Das Imbibitionswasser unterliegt der Verdunstung, das hygroskopische

Wasser kann nur durch künstliche Trocknung oder Temperaturerhöhung beseitigt werden. Nach Verdunstung des Imbibitionswassers ist das Holz lufttrocken, besitzt aber noch einen von dem Feuchtigkeitsgrad der Luft, der Temperatur und der Art des Holzgefüges sehr schwankenden Feuchtigkeitsgrad, der einem Wassergehalt von 15—20% entsprechen kann, aber selbst in den einzelnen Teilen des Baumes starken Schwankungen unterworfen ist. Im Kernholz der Fichte z. B. werden nur die Zellwandungen mit Wasser gesättigt, während es im frischen Splintholz in allen drei Formen auftritt. Hier sind etwa 15—17% des Gesamtgewichts des Wassers in den Zellwandungen enthalten, 2,5% bilden den Zellinhalt und 30% füllen die Hohlräume der Holzfasern aus, meist als Saft bezeichnet. Der aus dem Boden in das Holz gelangende Saft enthält stets geringe Beimengungen von mineralischen Salzen und zu gewissen Zeiten, wie z. B. beim Ahorn und der Birke, einen geringen Prozentsatz organischer Bestandteile, wie Zucker usw. Diese letzteren dienen, wenn auch nur in sehr kleiner Menge vorhanden und in den Markstrahlen aufgespeichert, als die Nahrung für den Winter. Ausströmen von Saft tritt beim Anschneiden nur bei wenigen Bäumen ein. Aus geschnittenen Brettern, Bauholz usw. fließt niemals Wasser aus, das in ihnen enthaltene kann nur durch Verdampfen entfernt werden.

Das nächst der Rinde liegende Holz enthält das meiste Wasser, das bei Splintholzbäumen nach dem Mark hin abnimmt. In Kernholzbäumen bildet der Übergang von Splintholz zum Kernholz auch meist die Grenze für den Wassergehalt, der in den Wurzeln am größten, in den Zweigen wieder höher ist als im Stamm und in dessen höher gelegenen Querschnitten größer als in weiter nach unten liegenden.

Alte Bäume sind wasserärmer als junge.

Frisch gefällttes Holz hat einen der Hälfte oder noch mehr seines Gesamtgewichts gleichkommenden Wassergehalt, bei Nadelbäumen etwa 57%, bei weichem Laubholz etwa 52%, bei hartem Laubholz etwa 42%.

In 100 Teilen frisch gefällten Holzes sind durchschnittlich an Wasser enthalten bei:

		Mittel			Mittel
Kiefer . .	40—54 0/0	47 0/0	Birke .	24—53 0/0	38 0/0
Fichte . .	40—57 0/0	47 0/0	Weide	30—49 0/0	39 0/0
Linde . .	36—57 0/0	46 0/0	Buche	20—43 0/0	32 0/0
Pappel . .	43—61 0/0	52 0/0	Ahorn	27—49 0/0	38 0/0
Lärche . .	17—60 0/0	38 0/0	Eiche .	22—39 0/0	31 0/0
Erle . . .	33—58 0/0	45 0/0	Ulme .	24—44 0/0	34 0/0
Roßkastanie	37—52 0/0	45 0/0	Esche	14—32 0/0	24 0/0
Jarrah . .	etwa 50 0/0	—	Karri .	54—60 0/0	—

Der Wassergehalt gefällter Baumstämme beträgt in waldtrockenenem Zustande etwa 25% und sinkt, wenn es gegen Nässe und Sonnenschein geschützt gelagert ist, auf 15—20%.

Lufttrockenes Holz von Nadelbäumen hat etwa 8 bis 12%, von Laubbäumen etwa 17% Wassergehalt, schwere Eukalyptusarten 15—16%.

Bei dichtem und hartem Holz erfolgt die Wasserabgabe langsamer als bei weichen Holzarten. Durch Eintauchen in Wasser kann dem lufttrockenen Holz der ganze Wassergehalt des grünen Zustandes wieder zugeführt werden.

Die Ermittlung des Feuchtigkeitsgrades in Hundertteilen des vollständigen Trockengewichts soll an etwa 2—5 cm starken Scheiben erfolgen, die möglichst nahe der Bruchstelle quer zur Probe mit der Handsäge zu entnehmen sind. Die Trocknung ist bei 95—98° C so lange fort-

zusetzen, bis ein höchster Unterschied von 0,3% des Trockengewichts festzustellen ist.

Die gewöhnliche Einwirkung der Luftfeuchtigkeit im Freien wird durch Anstriche mit Leinölfirnis, guten Ölfarben, Karbolineum, Holzteer usw. beseitigt, vorher soll das Holz natürlich oder künstlich getrocknet sein.

7. Der Einfluß der Schwankungen des Wassergehaltes. Durch den Wechsel des Wassergehaltes im Holz findet eine beständige Änderung seines Rauminhaltes statt



Abb. 15.



Abb. 16.



Abb. 17.

und die dadurch hervorgerufenen Erscheinungen werden als das Arbeiten des Holzes bezeichnet, das sich in verschiedener Form äußern kann, wie Schwinden, Quellen, Reißen, Werfen, Windschiefwerden.

a) Das Schwinden des Holzes, d. h. die Verkleinerung des Holzvolumens beim Trocknen ist darin begründet, daß die Wandungen der einzelnen Holzfasern dünner werden (Abb. 15, 16), ebenso die Dicke der ganzen Faser, während die Länge unverändert bleibt, der Hohlraum (Lumen) sogar größer wird; bei Holzfasern mit dünnen Wandungen tritt, wenn auch in geringerem Maße, dieselbe Erscheinung auf. Die Wasseraufnahme einer solchen Zelle erfolgt nur in der Wandung, wodurch sie ihre anfängliche Größe wieder annimmt, so daß der Inhalt der Zelle selbst keinen Einfluß auf ihre Größenänderung hat, ganz gleichgültig, ob man es mit Splint- oder Kernholz zu tun hat.

Besteht nun ein Querschnitt aus mehreren, der Größe nach ziemlich gleichen Zellen (Abb. 17), so findet nach den

beiden aufeinander senkrecht stehenden Richtungen ab und bd eine ziemlich gleichmäßige Verkürzung statt. Anders ist es aber, wenn ein Querschnitt aus Zellreihen sehr verschiedener Wandstärke zusammengesetzt ist (Abb. 18).

In diesem Falle ändern sich die Abmessungen der dickwandigen Zellen in höherem Maße als die der dünnwandigen,

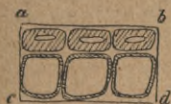


Abb. 18.



Abb. 19.



Abb. 20.

so daß der Querschnitt seine Abmessungen in verschiedener Richtung auch verschieden stark ändert (Abb. 19).

In allen Hölzern aber sind Zellen mit dünnen und dickeren Wandungen durcheinander angeordnet, wie es z. B. beim Früh- und Spätholz der Fall ist, so daß beim Austrocknen stets das Bestreben zur Formänderung vorhanden ist.

Die Feuchtigkeitsabgabe an den Enden eines längeren Holzstückes ist größer als an den Längsflächen, so daß das Schwinden in verschiedenem Maße stattfindet.



Abb. 21.



Abb. 22.

Hat sich z. B. in einem Stück Holz (Abb. 20) die Breite ab verkürzt, während in einem geringen Abstand davon die ursprüngliche Breite noch vorhanden ist, so müßte eine Krümmung der seitlichen Wandungen eintreten (Abb. 21), der aber die Starrheit der Holzteilchen entgegenwirkt, und die dadurch auftretenden Beanspruchungen führen zu den in Abb. 22 gezeichneten Endrisse. Bei sich steigender

Austrocknung wird auch die Strecke cd kürzer, die voneinander getrennten Teile der Endfläche nähern sich einander und die Endrisse verschwinden wieder.

Je schneller das Austrocknen an der Oberfläche erfolgt, desto größer muß auch der Unterschied im Feuchtigkeitsgehalt der einzelnen Teile sein, desto größer auch die auftretenden Beanspruchungen und die entstehenden Risse. Das zeigt sich besonders deutlich, wenn grünes Holz in die Sonne oder noch besser in einen heißen Darrofen gelegt wird. Während aber die meisten der kleineren Risse sich nach und nach wieder schließen, bleiben größere radiale Risse und werden im Verlauf des Trocknens sogar größer, ihre Ursache aber ist eine andere.



Abb. 23.

Die zeitweiligen Risse treten nicht nur an den Endflächen auf (Abb. 23), sondern, wenn auch in geringerem Maße, an den Seitenflächen, besonders an denjenigen starker Bretter aus harten Hölzern.

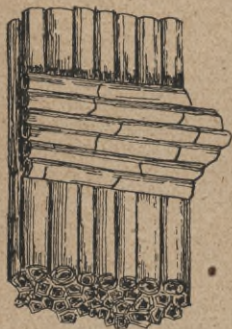


Abb. 24. Lagerung der Markstrahlen im Eichenholz.

Beim Austrocknen schrumpfen die Faserbündel der Markstrahlen (Abb. 24) stark, aber in senkrechter Richtung ihres Längenverlaufes, mithin parallel zu der Richtung der Holzfasern, in denen diese am geringsten oder gar nicht schwinden, wodurch starke Beanspruchungen in den Markstrahlen auftreten müssen; andererseits aber ist umgekehrt derselbe Einfluß von den Holzfasern auf die Markstrahlen vorhanden.

Durch diese senkrecht aufeinander stehenden Beanspruchungen aber tritt eine Trennung zwischen

Holzfasern und Markstrahlen ein und nicht immer sichtbare Risse im Holz sind die Folge.

Nach der Richtung der Längsachse des Baumes schwinden die Hölzer wegen Schwindens der Markstrahlen nach ihrer Längsrichtung in sehr geringem Maße, bei Nadelhölzern etwa 0,1%, bei Laubhölzern 0,2—0,3%, so daß man bei Bauholz z. B. darauf keine Rücksicht zu nehmen braucht. Dagegen schwinden die Holzfasern in derselben Richtung stark.



In dem Unterschied des Schwindens in der Richtung längs dem Radius und längs der Tangente liegt die Ursache der beim Austrocknen der Hölzer auftretenden Mißstände.

Außerdem findet das starke Schwinden in tangentialer Richtung, in der Richtung der Sehne etwa 8%, noch dadurch seine Begründung, daß die stark schwindenden Fasern des Spätholzes in der Richtung des Radius durch sehr poröses Frühholz durchbrochen sind, während sie in tangentialer Richtung ohne Unterbrechung laufen, und daher liegt das Bestreben für jedes Bündel der Holzfasern vor, so zu schrumpfen, als ob das ganze Holzstück nur aus Spätholz bestände. Da außerdem dieses den größeren Teil der Holzmasse ausmacht, so überwiegt das Bestreben tangentialen Schwindens, während das Schwinden in der Richtung des Halbmessers 3—4% ausmacht.

Bei einem in zwei Teile gesägten Stamm werden die flachen Seiten konvex (Abb. 25), ein Balken hat das Bestreben, in der Mittellinie jeder Seite zu reißen (Abb. 26), ein zu Brettern zerschnittener Stamm nimmt die in Abb. 27 dargestellte Gestalt in den einzelnen Brettern an, weil, wie

erwähnt, das Schrumpfen in tangentialer Richtung größer ist. Abb. 28 zeigt die Formänderung durch Schwinden bei einem Kernbrett, Abb. 29 bei einem Seitenbrett, Abb. 29a die Schwundverhältnisse bei frischgeschlagenem Holz.



Abb. 28 u. 29. Schwinden eines Seitenbrettes und eines Kernbrettes.

In der Praxis spricht man bei Rundholz oder vierkantig behauenen Stämmen von Strahlenrissen, die vom Splint aus nach dem Kern des Holzes gehen und die bei der Ruster, Eiche und anderen Harthölzern vielfach an den Enden auftreten, von Kernrissen, die bei gespaltenem Rundholz vom

Kern zum Splint verlaufen, manchmal nur in einer Linie oder auch in Kreuzform. Sogenannte Sternrisse gehen als Halbmesser vom Herz des Holzes aus. Unter Kernspaltung versteht man das oben und unten erfolgende Aufreißen eines aus dem Kernholz geschnittenen Brettes, während Seiten-



Abb. 29a.
Schwundverhältnisse bei frisch geschlagenem Holz.



Abb. 30. Windschiefes Brett.

bretter sich von der Kernseite wegkrümmen. Ist ein gleichmäßiges Schwinden nicht möglich oder wird das Holz von drehwüchsigen Stämmen zu Schnittware verwendet, so dreht sich das Holz, es wird windschief (Abb. 30).

Bei Rissen parallel zur Faserrichtung an der Oberfläche spricht man von Luftrissen oder Trockenrissen.

Was das Schwinden der verschiedenen Bestandteile des Holzes anlangt, so ist zu bemerken, daß Splintholz stärker schwindet als Kernholz, jüngeres Holz mehr als älteres; jedoch kann es vorkommen, daß sehr schweres Kernholz dies in stärkerem Maße tut als leichtes Splintholz.

Der Wassergehalt läßt keinen Schluß auf die Größe des Schwindens zu, da sich das meiste Wasser ja in den Hohlräumen der Zellen befindet.

Nadelhölzer mit ihrem regelmäßigeren Bau trocknen und schwinden gleichmäßiger als Laubhölzer, besonders Eichenholz gibt besonders leicht Anstände.

Um das „Arbeiten“ des Holzes zu vermeiden, müssen alle Hölzer besserer Qualität vor der Verarbeitung sorgfältig im Darrofen getrocknet werden. Stärkere Holzteile werden durch das Aufeinanderleimen verschiedener Holzstücke hergestellt, größere Flächen durch Herstellung von Rahmen und Füllung oder indem kleinere, verbundene Stücke mit Furnier bedeckt werden. Wiederholtes Aufquellen vergrößert die mit dem Austrocknen verbundenen Übelstände, weshalb einmal getrocknetes Holz sorgfältig gegen das Eindringen neuer Feuchtigkeit geschützt werden muß.

Schon vor dem Fällen der Stämme sucht man das Schwinden durch langsames Austrocknen zu bekämpfen, indem man die Stämme im Frühjahr entrindet und den Baum bis zur Fällungszeit im Herbst stehen läßt, oder indem man seine Lufttrocknung dadurch bewirkt, daß man die Stücke des gefällten und zerlegten Stammes so aufstapelt, daß sie sich weder unter sich, noch mit der Erde berühren.

Die Größe des Schwindmaßes verschiedener Holzarten zeigt die folgende Zusammenstellung.

Holzart	Größe des Schwindens in Prozent der ursprünglichen Länge		
	in der Achse	in der Richtung des Halbmessers	in der Sehne
Ahorn	0,072	3,35	6,59
Apfelbaum	0,109	3	7,39
Birke	0,222	3,86	9,3
„ , russische	0,065	7,19	8,17
Birnbaum	0,228	3,94	12,7
Buchsbaum	0,026	6,02	10,20
Ebenholz	0,010	2,13	4,07
Eiche, jung	0,4	3,90	7,55
„ , alt	0,13	3,13	7,78
Erle	0,369	2,91	5,07
Esche, jung	0,18—0,821	4,05	2,6—11
„ , alt	0,187	3,84	7,02
Fichte (Rottanne)	0,076	1,1—2,48	2—7,3
Guajak (Pockholz)	0,625	5,18	7,50
Kiefer (Föhre)	0,08—0,2	0,6—3,04	2—5,72
Kirschbaum	0,112	2,85	6,05
Lärche	0,075—0,1	2,17—2,3	4,3—6,3
Linde	0,208	7,79	11,50
Mahagoni	0,11	1,09	1,79
Nußbaum	0,223	3,53	6,25
Pappel	0,125	2,59	6,40
Pflaumenbanm	0,025	2,02	5,22
Roßkastanie	0,088	1,84	5,82
Rotbuche	0,2	2—6	7—11
Weißtanne, jung	0,122	2,91	6,72
„ , alt	0,086	4,82	8,13
Ulme (Rüster)	0,014—0,124	1,2—2,94	2,7—6,22
Weide	0,697	2,48	7,31
Weimutskiefer	0,16	1,8	5
Weißbuche	0,4	6,66	10,3
Zeder	0,017	1,3	3,38

Um Schwinden des Holzes zu vermindern, hat man folgende Verfahren vielfach mit Erfolg angewendet. Man legt die Hölzer 8 Tage lang in konzentrierte Salzlösung oder imprägniert sie mit geschmolzenem Paraffin bei etwa 160° C, in das man sie 5 Minuten eintaucht, worauf man

sie abtropfen läßt. Größere Gegenstände kann man auch mit geschmolzenem Paraffin so lange anstreichen, bis es vom Holz nicht mehr angenommen wird.

Im allgemeinen gibt es nur zwei Mittel, um dem Reißen des Holzes zu begegnen: die Verwendung möglichst trockenen, älteren Holzes und eine technisch richtige, dem jeweiligen Zwecke genau angepaßte Konstruktion.

b) Das Quellen des Holzes. Trockenes Holz nimmt durch Eintauchen in Wasser, Behandlung mit Dampf nahezu die vor dem Trocknen vorhanden gewesene Gestalt wieder an und schwindet beim Trocknen wieder. Die Wasseraufnahme erfolgt beim Splintholz schneller als beim Kernholz. Dadurch, daß man Holz Trockentemperaturen unter 90° C aussetzt, läßt sich weder die Wasseraufnahme noch das Schwinden beseitigen, denn erst bei so hohen Temperaturen, bei denen das Holz nahezu zu verkohlen anfängt, hören diese Neigungen auf. Wenn auch das Quellen dem Augenmaße nach nicht bedeutend ist, so entwickelt das Holz dabei außerordentliche Energie.

	Wasseraufnahme bis zur vollen Sättigung in der Richtung der:			Zunahme in % nach	
	Länge %	des Halbmessers %	der Sehne %	Volumen	Gewicht
Fichte	0,076	2,4	6,18	4,4—85	70—166
Tanne	0,104	4,82	8,13	3,6—7,2	83—123
Lärche	0,075	2,17	6,3	—	—
Kiefer	0,12	3,04	5,72	—	—
Ulme	0,124	2,94	6,22	9,7	102
Esche, jung	0,281	4,05	6,56	—	—
„ , alt	0,187	3,84	7,02	7,5	70
Buche	0,2	5,03	8,06	9,5—11,8	63—99
Sommereiche, jung	0,4	3,9	7,55	—	—
„ gedämpft	0,32	2,66	5,59	5,5—7,9	60—91
„ alt	0,13	3,13	7,78	—	—

Die meisten Weichhölzer nehmen innerhalb 48 Stunden etwa 20—25% Wasser auf, jedoch ist die Wasseraufnahme noch nach 2—3 Monaten noch nicht beendet, während Harthölzer weit weniger, 5—20% ihres Rauminhalts an Wasser aufnehmen.

Eichen- und andere harte, im Darrofen schnell getrocknete Hölzer erhalten durch die schnellere Feuchtigkeitsentziehung außen eine allerdings meist mit vielen Rissen durchsetzte dichtere Oberfläche, wobei das innere Holz bei längerer Trocknung Risse in der Richtung der Markstrahlen erhält.

Holz, das beim Schwinden in gebogene Form gebracht wurde, setzt dem Wiedergeradestrecken einen großen Widerstand entgegen.

II. Die mechanischen (Festigkeits-) Eigenschaften des Holzes.

1. Elastizität oder Federkraft, d. h. das Bestreben der festen Körper, ihre durch äußere Kräfte veränderte Gestalt nach dem Aufhören der Wirkung der Kräfte wiederherzustellen, und die für die Verwendbarkeit des Holzes für Bauzwecke von großer Wichtigkeit ist, wird durch den Dehnungskoeffizienten bestimmt, d. h. den Bruchteil der Länge, um den ein Stab von 1 qcm Querschnitt durch 1 kg verlängert wird, wobei jedoch die Verlängerung, also auch die Belastung, nicht über einen bestimmten Wert hinausgehen darf, die Elastizitätsgrenze, wenn die Wiederannahme der ursprünglichen Gestalt gesichert sein soll.

Durch den anatomischen Bau des Holzes begründet ist die Elastizität eine verschieden große, je nachdem das Holz nach seiner Faserrichtung, senkrecht zu dieser oder in den Jahresringen beansprucht wird. Holz ist am wenigsten elastisch, wenn die Flächen der Jahresringe senkrecht

zu der Belastung liegen. In den Fasern verworfenes oder knotiges Holz ist weniger elastisch als reines Holz, wobei ein Knoten, der sich auf derjenigen Seite des Holzes befindet, die Druckbeanspruchung auszuhalten hat, weniger schädlich wirkt, als wenn er auf der gezogenen Seite liegt. Jeder aus dem mittleren Teil eines Stammes geschnittene größere Balken enthält Knoten und dabei ist ein großer Teil seiner Masse schief oder quer zu der Richtung der Holzfasern (Abb. 31) geschnitten; er wird daher stets eine verhältnismäßig geringere Elastizität besitzen als kleinere, aber reine Stücke.

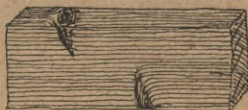


Abb. 31. Knotiges Holz.

Schwere Hölzer derselben Art sind im allgemeinen weniger elastisch als leichtere, obgleich hier viele Ausnahmen vorhanden sind; so z. B. zeigt sich Lärchenholz weniger elastisch als das der Eiche, ebenso ist das schwerere Hickoryholz elastischer als z. B. Fichtenholz.

Auch der Feuchtigkeitsgehalt hat hier großen Einfluß, wenn man Holz derselben Art vergleicht. Grünes Fichtenholz zeigt z. B. nur zwei Drittel der Elastizität von trockenem.

Innerhalb ein und desselben Stammes ist das nach dem Zopfende hin befindliche Holz elastischer als das nach dem Stammende hin liegende, und Balken, die viel Spätholz enthalten, zeigen sich weniger elastisch, als solche mit weniger. Bei alten Nadelhölzern ist das Splintholz am wenigsten elastisch, bei harten Hölzern dagegen ist meist das Umgekehrte der Fall.

Bei unter höherer Temperatur gedarrten Hölzern liegt die Elastizitätsgrenze oft sehr nahe der Bruchgrenze und diese ist selbst bei denselben Holzarten sehr verschieden, da Standort, Boden- und klimatische Verhältnisse, die Fällungszeit usw. großen Einfluß ausüben. Der Dehnungs-

koeffizient in der Faserrichtung beträgt bei Holz im Mittel etwa 1:114000.

2. Die Festigkeit, d. h. der Widerstand, den das Holz der Trennung seiner Teile durch äußere Kräfte entgegensetzt, ist im allgemeinen um so größer, je größer die Dichtigkeit ist, daher ist Kernholz fester als Splintholz, wenn nicht andere die Festigkeit beeinträchtigende Umstände, z. B. Kurzfaserigkeit, Vorhandensein eingewachsener Äste usw. vorliegen. Trockenholz ist tragfähiger als frisches, wie überhaupt Festigkeit und Feuchtigkeitsgehalt des Holzes in engem Zusammenhang stehen.

Außerdem spielt die Art, Entnahme und Gestalt der für Festigkeitsuntersuchungen zugrunde gelegten Probestücke eine wichtige Rolle, so daß die erhaltenen Versuchswerte in weitem Maße voneinander abweichen und sich sogar häufig widersprechen.

Zusammenstellung der Festigkeitszahlen vgl. S. 46.

a) Zugfestigkeit. Die Zugfestigkeit des Holzes wird wesentlich durch den Verlauf der Fasern bedingt, wobei diejenige längs und quer zu den Fasern unterschieden werden muß. Besonders sind es die Markstrahlen (Abb. 24), die stets einen großen Teil des Holzes bilden, aber nur $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ der Zugfestigkeit der eigentlichen Holzfasern besitzen und auch den regelmäßigen Verlauf der Holzfasern stark beeinträchtigen und zur Schwächung des Holzes beitragen.

Ein Holz mit völlig verworfenen Fasern kann nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ der Zugbeanspruchung aushalten, wie ein solches mit geradem Faserverlauf. Hierdurch erklärt sich auch der schädliche Einfluß von Knotenbildungen im Holz auf seiner unteren Seite, die wie bei Holz mit verworfenen Fasern der Zugbeanspruchung weniger Widerstand bieten, und das um so mehr, wenn sich in der Knotenbildung Trockenrisse befinden.

b) Druck- und Knickfestigkeit. Die Druck- und Knickfestigkeit werden stets auf die Faserrichtung bezogen, wobei die Festigkeit der Holzfasern sich ähnlich wie die hohler Säulen verhält. Wird die Belastung zu groß, so findet z. B. bei Nadelhölzern die Zerstörung in der Weise statt, daß die Fasern ihren Zusammenhang unter sich verlieren und sich wie voneinander unabhängige Stücke verhalten. Ähnlich wie bei den Drähten eines Drahtseils findet eine Durchbiegung statt und das ganze Holzstück biegt sich damit ebenfalls seitlich aus. Auch bei Druckbeanspruchung üben schiefer Verlauf der Fasern, Knotenbildung und das Vorhandensein der Markstrahlen schwächenden Einfluß aus.

Zug- und Druckfestigkeit verhalten sich durchaus nicht immer proportional. Die weniger elastischen Nadelhölzer bieten größeren Widerstand gegen Druck, die zäheren Harthölzer gegen Zug.

Bei Laubhölzern tritt Zerknicken ein, wenn die Länge den Durchmesser um etwa das 5- bis 8fache übersteigt, bei Nadelhölzern um das 10- bis 14fache.

c) Biegungsfestigkeit. Alle Eigenschaften des Holzes, die auf seine Elastizität Einfluß besitzen, kommen auch in bezug auf die Biegungsfestigkeit zur Geltung, die durch höheren Feuchtigkeitsgehalt vermindert, durch Trocknen erhöht wird. Harte Hölzer zeigen größere Biegungsfestigkeit als Nadelhölzer.

Von der Biegungsfestigkeit muß jedoch die *Bi e g s a m k e i t* unterschieden werden, die im Gegensatze zur Sprödigkeit aufgefaßt werden muß; so z. B. zeigt Hickoryholz große Bi e g s a m k e i t, während Fichtenholz spröde ist. Die Bi e g s a m k e i t hängt eng mit der Elastizität zusammen, jedoch bedingt die eine nicht immer die andere Eigenschaft. Während Eschen- und Hickoryholz z. B. außerordentlich hohe Steifigkeit besitzen,

gehören sie doch zu den Holzarten, die am allerbiegsamsten sind. Im allgemeinen zeigen Harthölzer größere Biegsamkeit als Nadelhölzer, Holz aus dem Zopfende eines Stammes steht an Biegsamkeit dem aus dem Stammende nach.

Gehalt an Feuchtigkeit trägt meist zur Erhöhung der Biegsamkeit bei. Verwerfung der Fasern und Knaggen setzen die Biegsamkeit herab, während bei Ulmen und Eschen, trotz des ungleichförmigen Verlaufs der Fasern, das Vorhandensein außerordentlich fester, innerhalb weichen Holzgewebes vorhandener Holzfasern eine hohe Biegsamkeit erzeugt.

Die Biegsamkeit läßt sich steigern, wenn das Holz vor dem Biegen der Einwirkung von Wasserdampf ausgesetzt wird. Nach dieser Behandlung lassen sich viele Hölzer durch Hand- oder maschinelle Kraft dauernd biegen, eine sehr wertvolle Eigenschaft, von der in vielen Zweigen der Technik, im Schiff-, Wagen- und Möbelbau weitgehende Anwendung gemacht wird.

d) Abscherungsfestigkeit. Grünes Holz hat etwa 30% geringere Scherfestigkeit als trocknes Holz derselben Art und eine Holzfläche parallel zu den Jahresringen ist leichter durch Abscherung zu zerstören, als eine solche, die mit den Markstrahlen gleichlaufend ist. Je leichter eine Holzart ist, desto leichter läßt sie sich durchschnittlich abscheren. Bestes Fichtenholz läßt sich meist um 30—50% leichter abscheren als Eichenholz. Zäh Holzarten besitzen auch die größere Abscherungsfestigkeit.

Die Schubfestigkeit parallel zu den Fasern ist etwa 4 bis 6 mal kleiner, als die senkrecht zu den Fasern.

e) Verdrehungsfestigkeit spielt bei vielen technischen Anwendungen eine große Rolle, so z. B. bei aus Holz gefertigten umlaufenden Mühlen- und anderen Wellen; aber bei dem Fehlen eingehenderer Versuchszahlen ist es

schwierig, Schlüsse zu ziehen, die eine richtige Beurteilung zulassen.

f) Zähigkeit, Widerstand gegen Stoß. Unter Zähigkeit wird die Fähigkeit des Holzes verstanden, plötzlich einwirkenden Beanspruchungen, also Stößen, mehr oder minder gut zu widerstehen. Zähigkeit müssen daher Speichen von Wagenrädern, Handgriffe von Schlagwerkzeugen wie auch Holzpflaster, besitzen. Zähes Holz muß zu gleicher Zeit Festigkeit und Biagsamkeit besitzen. Weidenholz z. B. ist feucht sehr wenig zähe, sondern im Gegenteil spröde, muß aber, wenn es z. B. verflochten werden soll, wobei es hauptsächlich auf Zug beansprucht wird, bei gleichzeitig erforderlicher Biagsamkeit angefeuchtet werden. Hickoryholz vereint große Festigkeit und Biagsamkeit und in geringen Abmessungen läßt es sich fast wie ein Seil behandeln.



Abb. 32.

Zähes Holz muß eine Zugbeanspruchung von mindestens 100 kg/qcm und eine Längsabscherung von 70 kg/qcm aushalten können.

Harte Hölzer sind im allgemeinen zerbrechlicher als weiche. Für Pflasterzwecke kommt auch die Kenntnis der Abnutzung der verwendeten Holzart in Betracht.

g) Spaltfestigkeit. Spaltfestigkeit des Holzes ist der Widerstand, den die Fasern der seitlichen Trennung durch einen keilförmigen Gegenstand entgegensetzen. Die Spaltbarkeit ist für die erste Formgebung des Stammes von großer Wichtigkeit, ebenso für die Herstellung einer großen Reihe von Holzfabrikaten.

Wird, wie in Abb. 32 dargestellt, mit der Axt ein Schlag auf ein Stück Holz geführt, so geht der entstehende Spalt

über die Schneide der Axt hinaus, in das Holz hinein, und je größer die Abscherungsfestigkeit des Holzes ist, desto größer ist auch der Widerstand gegen Spalten. Das Spalten erfolgt in zwei aufeinander senkrechten Ebenen, am leichtesten in der Radialebene, weil die Holzfasern und Markstrahlen radial verlaufen, weniger leicht nach der Tangentialebene oder in der Richtung der Jahresringe, weil das weichere Frühlingsholz Ebenen in dieser Richtung bildet. Längs des Radius erfolgt die Spaltung viel leichter. Je größer der Unterschied zwischen Frühjahrs- und Sommerholz ist, desto leichter wird das tangentielle Spalten oder solches in der Richtung der Jahresringe. Besonders ausgeprägt zeigen sich diese Erscheinungen bei den Nadelhölzern und bei der Eiche, der Ulme und Esche, bei denen das Sommerholz durch eine große Anzahl großer Poren gekennzeichnet wird. Im allgemeinen läßt sich saftreiches Holz leichter spalten als trockenes. Während Erle, Lärche, Esche, Kiefer sich leicht spalten lassen, Pappelholz sogar sehr leicht, setzen die Ulme und Weißbuche dem Spalten größeren Widerstand entgegen.

Am geringsten ist durchschnittlich die Spaltbarkeit in der Spiegelfläche, im Sehnenschnitt dagegen $1\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$ mal größer.

Leicht spaltbar sind: die Nadelhölzer, Pappel, Weide, Eiche, Rotbuche, schwerer: Ulme, Esche, schwerspaltig: Buchsbaum, Eberesche, Roteibe und die meisten exotischen Hölzer, nicht spaltbar: Ebenholz, Pockholz.

III. Die Dauerhaftigkeit des gesunden Holzes.

1. In versteinelter Form haben sich Hölzer der erdgeschichtlichen Entwicklung in verhältnismäßig zahlreichen Arten erhalten.

Fossiles Holz (Holzstein) findet sich schon im Silur bei dem oft die feinsten Einzelheiten der untergegangenen Formen der Glyptodendren, Protostigmen, durch den Einfluß von Eisenkies, Kalk, Aragonit, Spateisenstein, Brauneisenstein und Kieselsäure versteinert, noch zu erkennen sind, während das Gefüge in vielen Fällen durch Verkohlungs unkenntlich geworden ist.

Das Vorkommen von Sigillarien, dem mit den Bärlappgewächsen verwandten Lepidodendron, den Kallamarien, ist im Steinkohlengebirge nachweisbar. Vom Devon bis zum Rotliegenden finden sich Kordaiteen, im Karbon, Trias, Waalde und älterer Kreide sind Zykadeen und Medullosen nachweisbar, im Mitteldevon bis zu den jüngsten Formationen finden sich Koniferen und einige Palmenarten, im Tertiär zahlreiche Laubhölzer, im Braunkohlengebirge und vulkanischen Tuff ergibt sich eine reiche Ausbeute an versteinertem Holz.

2. Abgesehen von rein mechanischer Zerstörung, kann man sagen, daß alle Holzarten unter gewissen Bedingungen fast gleiche Dauerhaftigkeit besitzen. In nassem Sand-, Ton- und Lehmboden hält sich Holz am besten, in trockenem Sandboden weniger gut, im Kalkboden am schlechtesten. Entgegen der vielfach verbreiteten Ansicht, ist die Fällungszeit von keinem Einfluß auf die Lebensdauer, jedoch ist das Winterholz, dessen Zellen mit Stärke gefüllt sind, dem Angriffe der Insekten leichter ausgesetzt.

Einige ausländische, in sehr trockenen Klimaten gewachsene Hölzer, besonders solche von großem Gewicht, wie die australischen Harthölzer, besitzen auch unter verhältnismäßig ungünstigen Umständen eine sehr hohe Lebensdauer.

Am längsten hält sich alles Holz, wenn es gleichmäßig denselben Einflüssen ausgesetzt ist, also entweder dauernd

trocken gehalten wird oder sich vollständig unter Wasser befindet. Der Wechsel aber von Nässe und Trockenheit beeinflußt die Lebensdauer am ungünstigsten. Unter Wasser befindliches Holz verliert durch Auslaugen schnell zersetzbare Saftbestandteile, die sonst leicht die Zerstörung des Holzes herbeiführen, wodurch sich die große Dauerhaftigkeit erklärt; so hat man z. B. völlig gesundes Eichenholz gefunden, das sich mehr als 2000 Jahre unter Wasser befunden hat. Im Wechsel von Naß und Trocken hält sich Kiefernholz höchstens 20 Jahre, Eichenholz bis 50 Jahre.

Einen Anhalt für die Lebensdauer verschiedener Hölzer unter günstigen Bedingungen gibt folgende Zusammenstellung:

	Im Freien, Wind und Wetter ausgesetzt	Dauernd unter Wasser	Trocken
Eiche	100 Jahre	unbegrenzt	300—350
Ulme	60—90 „	—	—
Lärche	40—85 „	—	—
Kiefer	40—85 „	250—400	120—200
Fichte	40—70 „	250—400	120—200
Esche	15—64 „	unbegrenzt	300—800
Buche	10—60 „	unbegrenzt	300—800
Weide	30 „	—	—
Erle	14—20 „	—	—
Pappel			
Espe	15—40 „	—	—
Birke			
Linde	—	250—400	120—200

Im allgemeinen aber muß gesagt werden, daß es ganz unmöglich ist, die Dauer eines Holzes unter bestimmten Verhältnissen im voraus anzugeben, da die Umstände,

unter denen es gewachsen, geschlagen, getrocknet ist, zu verschieden sind, und daher können nur einige allgemeine Anhaltspunkte gegeben werden.

Über die Dauer von Eisenbahnschwellen sind vielfache Beobachtungen vorhanden; wir geben hier einige Zahlen (für nicht getränkte Hölzer unter günstigen Umständen).

Eisenbahnschwellen aus Eichenholz dauerten	14—16 Jahre
„ „ Lärchenholz	„ 9—10 „
„ „ Kiefernholz	„ 7—8 „
„ „ Tannenholz	„ 4—5 „
„ „ Fichtenholz	„ 4—5 „
„ „ Buchenholz	„ 2 ¹ / ₂ —3 „
„ „ australischen Harthölzern	„ 18—25 „

Besonders ungünstigen Verhältnissen unterliegen die meist feuchter und warmer Luft ausgesetzten Grubenhölzer, die schnell durch Holzpilze zerstört werden, so daß man für Kiefernholz kaum 1 Jahr, für eichene Grubenstempel höchstens 3—4 Jahre rechnen kann.

Dritter Abschnitt.

Fehler und Krankheiten des Holzes.

I. Fehler des Holzes bei noch gesunder Holzfaser.

1. Schwinden oder Schrumpfen des Holzes erzeugt die von außen nach innen in radialer Richtung verlaufenden Strahlenrisse, während Kernrisse (Abb. 33) in entgegengesetzter Richtung den Markstrahlen folgend verlaufen und auch, wenn sie in mehrfacher Anzahl, meist an

den Enden der Stämme auftreten, Strahlenrisse genannt werden. Derartige Risse, meist nicht bis nach außen durchgehend und am stehenden Baum nicht erkennbar, machen das Holz als Schnittholz stets minderwertig, da aus dem Kern geschnittene Bretter oft von oben bis unten durch die sog. Kernspaltung aufreißen.



Abb. 33.
Kern- und Sternrisse.

Abb. 34. /
Ringklüft und Trockenriß.

2. Auf Frosteinwirkung sind die Ringklüfte oder Schälrisse (Abb. 34) zurückzuführen, bei denen zwei aufeinanderfolgende Jahresringe teilweise oder ganz, wenn auch nicht über die ganze Länge, voneinander getrennt sind; die Ursache kann aber auch in starken Erschütterungen durch Stürme liegen, namentlich in der Zeit, wenn die Bäume stark im Saft stehen.

Die Klüfte solcher wind- oder kernschällig genannten Bäume wachsen nicht wieder zusammen, sondern vergrößern sich sogar mit dem Wachstum des Stammes. Am stehenden Baum ist dieser Fehler schwer, aber bisweilen dadurch zu erkennen, daß beim Anschlagen mit dem Rücken der Axt an der südlichen, von der Rinde etwas befreiten Seite ein hohler und dumpfer Klang hörbar wird.

3. Als falschen oder doppelten Splint, auch Mondring, bezeichnet man einen Ring helleren und weicheren Holzes mitten im Kern.

4. Astknoten im zerschnittenen Holz, die von abgestorbenen und überwachsenen Ästen herrühren, erzeugen beim Herausfallen die Astlöcher, oder sie sind fest mit dem Stammholz verwachsen. Häufig finden sich im Holz vom Stamme abgebrochene angefaltete Äste, die von neugebildetem Holz überwachsen (überwallt) sind.

Im Holz mancher Laubholzbäume besitzen die ausgewachsenen Holzfasern eine weit größere Länge als bei ihrer Bildung in der Zone ihres Wachstums. Infolgedessen dringen sie bei gleichzeitiger Krümmung zwischen die oberhalb und unterhalb gelegenen Holzfasern ein, wodurch eine unregelmäßige Zwischenlagerung im Verlauf der Holzfaserbildung eintritt, die zwar die Festigkeit des Holzes nicht beeinträchtigt, die Spaltbarkeit dagegen vermindert.

An den Ansatzstellen der Äste am Stamm erfolgt die Fortsetzung der Holzfasern an der Ober- und Unterseite des Astes in verschiedener Weise. Der Verlauf an der Unterseite ist ein ununterbrochener, an der Oberseite dagegen biegen sich die Fasern seitlich, gehen nicht ohne Unterbrechung in den Ast über und verursachen eine schwache Stelle im Holz (Abb. 35).



Abb. 35. Abgestorbener Astansatz.

Infolge dieses Verlaufes der Fasern erfolgt die Trennung beim Spalten des Holzes nie durch den an der Ansatzstelle auftretenden Knoten hindurch, wenn die Spaltung von der

Oberseite her erfolgt, sondern nur, wenn das Spalten von der Unterseite des Astes aus stattfindet.

5. Befindet sich das Mark nicht mitten im Holz, so sind die Jahresringe auf der einen Seite meist sehr auseinander gezogen und zeigen hier Rotholz- oder Druckholzbildung. Derartige exzentrischer Wuchs ist die Ursache, daß solches Holz auch nach der Verarbeitung sich stets verzieht.



Abb. 36. Drehwuchs.



Abb. 37. Wellenförmiger Fasernverlauf.

6. Bei gerade gewachsenem Holz verlaufen die Holzfasern annähernd parallel zur Achse des Stammes, in manchen Fällen aber liegen sie in den einzelnen Jahresringen spiralförmig oder mehr oder weniger gewunden (Abb. 36). Dieser Drehwuchs, von Wind- und Bodenverhältnissen herrührend, kann nach rechts (sonnig) oder links (widersonnig) gerichtet sein, oft zeigen nur die äußeren Fasern Drehwuchs, der bei der Ulme, Fichte, Tanne, Erle, Kiefer und Kastanie häufig auftritt. Drehwüchsiges Holz unterliegt stark dem Werfen und Verziehen.

7. Eine Anzahl verschiedenartiger anormaler Gestaltungen des Faserverlaufes läßt sich nur durch Spalten des Holzes nach zwei auf einander senkrechten Ebenen erkennen.

Bei der Buche findet sich z. B. sowohl im Radial- als Tangentialschnitt ein wellenförmiger Verlauf der Fasern (Abb. 37) und bei Ahorn zeigt sich durch die große Anzahl und die geringe Höhe der Erhöhungen und Vertiefungen ein gekräuselter Verlauf, während bei der Zypresse wiederum die Fasern der einzelnen Schichten gegeneinander windschief verlaufen (Abb. 38, 39).



Abb. 38.

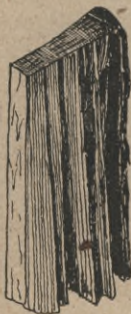


Abb. 39.



Abb. 40.

Windschiefer Verlauf der Fasern.

Maserbeulen.

Die Oberfläche des unter der Rinde liegenden Holzes und der einzelnen Jahresringe ist niemals gleichmäßig glatt und eben, vielmehr zeigen sich stets zahlreiche Vertiefungen und Erhöhungen, die in den Umfängen der einzelnen Jahresringe sehr verschieden verteilt sind. Vielfach treten diese Unregelmäßigkeiten als sog. Maserbeulen von Jahr zu Jahr während des Wachstums in stetig erhöhtem Maße auf (Abb. 40).

Beim Zuckerahorn besonders sind diese Vertiefungen und Erhöhungen am Umfang der einzelnen Jahresringe sehr zahlreich, aber nur von geringen Abmessungen, vielleicht 2—3 mm, sie treten aber sehr regelmäßig auf. Auf



Abb. 41. Krebsbeulen.

den Tangentialflächen von geschnittenen Brettern erscheinen diese als Maserung bezeichneten Abweichungen als kreisförmige Gebilde: „Vogelaugenmaser“, die dem Holz für dekorative Zwecke einen hohen Wert verleiht, wie auch dem Holz der ungarischen Esche.

Fichten, Kiefern und Lärchen zeigen innerhalb der Jahresringe häufig sog. Harzgallen, flache Vertiefungen mit Harz gefüllt.

8. Abgebrochene Äste erzeugen vielfach am lebenden Baum Beulen, wie z. B. die Harzbeulen der Fichte.

Kropfbildungen treten vielfach als Folge von Verletzungen auf, besonders wenn

sich Parasiten an den verletzten Stellen ansiedeln, wie an Tannen die Krebsbeulen (Abb. 41) und Hexenbesen, an Eichen die Eichenmistel.

9. Beschädigungen der Rinde durch Tiere oder andere Ursachen haben, falls das Splintholz in größerem Umfange freigelegt wird, häufig die Fäulnis der darunter liegenden Holzschichten zur Folge, kleinere Verletzungen erzeugen

wohl einen gestörten Faserverlauf mit einer Überwallung (Abb. 42) der verletzten Stelle, die den Wert des Holzes wenig beeinträchtigen.



Abb. 42. Teilweise überwallte Wunde.

10. Atmosphärische Vorgänge zeigen mannigfache Einflüsse auf das Holz. Dünnrindige Bäume, wie z. B. Rotbuchen, können durch Sonnenbrand, der eine Verminderung des Wassergehalts herbeiführt, leiden. Rascher Witterungswechsel, tiefe Wintertemperaturen erzeugen Eisklüfte und Frostrisse, die, von außen nach innen verlaufend, sich bei wärmerer Temperatur wieder schließen, aber, da die neuen Jahresringe zu beiden Seiten des Spaltes Wulstbildungen hervorrufen, die sog. Frostleisten erzeugen (Abb. 43). Blitz und Hagelschlag vermögen ebenfalls Beschädigungen des Holzkörpers zu erzeugen.



Abb. 43.
Frostriß und Frostleiste.

II. Die Feinde des Holzes.

1. Zerstörung des Holzes durch Tiere. Säugtiere, Rotwild, Damwild, Rehe und Mäuse können zwar durch Abschälen der Rinde, Benagen an jungem Holz im Walde große Schäden anrichten, die aber der technischen Verwendbarkeit des Holzes wenig Eintrag tun, wenn auch häufig Verunstaltungen durch Überwallung die Folge sind. Von den Vögeln ist es besonders der Specht, der Bäume anfliegt und die Rinde zerhackt, um die unter der Rinde befindlichen Insekten und ihre Larven zu verzehren, der aber auch das Holz gesunder Stämme beschädigt, um Saft zu lecken, besonders bei der Kiefer.

Die Wunden werden dann meist durch Ringwulste überwallt, derartige Stämme bezeichnet der Förstmann als „Wanzenbäume“.

Besonders aber sind es die Insekten, Käfer und ihre Larven, hauptsächlich letztere, die durch ihre Tätigkeit entweder das Leben der Bäume bedrohen oder auch die Brauchbarkeit des Holzes durch das Nagen von Löchern und Gängen unbrauchbar machen können.

Die Käfer legen im Anfange des Frühlings eine große Anzahl Eier in die Ritzen und Rinde der Bäume oder sie bohren Löcher für die Eiablage oder stellen längere Gänge, die Muttergänge, her, in denen sie ihre Eier ablegen, während die ausgekrochenen Larven das Holz zerstören, indem sie für die Ernährung oft eine große Anzahl von Gängen im Holz anlegen, in deren erweiterten Enden, der „Puppenwiege“, die Verpuppung stattfindet, von wo aus der ausgeschlüpfte Käfer sich durch die Rinde ins Freie nagt.

Die Anzahl der Holz zerstörenden Käferarten ist sehr groß, und je nachdem sie in die Rinde, den Bast, den Splint

oder den Kern eindringen, werden sie Borken-, Bast-, Splint- oder Kernholzkäfer genannt.

In der folgenden Zusammenstellung sind die hauptsächlichsten für die Holzerstörung in Betracht kommenden Insekten aufgeführt, die schädlichsten sind hervorgehoben und in der Zusammenstellung mit den Abbildungsziffern 44 bis 95 bezeichnet (S. 64ff.).

2. Erkrankungen, die zur Zerstörung der Holzfaser führen, können die verschiedensten Ursachen haben, sie können durch die Bodenbeschaffenheit, durch hohes Alter, durch Mißbildungen, Insekten und endlich durch Bakterien und Fadenpilze erzeugt werden, sie zeigen sich als verschiedene Arten der Fäulnis.

Alles Verfaulen geht von der Zerstörung der Saftbestandteile aus, die Folgeerscheinungen sind Verwesen, Vermodern, Vermorschen, Verstocken usw. Die holzerstörenden Pilze lösen die Zellwände durch besondere Fermente oder Enzyme auf und überziehen die Holzfasern mit netzähnlichen Bildungen, wobei die Holzsubstanz als Nahrung dient. Splintholz unterliegt dem Angriff im allgemeinen mehr als Kernholz und dieses ist um so widerstandsfähiger, je mehr es durch das Vorhandensein harziger Substanzen geschützt ist.

a) Erkrankungen durch ungünstige Bodenverhältnisse. Wipfeldürre, oder Dürrsucht zeigt sich darin, daß die Äste von der Spitze aus nach unten eingehen, und im Absterben des Stammes vom Zopfende aus. Auch Verletzungen der freiliegenden Wurzeln können die Ursache dieser Erscheinung sein, gänzlichliches Absterben des Stammes aus denselben Gründen wird Dürre genannt. Unfruchtbarer Boden ist meist die Ursache der Gelbsucht, die sich durch Abfallen der gelb gewordenen Blätter mitten im Sommer zeigt.

Holzschädlinge

Blatthornkäfer	<i>Gnorimus nobilis</i>	Akazien
Lindenprachtkäfer	<i>Buprestis rutilans</i>	Winterlinde
Eichenprachtkäfer	<i>Agrilus udatus</i>	Rinde der Korkelche, Abb. 44, 45
Werftkäfer	<i>Lymexilon dermestoides</i>	Buche, Birke, Eiche, Abb. 46, 47
Harzrüsselkäfer	<i>Pissodes Harycnae</i>	Fichte
Bohrkäfer	" <i>bellicornis</i>	Buchenstubben
Werftkäfer	" <i>navalis</i>	Älteres Eichenholz
Eichenwerftkäfer	<i>Lymexilon navale</i>	Lagerndes Eichenholz, Abb. 48, 49
Pochkäfer, Totenuhr	<i>Anobium domesticus</i>	Gelagertes, verarbeitetes, oft lufttrocknes Holz, alte Möbel, Dachholz
Großer brauner Rüsselkäfer	" <i>perinax</i>	Alte Sparren und Dachbalken
Brauner Kiefernbestands- Rüsselkäfer	" <i>ruffovilosum</i>	Altes Eichenholz, Balken, Fußböden
Tannenrüsselkäfer	<i>Tissodes pini</i>	} Ältere, starkborkige Nadelholzstämme
Gekämmter Pochkäfer	" <i>piceae</i>	
—	<i>Anobium pectini cornis</i>	Altes, hartes Laubholz, Abb. 52
—	" <i>fuscus</i>	Weiches Laubholz
—	" <i>molle</i>	Nicht berindetes Nadelholz, Abb. 50, 51
Rotflügliger Holzbohrer	<i>Hyllobius abietis</i>	Edelkastanien, Eichenholz, Abb. 53
Pechbrauner Holzbohrer	<i>Apate capucina</i>	Abgestorbene Eichenrinde und Laubhölzer, Holzmagazine, Faßdauben, Abb. 54
Schwarzkäfer	<i>Lycetus unipunctatus</i>	Tannen
Langrippiger Kammbornbohrer	<i>Mordella barbatus</i>	Altes Tannenholz, periodisch vom Seewasser befeuchtete Pfähle
Holzkanalle	<i>Ptilinus pecticornis</i>	Abb. 55, 56
Rindenrüssel	<i>Nacerdes melanura</i>	In alten Stöcken der Seestrandkiefer
Grubenholzkäfer	<i>Lycetus canaliculatus</i>	Ulme, Pappel, Abb. 57
—	<i>Mesites aquitanus</i>	Eichenholz, Faßdauben
—	<i>Cossonus parallelepipedus</i>	Fichtenzimmerung von Bergwerken, Abb. 58, 59
—	<i>Caulontropus aeneopiceus</i>	Splintholz von Bauholz
—	<i>Rhyncolus culinaris</i>	
—	" <i>porcatus</i>	

Holzschädlinge

Grubenholzkäfer
 —
 Erlenverborgenrüßler
 Borkenkäfer
 Kleiner Kiefernmark-
 käfer
 Ulmensplintkäfer
 Krummzahniger Tannenborken-
 käfer
 Linierter Nadelholz-
 bohrrkäfer
 Buchdrucker
 Schwarzer Fichten-
 bestandkäfer
 Schwarzer Kiefern-
 bestandkäfer
 Riesenbastkäfer
 Schwarzer Kiefermark-
 käfer
 Brauner Kiefermarkkäfer
 Kleiner bunter Eschen-
 bastkäfer
 Buchennutzholzbohr-
 käfer
 Liniertes Laubholzbohrer
 Sechszähliger Fichten-
 borkenkäfer, Kupfer-
 stecher

Rhyncolus strangulatus
truncorum
Cryptorhynchus lapati

Myelophilus minor
Eccoptogaster laevis

Tomicus curvireus

Tomicus lineatus
 " *typographus*

Hylesinus cumicularis
 " *ater*
 " *micans*
 " *piniperda*
 " *minor*
 " *fraxini*

Tomicus domesticus
 " *signatus*

 " *chalcographus*

Kyleborus saxosus
Anisandrus dispar

Bauholz
 Tannenbalken und Dielen kellerloser Wohnungen
 Erlen, Weiden, Abb. 60
 Laub- und Nadelhölzer

 Kiefer, Abb. 61
 Ulme, Abb. 62, 63

 Tanne

 Kiefer, Fichte, Tanne, Holz wird schwarz, Abb. 64

 Buche, Eiche, Ahorn, Birke, Erle
 Eiche, Buche, Birke, Erle, Linde, Ahorn

 Eiche, Buche, Birke, Erle, Ahorn, Linde, Pappel,
 Obstbäume
 Roßkastanie, Kiefer, Fichte, Lärche
 Eiche, Buche Obstbäume, jüngere sterben ab

Holzschädlinge

Kleiner schwarzer Wurm	<i>Xyleborus monographus</i>	Eiche, tief eindringend, Abb. 65, 66, 66a
Eichenkernkäfer	<i>eurygraphus</i>	Schwarzkiefer
Bockkäferlarve	<i>Platypus cylindrus</i>	Eiche, Edelkastanie, Buche, Abb. 67
Mulmbock		Tote Stämme, ganz trockenes Holz
Kurzdeckenbock	<i>Ergates faber</i>	Nadelholz, Splintkäfer
	<i>Caenoptera minor</i>	Mit Rinde verarbeitete Fichtenstangen
	<i>Gracilia minuta</i>	Weidenruten, Birke
	<i>Laptidea brevipennis</i>	Weidenruten
Grubenhalsbock	<i>Crioecephalus rusticus</i>	Kiefernbaumholz, Abb. 68, 69, 70
Düsterbock	<i>Asemium striatum</i>	Dachschalung, Abb. 71
Veränderlicher Scheibenbock		
Roter Scheibenbock	<i>Callidium variabile</i>	} Rinde von trockenem Laubholz Fichtenholz, tief ins Holz Ast von Laubholz, Weinfasreifen aus Edelkastanie
	<i>sanguineum</i>	
	<i>aeneum</i>	
	<i>Phymatodes lividus</i>	
Blauer Scheibenbock	<i>Callidium violaceum</i>	} Laubholz, trockenes, verbautes Nadelholz Planken, Bretterzäune, Möbel, Dachbalken, Abb. 72
Hausbock	<i>bajulum</i>	
Fichtenbock	<i>Cerambyx luridum</i>	} Frisches Holz von Eiche und Lärche, Abb. 73 Bergahorn
Ahornbock	<i>Tetropium fuscum</i>	
Vierbindiger Eichenwidderbock	<i>Callidium insubricum</i>	} Eichenabschnitte, Abb. 74
	<i>Chytus arcuatus</i>	
	<i>rhamni</i>	
	<i>tropicus</i>	
Großer Eichenbock (Spieß-, Heldbock) (großerscharzer Wurm)	<i>Cerambyx cerdo</i>	Alte Eichen, Abb. 75. 76
Weberbock	<i>Lamia textor</i>	Eichen
Kleiner Spießbock	<i>Cerambyx velutinus</i>	Laubholz, besonders Eichen
Moschusbock	<i>scopoli</i>	Anbrüchige Weiden
Zimmerbock	<i>Aromaea moschata</i>	Kiefernrinde
	<i>Lamia aedilis</i>	

Holzschädlinge

Schusterbock	<i>Monochamus sutor</i>	Fichtenaltholz	Abb. 86
Schneiderbock	" <i>sartor</i>		
Süddeutscher Kiefernbock	<i>Lamia galloprovincialis</i>		
Großer Pappelbock	<i>Saperda carcharias</i>	Alte Kiefern, Seekiefer, Abb. 77	
Weidenbohrer (Schmetterling)	<i>Cossus cossus</i>	Pappeln, Weiden, Aspen, Abb. 78, 79	
Blaustab (Schmetterling)	<i>Zenzera pyrina</i>	Zahlreiche Laubhölzer, Abb. 80, 81	
Glasschwärmer	<i>Sesia apiformis</i>	Pappel, Abb. 84	
Gelbe Fichtenholzwespe	<i>Sirex gigas</i>		
Schwarze Tannenhholzwespe	" <i>spectrum</i>		
	" <i>junvencus</i>	Gesundes Holz gefällter Stämme,	
	" <i>noctilis</i>		
Gelbe Kiefernholzwespe	<i>Vesper erabro</i>		
Hornisse	<i>Xylocopa violacea</i>	Junge Bäume, morsches Holz, Abb. 85	Abb. 87, 88
Blaue Holzbiene	<i>Formica ligniperda</i>	Hartes Holz	
Riesenzameisen	" <i>herculeana</i>	Lebende und gefällte Stämme	
	" <i>pubescens</i>	Lebende und gefällte Stämme, Abb. 89, 90	
	<i>Formica rufa</i>	Seekiefer	
Rote Waldameise	<i>Lecanium quercus</i>	Kiefernstubben	
Schwarze Holzameise	<i>Agromyca carbonaria</i>	Alte Eichen und Buchen	
Eichenschleimfußschildlaus	Termitidae	Birke, Erle, Hasel, Weißdorn (Markflecke)	
Fliege	<i>Termes lucifugus</i>	Alle zernagbaren Holzgegenstände, Abb. 91	
Termiten	" <i>ruficollis</i>	Kiefern, Eichen	
	<i>Pholas crispata</i>	Olivenhaine, Obstgärten	
Fingermuscheln	<i>Teredo navalis</i>	Wasserbauhölzer	
Bohrwurm	<i>Limnoria lignorum</i>	Wasserbauhölzer aller Art	
Bohrassel, Splintwurm	<i>Chelura terebrans</i>	Wasserbauhölzer, Abb. 92	
Bohrkrebs und Abarten	<i>Chironomus</i>	Wasserbauholz, Abb. 93	
Zuckmücke		Holz von Kähnen, Abb. 94, 95	

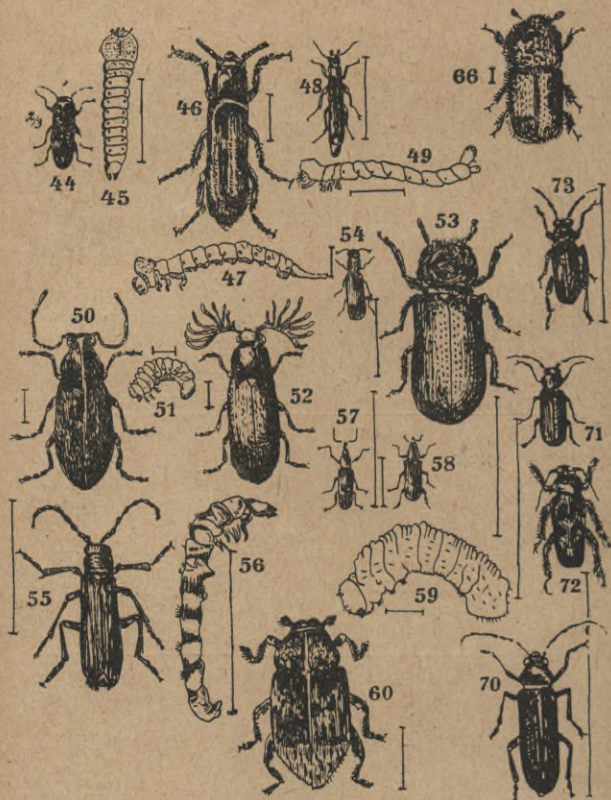


Abb. 44—60, 66 und 70—73 Holzschädlinge (s. S. 60—62).

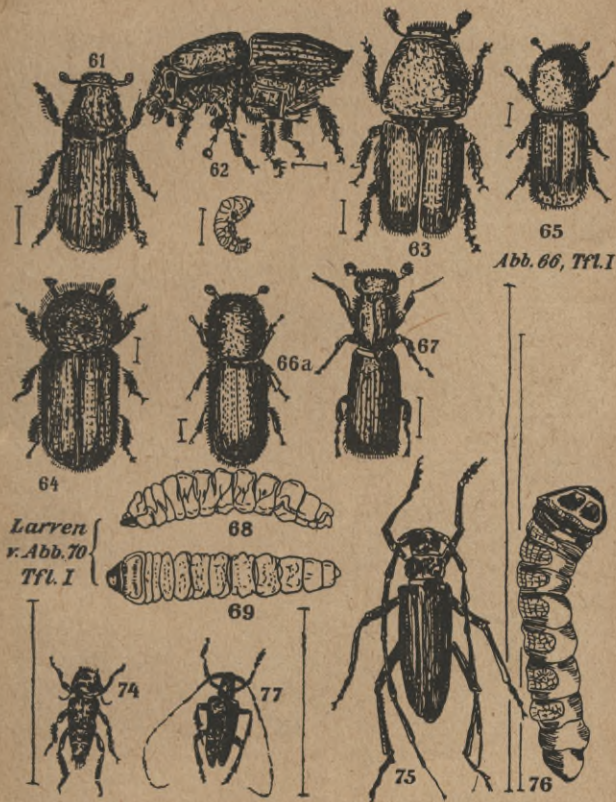


Abb. 61—69 und 74—77 Holzschädlinge (s. S. 61—63).



Abb. 78—88 und 91 Holzschädlinge (s. S. 63).

Bei jungen Bäumen erzeugt mangelhafter Boden nicht selten die Kernfäule, wobei das Kernholz von innen her

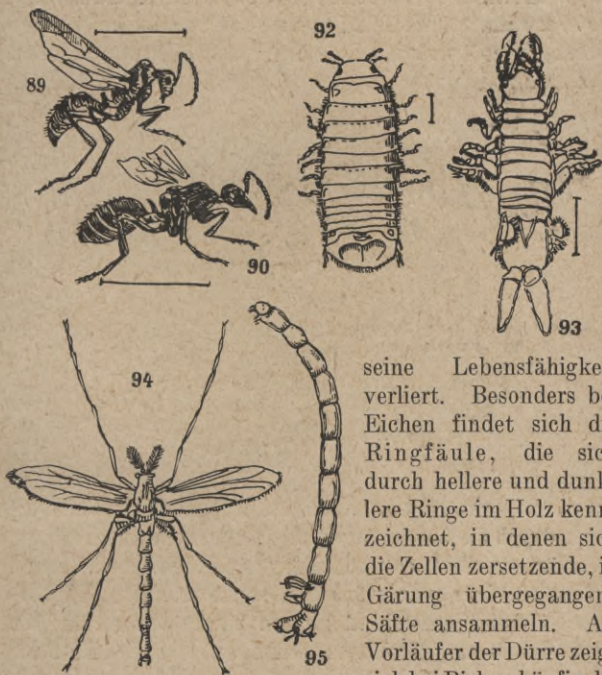


Abb. 89, 90 und 92—95 Holzschädlinge
(s. S. 63).

seine Lebensfähigkeit verliert. Besonders bei Eichen findet sich die Ringfäule, die sich durch hellere und dunklere Ringe im Holz kennzeichnet, in denen sich die Zellen zersetzende, in Gärung übergegangene Säfte ansammeln. Als Vorläufer der Dürre zeigt sich bei Birken häufig die sog. Röte, die am unteren Stammende mit

einem schimmelartigen roten Staub die Rinde bedeckt und färbt. Zu feuchter Boden erzeugt den Saft- oder Harzzufluß bei Kiefern, bei dem gleich nach dem Ausbruch der Nadeln der Saft durch die Rinde hervordringt.

Eine Zersetzung des Holzes in eine schwammige rötlichgelbe Masse ist häufig die Folge der sog. Morschheit.

b) Erkrankungen infolge des Alters. Außer der schon erwähnten Wipfeldürre und Dürre tritt bei älteren Eichen, Erlen, Birken, Kiefern, Fichten, Eschen, Linden, Weiden und Pappeln die Kernfäule als Folge des Alters



Abb. 96. Wundfäule.

ein; ebenso wird hierdurch die Stock- oder Rotfäule erzeugt, durch die das Kernholz an Gewicht, Zusammenhang und Härte verliert, eine rötlichbraune Färbung erhält und endlich zu einer pulverförmigen Masse zerfällt. Die Ursache ist bei Fichten und Föhren häufig der gefährliche Wurzelschwamm, *Trametes radiciperda*. Die Rotfäule (Abb. 96) erzeugt Schwammbildung zwischen den Jahresringen und eine starke Zersetzung des Holzes. Im fortgeschrittenen Zustand geht Rotfäule meist in Weißfäule über, die das ganze Stammholz unter weißlicher Färbung zersetzt. Eine besondere Eigentümlichkeit weißfaulen Holzes ist die Erscheinung des Phosphoreszierens. Überständigkeit des Holzes, eine Folge zurückgehender Holzbil-

dung, tritt nach Erreichung der vollen Entwicklung des Baumes ein; sie zeigt sich durch das Hervorbrechen belaubter Zweige längs des Stammes und verleiht dem Holz eine rötliche Färbung.

c) Erkrankungen durch Astknoten. Stämme mit vielen Astknoten, die in den zunehmenden Stamm eingewachsen sind (Abb. 35), erkranken an Astigkeit, wenn die Knoten durch zu wenig Licht an Wachstum nachlassen und erhärten, wodurch bei Nadelhölzern der Saftgehalt steigt, während unter den Laubhölzern Esche, Buche und Eiche vorwiegend diese Erkrankung zeigen. Bei Astfäule dagegen, der Pappel, Ulme, Linde, Fichte und Ahorn häufig unterworfen sind, erkranken die eingewachsenen Astknoten und gehen in eine schwarze pulverige Masse über, hervorgerufen durch zu starke Wasseraufnahme von außen. Dumpfer Geruch und dunkle und helle Flecken machen die Astfäule oft bemerkbar. Nußbäume und Eichen zeigen oft sog. Rosen oder Beulen am Stamm, die abgebrochene, gefaulte und überwachsene Äste zur Ursache haben, deren Fäule sich leicht in das Stammholz fortsetzt.

d) Erkrankungen durch äußere Verletzungen. Verletzungen der Rinde bei starker Saftbildung lassen den Saft aus den Gefäßen hervortreten und dieser zerstört bei seiner Zersetzung häufig die gesunden Teile und Säfte, was sich durch die Bildung schwarzer und rötlicher Flecke erkennen läßt. Diese auch durch zu starke Nässe des Bodens hervorgerufene Erscheinung bezeichnet man als Brand.

Tritt dies bei jüngeren Zweigen ein, so entsteht der ihr Wachstum hemmende Schorf oder Grind, der schwarze oder graue Farbe zeigt. Bei Eichen und Lärchen faulen die zwischen Holz und Rinde vorhandenen Säfte nicht selten ohne äußere Veranlassung, wodurch an einzelnen Stellen die sog. Krebskrankheit auftritt. Krebsartige Erschei-

nungen werden auch oft durch Pilze hervorgerufen, zu denen der Laubholzkrebs, *Nectria ditissima*, der Eichenkreb, *Aglaospora taleola*, der Lärchenkreb, *Peziza Willkommii*, der Tannenkreb, *Aecidium elatinum* gehörten.

3. Erkrankungen des gefällten Holzes.

a) Sie beruhen ausnahmslos auf Infektion durch Holzpilze, die schon im Walde in das gefällte gesunde Holz gelangen, deren Entwicklung aber durch Austrocknen unschädlich gemacht werden kann, während dauernd feuchtes oder abwechselnd feuchtes und trockenes Holz unter Umständen rasch durch sie zerstört wird.

Die Fällzeit hat im allgemeinen keinen Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit gegen den Angriff von Pilzen, wenn auch noch vielfach die Ansicht vertreten wird, daß die günstigste Fällzeit diejenige sei, in der das Holz keine Stärke mehr enthält, sondern diese in Fett übergegangen ist.

Die Zersetzung zeigt sich bei Tannen, Fichten, Kiefern, Erlen und Buchen zuerst in einer rotbraunen Verfärbung des Holzes, sog. Rotstreifigkeit, die schon die Verwendung in Witterungswechsel stark beeinträchtigt.

Namentlich bei Kiefern, die bei nassem Wetter geschlagen und verarbeitet sind, zeigt sich eine durch die Sporen des Pilzes *Cerotostoma pilifera* hervorgerufene „Verblauung“ des Holzes schon nach kurzer Zeit, die aber bei richtiger Behandlung unschädlich gemacht werden kann. Buchen- und Erlenholz zeigen weißliche Flecke, was man als stockig oder erstickt bezeichnet.

Bei sich steigernder Zersetzung ist Trockenfäule die Folge und im weiteren Stadium die Vermoderung oder Naßfäule, besonders wenn das Holz unmittelbar auf der

Erde gelagert ist. Da die Trockenfäulepilze in unvermeidlicher Weise in jeden Neubau gelangen, so kommt es auf das Maß der vorhandenen Feuchtigkeit an, ob sie bei rasch austrocknendem Bau absterben, ohne Schädigungen ange richtet zu haben.

Die überwiegende Anzahl der in unseren Häusern vorkommenden Pilzarten wird aus dem Walde eingeschleppt, doch nur eine kleine Anzahl von ihnen hat die Fähigkeit, sich im Holzwerk der Häuser auszubreiten, sie werden als Trockenfäule und Hausschwamm unterschieden. Der sog. Porenhauschwamm, der Blätterhausschwamm und der Kellerschwamm sind jedoch Trockenfäulepilze, ihr Name ist irreführend.

b) Die Hausschwammkrankheit der Häuser wird allein durch den echten Hausschwamm, *Merulius lacrymans* oder *domesticus*, hervorgerufen.

Er ist der gefährlichste Zerstörer verbauten Holzes und bewirkt die mit Bräunung, Vermürbung und starkem Schwund verbundene, vollständige Zersetzung des Holzes.

Während alle übrigen Holzpilze nur an sich feuchtes Holz anzugreifen vermögen und die Trockenfäulepilze dauernd von der vorhandenen Feuchtigkeit abhängig sind, wird *Merulius lacrymans* eben durch die Eigenschaft zum Hausschwamm, daß er an vielen für sein Wachstum geeigneten Orten lufttrockenes Holz erst zu befeuchten, dann zu befallen vermag. Das Bedürfnis nach vorhandener Feuchtigkeit ist beim Hausschwamm kleiner, die Lebenszähigkeit und Ausbreitungsfähigkeit größer als bei den anderen Holzpilzen unserer Häuser und darum ist der Hausschwamm auch viel gefährlicher als diese.

Der Hausschwamm greift die Holzsubstanz von außen

an (Abb. 97), eine von außen nach innen fortschreitende Zersetzung bewirkend; scheinbar von innen her erfolgt die Zerstörung nur dann, wenn der Schwamm vom Hirnholz her in das Innere der Balken eindringt, während die seitlichen Oberflächen nicht angreifbar sind. Aus dem befallenen Holz wächst ein aus feinen Fäden gebildetes weißes



Abb. 97. Echter Hausschwamm.

lockeres Gewebe, das Myzel, das die Nährstoffe des Pilzes aufnimmt und verarbeitet. In diesen Pilzmassen entstehen später dichte sich verzweigende weißliche, oft ziemlich



Abb. 98.

Fruchtträger des echten Hausschwammes.

dicke Stränge, durch welche die für ihre Lebensfähigkeit erforderliche Feuchtigkeit zugeführt wird. Weiterhin entwickeln sich tellerförmige Fruchtkörper, die mit sehr kleinen rostbraunen Sporen (Samen) bedeckt sind (Abb. 98).

Die Unterscheidung des echten Hausschwammes von den Trockenfäulepilzen ist sehr schwierig; in den meisten Fällen

wird man auf echten Hausschwamm schließen können, wenn muschel- oder omeletteförmige übereinanderliegende fleischige Fruchtkörper mit weißem Rand und einer braungefärbten mit welligen Runzeln überzogenen Fläche beobachtet werden. Auch dicke, löschpapierartige, leicht vom Holz lösbare, graue oder grauweiße Häute sind für ihn kennzeichnend. Nach dem Geruch läßt sich der Hausschwamm nicht mit Sicherheit feststellen, andere Färbungen und nicht abziehbare dünne Häute lassen nicht mit Sicherheit auf echten Hausschwamm schließen.

Vierter Abschnitt.

Die Haltbarmachung des Holzes.

I. Vorsichtsmaßregeln und Schutzmittel.

Die Vorsichtsmaßregeln und Schutzmittel, um das Holz vor den nachteiligen Einwirkungen tierischer und pflanzlicher Organismen zu schützen und die schon vor der Fällung des Holzes einzusetzen haben, sind zweierlei Art.

Einmal soll das Holz, ehe es seinem eigentlichen Gebrauchszweck zugeführt wird, vor allem gegen den Einfluß der Feuchtigkeit beim Lagern geschützt werden und ferner soll das für irgendeinen technischen oder gewerblichen Zweck verarbeitete Holz diesen Zweck möglichst lange erfüllen, d. h. eine möglichst lange Lebensdauer besitzen.

Alle Mittel zur Verhinderung der Fäulnis, die für sich allein oder in Verbindung miteinander benutzt werden,

haben nicht denselben erhaltenden Einfluß auf das Holz, und einige für sich allein angewendet, erfüllen diesen Zweck nicht, während sie als Vorbereitungsmaßregeln von hohem Wert sein können.

Die Vorbedingung für eine längere Dauer des Holzes bildet stets das genügende Austrocknen, erst dann können die übrigen Verfahren eine nachhaltige Wirkung versprechen.

Frischgeschlagenes Holz wird am besten gegen die Angriffe der Insekten und Pilze geschützt, wenn man es sofort aus dem Walde entfernt. Ist das nicht möglich, so bestreicht man die Schnittflächen mit antiseptischen Mitteln wie Teeröl oder Chlorzink und beläßt dem Stamm die Rinde, die Zweige und das Laub, um eine größere Verdunstungsfläche für die wasserhaltigen Saftbestandteile zu schaffen, was mit Auswachsen bezeichnet wird.

Feuchtes, noch im Saft stehendes Holz reißt in der Längsrichtung und krümmt sich in der Querrichtung.

Im Walde schon bearbeitetes Holz, das nicht entfernt werden kann, muß luftig gestapelt werden, um Austrocknung zu bewirken und die Art der Stapelung muß den einzelnen Holzarten angepaßt sein; dabei muß eine wiederholte Umstapelung vorgenommen werden.

Trocknen des Holzes an der Luft entfernt nur das hygroskopische Wasser, nicht aber die eiweißhaltigen, leicht zersetzbaren Saftbestandteile.

II. Das Trocknen des Holzes.

Das Trocknen des Holzes kann auf natürlichem oder künstlichem Wege erfolgen, ist aber für Hölzer, die später Witterungseinflüssen stark ausgesetzt sind, für die Verlängerung der Lebensdauer ohne Bedeutung.

1. Natürliche Trocknung. Genügende Austrocknung des Holzes hat großen Einfluß auf seine Dauerhaftigkeit, muß aber unter Rücksichtnahme auf die Struktur, die Form und die Größe des auszutrocknenden Stückes vorgenommen werden. Ein 25 mm starkes Brett z. B. trocknet mehr als viermal schneller als eine 100 mm dicke Bohle und über 20mal schneller als ein 250 mm starker Balken, wobei Nadelhölzer meist schneller trocknen als Laubhölzer. Der Feuchtigkeitsverlust in einem Radial- oder Tangentialschnitt ist in derselben Zeit etwa dreimal geringer als in einem Querschnitt, wobei der Unterschied bei langen Balken, deren Endquerschnitte nur einen kleinen Teil der gesamten trocknenden Oberfläche ausmachen, natürlich nicht so groß ist. Unter allen Umständen aber trocknen und schrumpfen die Enden zuerst, und da die diesen benachbarten Teile des Balkens dem Zusammenschrumpfen nicht in demselben Maße folgen, so treten hier leicht Risse ein, die aber mit fortschreitender Trocknung wieder verschwinden; aus demselben Grunde tritt häufig Verziehen und Werfen des Holzes ein.

Das natürliche Austrocknen in luftigen Schuppen für Zimmerholz oder in gewärmten Lagerräumen für Tischlerholz dauert bei Eichenholz am längsten, 2—5 Jahre, bei anderen Hölzern 1—4 Jahre. Um ein langsames Austrocknen zu sichern, läßt man die Stämme mit der Rinde eine Zeitlang liegen oder entfernt sie nur in schraubenförmigen Streifen.

2. Künstliche Trocknung.

a) Hohe Temperaturen sind ein wesentliches Hilfsmittel für das Verdampfen des hygroskopischen Wassers, wobei der Feuchtigkeitsgrad der umgebenden Luft keinen Einfluß hat. So z. B. läßt sich Splintholz in heißem Dampf

fast völlig austrocknen, wobei eine Gewichtsverminderung eintritt.

Ein völlig trocknes Holz läßt sich durch keine Mittel erzielen, da vor der Entfernung der Feuchtigkeit schon chemische Zersetzung des Holzes zu beginnen pflegt. Ein Austrocknen der das Holz umgebenden Luft mit chemischen Mitteln hat auch ein Trockenwerden des Holzes zur Folge, ein bei etwa 20° C auf diese Weise getrocknetes Holz gibt im Trockenofen stets noch Feuchtigkeit ab und dies ist auch bei höheren Temperaturen der Fall. Ein z. B. bei 40° C getrocknetes Holz gibt bei der Erhöhung der Temperatur auf 90° C stets noch Feuchtigkeit ab. Das Darren wird mit und ohne Luftverdünnung oder mit überhitztem Dampf ausgeführt.

Wird das zum Trocknen bestimmte Holz aus dem Darrofen entfernt, so nimmt es sofort wieder aus der Luft Feuchtigkeit auf und das geschieht selbst bei der trockensten Witterung. Zunächst erfolgt hierbei die Wasseraufnahme sehr schnell und nach wenigen Wochen besitzt es wieder den Feuchtigkeitsgehalt, etwa 8—10%, den es im lufttrockenen Zustand besaß. In dünn geschnittenen Brettern ist der Feuchtigkeitsgehalt fast gleichmäßig verteilt, bei Balken von größeren Abmessungen dagegen hält sich die Feuchtigkeit oft jahrelang, bis endlich gleichmäßiger Feuchtigkeitszustand erreicht ist, der sich dann mit demjenigen der Atmosphäre ändert. Im Darrofen getrocknetes Holz ist gleichmäßig trocken und die Aufnahme der Feuchtigkeit erfolgt von außen her, so daß das Innere trockner bleibt.

Gedarrtes Holz nimmt, in Wasser eingetaucht, sehr bald wieder sein ursprüngliches Volumen an und kann im Hartholz sogar ein größeres Volumen annehmen, als im grünen Zustande; gleichzeitig erhöht sich auch sein Gewicht durch

Anfüllen der Hohlräume der Zellen mit Wasser, obschon es sehr langer Zeit bedarf, daß alle Luft durch Wasser ersetzt ist, wenn dies überhaupt der Fall ist. Durch Auskochen wird die Neigung zur späteren Wasseraufnahme vermindert und auch das „Arbeiten“, das Zusammenschrumpfen oder Schwinden und das Quellen wirksam bekämpft. In noch höherem Grade können diese unangenehmen, aber unvermeidlichen Eigenschaften aller Hölzer eingeschränkt werden, wenn das Holz trockner Luft von etwa 150° C ausgesetzt wird; trotzdem findet bei nachfolgender Behandlung im Darrofen doch noch ein Schwinden statt, während es in heißem Wasser quillt.

Beim künstlichen Trocknen kommen meist Temperaturen von 70—80° C zur Anwendung. Tannen-, Fichten-, Pappel-, Zeder- und Zypressenholz werden sofort nach dem Zersägen getrocknet, wobei für Stärken von etwa 2,5 cm 4—5 Tage nötig sind. Harte Hölzer dagegen, Eiche, Esche, Birke, Ahorn usw., werden zweckmäßig 3—6 Monate lang dem Lufttrocknen unterworfen, um das Schwinden allmählich eintreten zu lassen, und dann erst künstlich getrocknet, wobei die Zeit für 2 cm-Bretter aber 6—10 Tage zu betragen pflegt. Bei zu langer Trocknungsdauer wird das Holz leicht brüchig.

Holz zu Eisenbahnschwellen wird häufig nur 6 Stunden lang auf 100° C erhitzt, für andere Gebrauchszwecke aber bei 40—50° C viel länger.

Die Methoden zur Austrocknung sind je nach den lokalen Verhältnissen sehr verschieden.

Die Darröfen für künstliche Trocknung sind meist Öfen oder Kammern, in denen entweder ein heißer Luftstrom zur Geltung kommt oder man das Holz von den Verbrennungsgasen einer besonderen Feuerung umspülen läßt, so daß auch die fäulniswidrige Wirkung einiger Bestandteile

dieser Gase zur Wirkung kommt. Bei der neuerdings vielfach verwendeten Heizung mit künstlichem Zug werden die Feuergase unter Anwendung des Gegenstromprinzips zur Trocknung verwendet.

Abb. 99 zeigt eine Heißlufttrockenkammer, aus der die durch Dampf erwärmte Luft, nachdem sie das gelagerte Holz umstrichen, durch einen Ventilator wieder abgesaugt wird.

Die Hauptsache beim Trocknen ist die Anwendung großer Luftmengen, die von einem Ventilator zugeführt, einen 1,5- bis 2fachen Luftwechsel in der Minute gestatten, außerdem zweckmäßige Regelung der Lufttemperaturen.

Wirkt der für Eichenholz 40° C, für andere Laubhölzer 30—40° C, für Nadelhölzer je nach der Stärke 50—90° C warme Luftstrom 12 Stunden lang auf das Holz ein, so kann die Trockenzeit betragen bei einer Stärke der Hölzer von:

2,5	5	7,5	10	15	20 cm
1	2	3	4	7	10 Wochen.

Der Wasserverlust in Prozent des Grüngewichts beim Trocknen im Darrofen beträgt annähernd für:

	Splintholz	Kernholz
Fichten-, Tannen-, Föhrenholz.	45—65%	16—25%
Pappelholz	60—65%	40—60%
Eichen-, Eschen-, Ulmen-, Ahorn-, Birken-, Walnußholz	40—50%	30—40%

b) Das Dämpfen des frischen Holzes in geschlossenen Behältern oder gemauerten Gruben hat für die Haltbarmachung des Holzes keinen besonderen Wert und hat fast stets eine Festigkeitsverminderung zur Folge. Das Dämpfen

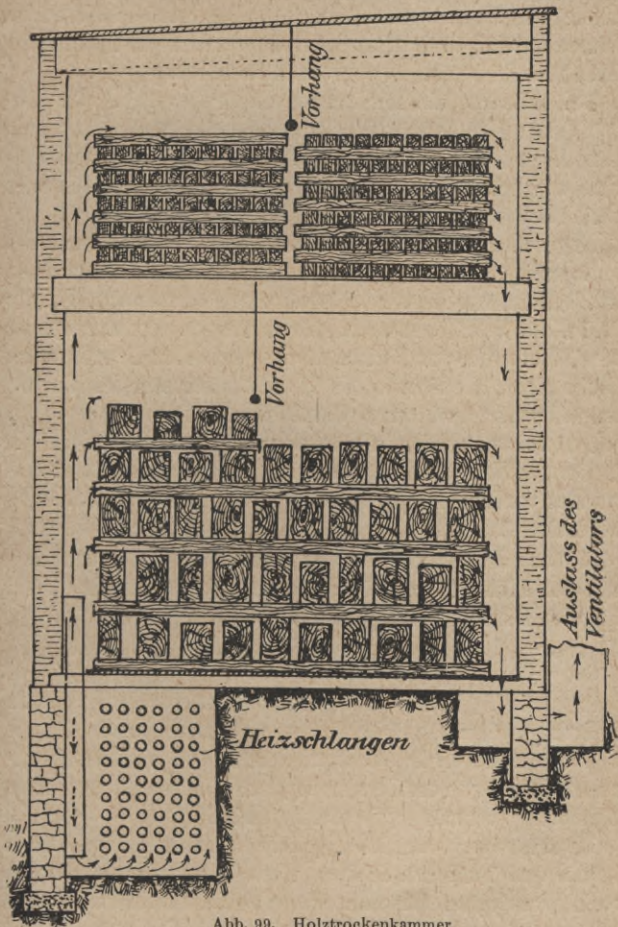


Abb. 99. Holztrockenkammer.

erfolgt meist 60—80 Stunden lang durch überhitzten Wasserdampf, darauf Trocknen an der Luft und folgendes Trocknen in besonderen Trockenkammern.

Bei Hölzern, die leicht zum Reißen neigen, wird das künstliche Trocknen oft durch Dämpfen unterstützt mit dem Zweck, die Holzporen zu öffnen, den Kern des Materials möglichst hoch zu erwärmen und die Austrocknung von innen nach außen zu beschleunigen.

Abgesehen von der Haltbarmachung läßt sich manches Holz gleich nach dem Dämpfen leicht in Formen pressen und biegen, was für die Herstellung gebogener sog. Wiener Möbel, für Schiffbauzwecke, für Radfelgen usw. ausgenutzt wird. Rotbuche und Nußbaum eignen sich für diese Zwecke, Eiche nicht. Gedämpftes Holz wird härter und leichter als ungedämpftes und zeigt eine dunkle Farbe.

c) Auslaugen der Saftbestandteile durch Einbringen in fließendes Wasser bietet, wenn nicht ganz gesundes Holz verwendet wird, keinen Schutz gegen Fäulnis und hat häufig noch eine ungünstige Veränderung des Aussehens zur Folge.

3. Auch das Ankohlen des in der Erde stehenden Holzes, bei Pfählen, Rebstöcken usw., kann nicht als Mittel für die Haltbarmachung in Frage kommen.

III. Anstriche.

Anstriche können stets nur einen vorübergehenden Schutz gewähren und bedürfen stets der Erneuerung; sie können auch lediglich dazu dienen, äußere Einflüsse fernzuhalten, die von der Zersetzung der Holzfasern ausgehende Zerstörung vermögen sie nicht zu hindern.

Zu derartigen Anstrichen gehören Ölfarben, Firnisse aus Leinöl und ähnlichen Stoffen, Pech, Holzteer, Leinöl und auch Wasserglas. Eine Mischung von Holzteer und Steinkohlenteer unter Zusatz von Ätzkalk soll sich gut bewährt

haben, ebenso Karbolineum, ein hochsiedendes Teerdestillat, jedoch weniger im Freien.

Weitere fäulnishindernde Anstriche sind eine Mischung von gereinigtem Graphit, Kautschuk und Schellack und etwas Bleizucker, die mit Leim und Terpentinöl zusammengerieben werden, oder Anstrich mit sog. Kautscholeune, nachdem das Holz vorher mit Kautschukbutter getränkt wurde; ein säurebeständiger Anstrich soll Preolit sein.

Ferner sind als bewährte fäulnishindernde Anstriche zu nennen: geschmolzener Asphalt, sodann eine Mischung von 2 kg Englischrot, $\frac{2}{3}$ kg pulverisiertem Vitriol und $\frac{1}{3}$ kg gepulvertem Kolophonium, 2 kg Tran, $1\frac{1}{2}$ kg Roggenmehl und 10 kg Wasser.

In der Erde stehende Hölzer werden, außer durch Wasserglas, längere Zeit geschützt durch einen Anstrich, bestehend aus 5 Teilen pulverisiertem Pech oder Kolophonium, 2 Teilen gepulvertem Schwefel und 7 Teilen Steinkohlenteer, der heiß zu benutzen ist.

Außer den erwähnten Verfahren ergibt auch die Tränkung oder Bestreichung mit Antinonnin der Farbwerke von F. Bayer & Co. für in den Boden einzurammendes Holz gute Ergebnisse. Jedoch erhält das Holz durch die $\frac{1}{5}$ —2% antinonnhaltige Lösung eine gelbe Farbe.

Tränkung mit Wachs und Talg, Lösungen von Harz in Öl, Paraffin und Leinöl oder Talg allein geben zwar gute Ergebnisse, sind aber teuer.

IV. Haltbarmachung durch Einbringen fäulniswidriger Stoffe (Imprägnierung).

Von der großen Menge von Stoffen, die in Vorschlag gebracht worden sind, kommen heute im wesentlichen nur zwei Gruppen in Betracht: wässrige Salzlösungen und Öle.

Die verwendeten Salzlösungen sind vorwiegend die Metallsalze, von denen Zinkchloridlösung, β -naphtalin-sulfosaures Zink (Wiesesalz), Kupfervitriol und Quecksilbersalze hauptsächlich in Frage kommen. Neben ihnen sind Fluornatrium und Kieselfluornatrium zur Holzkonservierung vorgeschlagen (Hoettger).

Die verwendeten Öle sind reines Steinkohlenteeröl von solcher Zusammensetzung, daß bei der Destillation bis 150° C höchstens 3%, bis 200° C höchstens 10%, bis 235° C höchstens 35% überdestillieren. Die für die Haltbarmachung des Holzes wertvollen Bestandteile sind Anthrazen, Bitumen und Naphtalin, ein hochwertiges aber zu teures Tränkungsmedium ist Holzteer, auch Mischungen von Erdölen und Steinkohlenteeröl haben bisher weiteren Eingang nicht gefunden. Neuerdings wird auch Dinitrophenol genannt. Am vollkommensten arbeiten die Verfahren, die mit Teeröl in Verbindung mit Druck und Vakuum arbeiten, die sog. Sparverfahren, so daß die übrigen Tränkungsverfahren dagegen zurücktreten.

1. Tränkungsverfahren. Von allen bisher bekannten zahlreichen Verfahren haben allein das Quecksilbersublimat- und Teerölverfahren größere Bedeutung zu erlangen vermocht, daneben wird noch in geringerem Umfange die Tränkung mit Kupfervitriol benutzt.

a) Bei der Behandlung mit Kupfervitriol (Boucherisieren), das aber nur für nicht entrindete Stämme anwendbar ist und mehr und mehr zurücktritt, wird meist eine Lösung von 100 Gewichtsteilen Wasser und 1—1,5 Teilen Kupfervitriol benutzt, die man aus 10—12 m hochstehenden Bottichen durch das Stammende des höchstens 9—10 Tage vorher frischgefällten Holzes unter dem Druck der Flüssigkeitssäule eintreten läßt, wobei das Eintrittsende mit einer luftdicht schließenden Kappe versehen werden

muß. Der Zellsaft wird dadurch verdrängt und am Zopfende erscheint endlich die blaue Kupfervitriollösung. Sehr lange Stämme werden von einem Einschnitt in der Stammmitte aus getränkt. Kalkhaltiges Wasser darf für die Lösung nicht verwendet werden. Jedoch darf so getränktes Holz nicht mit Eisenteilen in Berührung kommen. Für 100 cbm Holz sind etwa 95—100 kg Lösung erforderlich. Das Verfahren wird häufig für Eisenbahnschwellen und Telegraphenstangen verwendet, für eine solche von 10 m Länge dauert die Tränkung 12—14 Tage.

b) Behandlung mit Quecksilberchlorid (Kyanisieren). Bei diesem Verfahren, bei dem das Holz in einem Holzbottich, der frei von Eisenteilen sein muß, der Einwirkung der Lauge (300 Teile Wasser und 2 Teile Quecksilberchlorid) ausgesetzt wird, findet im wesentlichen nur eine Oberflächentränkung statt. In bewohnten Gebäuden sind derartig behandelte Hölzer wegen der Giftigkeit der Lauge nicht zu verwenden. Für Nadelhölzer sind etwa 8—10 Tage, für harte Laubhölzer 12—14 Tage zur Tränkung erforderlich. Für eine Eisenbahnschwelle, die etwa $\frac{1}{8}$ kg Sublimatlösung aufnimmt, stellen sich die Kosten vor 1914 auf 0,75—1 M.

c) Die Anwendung von Chlorzinklösung allein, Burnettisieren, oder unter Zusatz von karbolsäurehaltigem Teeröl ist von der Preußisch-Hessischen Eisenbahnverwaltung für Eisenbahnschwellen durchgebildet worden.

Das Holz wird hierbei in luftdicht zu verschließende Kessel eingebracht und durch Dampf von $1\frac{1}{2}$ Atm. Spannung 3 Minuten erhitzt. Nach Ablassung des Dampfes wird 10 Minuten lang eine Luftverdünnung von 60 cm am Vakuummeter gehalten, worauf die 65° C warme Chlorzinklösung unter 7 Atm. Druck 30 Minuten lang zur Wirkung kommt.

Je nach der Holzart werden höhere Dampfdrücke und längere Einwirkungszeiten von Dampf und Chlorzink verwendet.

2. Bei dem Tränkungsverfahren mit erhitztem Steinkohlenteeröl wird das in einen luftdichten Kessel eingebrachte Holz zunächst durch eine Luftverdünnung von 60 cm 10 Minuten lang getrocknet und dann das schon vorgewärmte Teeröl eingelassen, auf 105—115° C erhitzt, wozu etwa 3 Stunden erforderlich sind und 1 Stunde lang auf der Höchsttemperatur belassen. Der dabei aus dem Holz austretende Wasserdampf wird in einem Rohrkühler niedergeschlagen. Darauf wird durch eine Druckpumpe ein Druck von 7 Atm. erzeugt, der für Eichenholz 1 Stunde, für Buchenholz $\frac{1}{2}$ Stunde zur Wirkung kommt, worauf das Öl abgelassen wird.

Da der Ölverbrauch bei den Volltränkungsverfahren sehr groß ist, hat sich das Verfahren der Rüping-Rütgers-Werke, Spartränkung, seit 1902 schnell eingebürgert, das auch für nasse Hölzer verwendbar ist, wenn zu Beginn ein Trocknen durch Erhitzen der Hölzer in heißem Öl erfolgt und das Wasser unter geringer Luftverdünnung verdampft wird.

Zu Beginn wird eine Füllung der Holzporen durch 10 Minuten dauernde Einwirkung von Preßluft unter 1,5 bis 4 Atm. bewirkt, worauf stets unter Luftverdünnung Teeröl von etwa 70° C unter einem Druck von 7 Atm. $\frac{1}{2}$ —1 Stunde lang zur Wirkung kommt.

Nachdem das Öl durch Preßluft von etwas höherem Druck entfernt ist, wird durch eine darauffolgende Luftverdünnung von 60 cm, die etwa 10 Minuten dauert, die Luft aus dem Holz durch Ausdehnung herausgetrieben, wodurch auch das überschüssige Öl entfernt wird.

In bezug auf Einzelheiten muß auf die Sonderliteratur verwiesen werden.

Die schematische Anordnung einer Tränkungsanlage nach dem Rüping-Verfahren zeigt Abb. 100, die nach den beistehenden Erläuterungen verständlich ist.

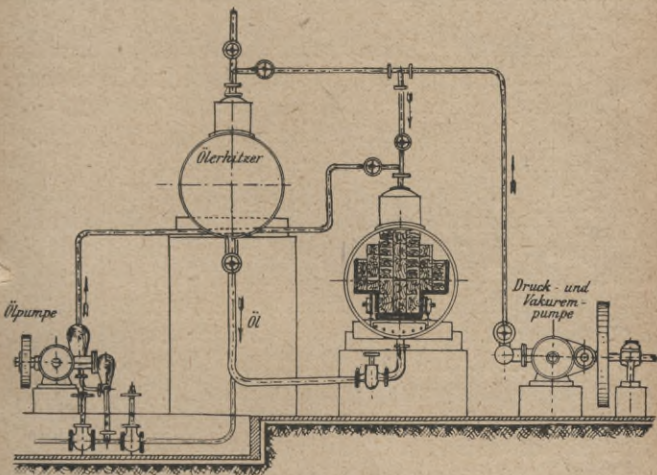


Abb. 100.

Schematische Anordnung für Tränkung nach dem Rüping-Verfahren.

3. Die Tränkung ist für die Verwendungszwecke besonders wirtschaftlich, bei denen die Lebensdauer der rohen Hölzer nur kurz ist. Sie beträgt bei kiefernen Eisenbahnschwellen 7—8 Jahre, bei Buchenschwellen 2—3 Jahre, bei kiefernen Pflasterklötzen oft nur 3 Jahre, bei Grubenhölzern in Wetterstrecken höchstens 1 Jahr und bei Wasserbauhölzern in den vom Bohrwurm heimgesuchten Gewässern oft nur einige Monate.

Die Hauptfeinde des Grubenholzes sind Gebirgsdruck und Fäulnis. Besonders im Abbau führt der Gebirgsdruck oft eine so schnelle Zerstörung des Holzes herbei, daß Fäulnis gar nicht auftritt. In den Strecken ist es umgekehrt, wo der Gebirgsdruck häufig so gering ist, daß das Holz ihm jahrelang widerstehen könnte, wenn nicht vorher Fäulnis einträte.

Die Lebensdauer konservierter Hölzer beträgt dagegen bei kiefernen Schwellen etwa 20 Jahre, bei buchenen Schwellen 30 Jahre, bei kiefernen Pflasterklötzen 10—15 Jahre, bei Grubenhölzern wenigstens 8 Jahre, bei Wasserbauhölzern 20 Jahre und mehr.

Neben der technischen Seite ist die Ausnützung der Möglichkeiten zur langen Erhaltung des Holzes eine brennende volkswirtschaftliche Frage, da in Deutschland, das vor dem Kriege $\frac{3}{4}$ des Holzbedarfs aus eigenen Forsten gewann, $\frac{1}{4}$ einführen mußte, mit Einfuhr z. Z. nicht gerechnet werden kann; es wird von der eigenen Erzeugung mindestens $\frac{1}{3}$ nach auswärts abgegeben werden müssen, so daß wir im günstigsten Falle mit der Hälfte des Holzes auskommen müssen wie bis zum Jahre 1914.

Die Notwendigkeit, Holz gegen vorzeitigen Verfall zu schützen, tritt überall da hervor, wo es in großen Mengen verbraucht wird, wie bei den Masten für Licht- und Kraftleitungen der Überlandzentralen, Gruben und Bergwerken mit ihren Anlagen über und unter Tage, Gärtnereien, Wein-, Reb-, Hopfen-, Zaunpfählen, ferner bei Hafenanlagen, Landungsstegen, Badehäusern, Scheunen, Landhäusern, Kühltürmen, Holzpflaster, Holzschiffbau usw.

Es liegt nahe, anzunehmen, daß jedes dieser Verwendungsgebiete auch besondere diesem Zweck angepaßte Tränkungsverfahren nötig hat, so daß die Fortentwicklung der Tränkungschnik von außerordentlichem Nutzen sein wird.

Um den Einfluß der Tränkung auf die Lebensdauer des Holzes darzulegen, sind in folgender Zusammenstellung die wegen Fäulnis erforderlichen Auswechslungszeiten nach Versuchen an Eisenbahnschwellen wiedergegeben.

Auswechslung wegen Fäulnis	Fichte und Tanne		Kiefer		Buche		Eiche	
	natur- lich	ge- tränkt	natur- lich	ge- tränkt	natur- lich	ge- tränkt	natur- lich	ge- tränkt
	%	%	%	%	%	%	%	%
nach 5 Jahren	42,8	28,3	13,36	1,6	100	4,3	4,5	0,2
" 7 "	93,4	48,7	37,3	3,2	—	10,8	10,6	0,8
" 10 "	—	—	67,7	11,6	—	11,5	31,1	3,5
" 13 "	—	—	100	41,8	—	25	34,9	12,1

Um in Gebäuden befindliches Holz zu schützen, ist darauf zu achten, daß zwischen den Balkenköpfen und dem Mauerwerk ein Luftzwischenraum von 2,5—4 cm vorhanden ist, der möglichst mit dem Inneren der Gebäude in Verbindung stehen soll. Ein weiterer Schutz kann durch oben angeführte Tränkungsmittel oder Anstriche sowie Abdeckung mit gefalzter Dachpappe erzielt werden.

V. Schutz des Holzes gegen Entflammbarkeit.

Wenn auch ein absoluter Schutz des Holzes gegen Feuer nicht ausführbar ist, so kann doch in vielen Fällen eine Schwerentflammbarkeit erzielt und die Verkohlung des Holzes möglichst verlangsamt werden. Abmessungen, Bearbeitung und Holzart spielen dabei eine wesentliche Rolle. Es muß dabei stets darauf gesehen werden, den Sauerstoff der Luft vom Holz fernzuhalten. Bloßer Anstrich erscheint in den meisten Fällen nicht genügend, ebenso Imprägnie-

rung. Besserer Schutz läßt sich durch Kalk und Zementputz erreichen. Schon oberflächlich verkohltes Holz bietet einen gewissen Schutz in dieser Beziehung. Alle Feuerschutzmittel des Holzes aber versagen, wenn die Temperatur so hoch gestiegen ist, daß das Holz Gase entwickelt.

Bei den verwendeten Mitteln spielt das Wasserglas eine große Rolle, durch dessen Auftragung im Holz Kieselsäure ausgeschieden wird, so daß so behandeltes Holz der Hitze und der Flamme längere Zeit widersteht.

Bei Anwendung dieses Mittels wird Wasserglaslösung mit der halben Gewichtsmenge Wasser verdünnt, dem etwas Ton, Kreide oder Schwerspat hinzugesetzt sind. Das Holz wird mit zwei- bis fünfmaligem Anstrich versehen und dann noch ein Überzug von reinem Wasserglas gegeben.

Ein weiteres in Anwendung gebrachtes Mittel ist eine Mischung von 35% Wasserglas, 35% Schwerspatpulver, 1,4% Zinkweiß und 28% Wasser, mehrmals aufgetragen.

Zu nennen sind ferner gebrannter, in einer Lösung von Kalziumchlorid gelöschter Kalk. Auch die unter Druck erfolgte Tränkung des Holzes mit phosphor- oder schwefelsaurem Ammonium nach dem Verfahren von Gautsch soll gute Ergebnisse geliefert haben.

Außerdem ist noch eine größere Anzahl von Feuerschutzmitteln vorhanden, deren Zusammensetzung von den Fabrikanten meist geheimgehalten wird, wie die Feuerschutzmasse von Hülsberg & Co. u. a.

Einen guten Feuerschutz soll das als Calcidum in den Handel gebrachte Mittel besitzen.

Anstriche mit borsäurem Ammonium haben sich in einigen Fällen bewährt.

Daneben seien noch einige feuerschützende Behandlungsweisen des Holzes erwähnt. Das Holz wird mit einer dickflüssigen Lösung von 1 Teil Natriumsilikat in 2—3 Teil-

len Wasser zwei- bis dreimal gestrichen, wobei jeder Anstrich erst trocken sein muß, ehe der folgende aufgebracht wird. Dann erfolgt ein Anstrich mit Kalkmilch und nach dem Trocknen werden 2 Teile in Wasser gelöstes Wasserglas aufgebracht. Das so behandelte Holz wird sehr hart und zeigt gegen Stichflammen großen Widerstand.

Für kleinere bearbeitete Holzteile oder größere vor der Bearbeitung ist es zweckmäßig, das Holz mehrere Stunden in eine kochende Lösung von 3 Teilen Manganchlorür, 2 Teilen Phosphorsäure, 1 Teil Magnesiumkarbonat, 1 Teil Borsäure und 3 Teilen Ammoniumchlorid in 100 Teilen Wasser zu tauchen und dann in einem warmen Raum zu trocknen, wodurch die Entflammbarkeit des Holzes fast vernichtet wird. Besonders schwer brennbar ist australisches Hartholz.

Fünfter Abschnitt.

Die Verwendung des Holzes als Handelsware.

I. Das Holz im Handel.

1. Die Herstellung des Bauholzes aus dem Stamm. Das Fällen der Baumstämme geschieht in den weitaus meisten Fällen durch Sägen, seltener durch Einkerbten und Stemmen oder Ausroden, d. h. durch Abgraben der Wurzeln. Nach dem Fällen werden sämtliche nicht für Bauholz geeignete Teile entfernt, die größeren Äste durch Absägen; man sagt: der Baum wird gezopft.

Um bestimmte Bauholzformen zu erhalten, wird der Stamm durch sog. Ablängen mit der Quer- oder Bauchsäge in die erforderlichen Teile zerlegt, das Herstellen der Seitenflächen erfolgt meist durch Maschinensägen, wobei Beschlagen der Seitenflächen mit dem Beil seltener geworden und nur bei waldkantigen Balken üblich ist, bei denen die Kanten selbst noch durch Teile der Rinde des Stammes gebildet werden. Die Abfälle, die sich bei der Herstellung des Balkens ergeben, heißen Schwarten.

Bohlen und Bretter werden aus den sog. Sägeblöcken hergestellt, zu denen ganz gerade Stammabschnitte von den größten Querschnittsabmessungen ausgesucht werden, und wobei Band-, Kreis- und Gattersägen verwendet werden.

Die mit der Säge geschnittenen Balken, Bohlen, Bretter und Latten werden auch auf einer, zwei, drei oder allen Seiten gehobelt geliefert, Bretter auch mit Nuten und Federn an den Schmalseiten, außerdem werden für bestimmte Zwecke, Verkleidungsbretter, Kehlleisten, Gsimbleisten mit den verschiedensten Profilen geliefert, auch krummlinig geschnittene Holzstücke für die Zwecke der Bautischlerei. Auch die Krümmlinge, aus harten und festen Holzarten gewonnen sind für Schiffbau, als Wagnerholz sehr geschätzt (Abb. 101—105).

2. Das Nutzholz, wie es in den Handel gelangt, läßt sich in zwei Gruppen teilen, das Waldnutzholz, das ohne besondere Bearbeitung zum Verkauf gelangt, und das Baunutzholz, das für alle gewerblichen Zwecke eine bestimmte Formgebung erhalten muß.

Je nach der Art der Zumessung, ob eine feste Holzmasse oder geschichtete Holzmasse in den Handel gelangt, wird ersteres nach Kubikmetern (Festmetern), letzteres nach Raummetern verkauft, wobei unter Raummetern

der gesamte Inhalt der Schichtung einschließlich der Zwischenräume verstanden wird.

a) Waldholz wird je nach dem Durchmesser mit ver-



Abb. 101—105. Krümmlinge.

schiedenen Namen bezeichnet; alles Holz bis etwa 7 cm Durchmesser heißt Reiserholz, alles bis 14 cm Derbholz, alles über 14 cm Stammholz, alle unzerschnittenen Hölzer Langholz, die zerschnittenen und geschichteten Stücke Schichtholz.

b) Unter Bauholz versteht man alles beim Hoch-, Brücken-, Wasser-, Erd- und Grubenbau, Straßen-, Eisenbahn- und Schiffbau zur Verwendung kommende Holz. Die technische Brauchbarkeit der Bauhölzer wird durch die Fehler im Holz für manche Verwendungszwecke nicht unwesentlich beschränkt.

Außer den durch Schrumpfen und Schwinden entstehenden verschiedenartigen Rissen (vgl. S. 52) können, z. B. durch Gefrieren von Wasser im Stamm, Spalten, die sog. Eisklüfte, entstehen, die Holz unbrauchbar machen können (vgl. S. 57).

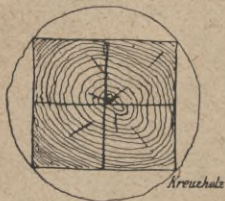


Abb. 106.

Halb- und Kreuzholz.

Ein weiterer Fehler, der besonders bei Eichenholz beobachtet wird, ist das schiefe und spiralige Verlaufen der Fasern, die das Holz zum Spalten untüchtig machen. Man bezeichnet diese Erscheinung als Drehwuchs (Abb. 36).

Voll- oder Ganzholz, Stammholz, Langholz heißt alles berindete oder entrindete unbeschlagene Rundholz und beschlagene Kanthölzer.

Das Bauholz wird wesentlich in drei Formen verwendet, als Rundholz, Kantholz und Schnittholz. Rundholz ist meist schon der Rinde beraubt (bebeilt). Aus dem Rundholz wird durch Axt und Beil das Kantholz gehauen oder ausgesägt, wobei man nach der Ausbildung der Kanten scharfkantige, vollkantige und baumkantige unterscheidet. Nach den Querschnittsabmessungen werden wieder extrastarkes, Mittel- und Kleinbauholz unterschieden. Ein durch einen Sägeschnitt der Länge nach in zwei gleiche Teile geschnittener Balken ergibt das sog. Halbholz, zwei sich kreuzende Schnitte Kreuzholz (Abb. 106).

Die Abb. 107, 108 zeigen die Herstellung rechteckigen Verbandholzes aus dem Stamm, Abb. 109 die Zerlegung des Stammes zu Brettern.

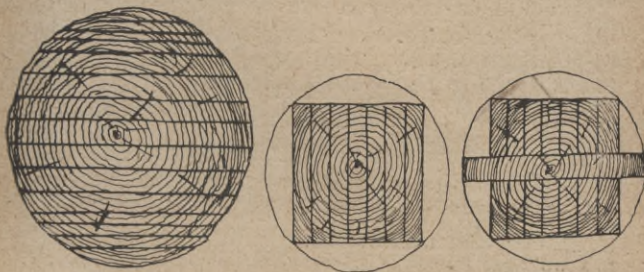


Abb. 107, 108 u. 109. Zerlegen des Stammes in Bretter.

Die zu Bauholz bestimmten unbeschlagenen Stämme werden nach der Länge und dem Zopfdurchmesser eingeteilt in:

	Zopf- durchmesser cm	Länge cm
Extra starkes Holz	über 35	über 14
Starkes Holz	25—35	12—14
Mittelbauholz	20—25	9—12
Kleinbauholz	15—20	9—11
Bohlstämme	13—15	7—9
Lattstämme	8—13	7—9

c) Unter Schnittholz (Abb. 107—109) versteht man, außer geschnittenen Balken, Bretter oder Dielen, Bohlen und Planken, die zusammen auch als Breitschnittholz bezeichnet werden, von denen die Stammbohlen und Stambretter höhere Qualität besitzen als Zopfbohlen usw. Latten sind 2—3 cm dick, 5—7 cm hoch und bis 5 m lang.

3. Furniere. Die aus massivem Holz hergestellten Möbel haben viele Mängel, da sie leicht reißen, sich werfen, bucklig oder wellig werden und dabei schwer und teuer sind.

Man stellt daher die einzelnen Möbelbestandteile nicht in der ganzen Stärke aus einem Stück her, sondern aus leichtem Pappel-, auch Fichten-, Tannen- oder Kiefernholz, das man mit einem Furnier der gewünschten besseren oder edleren Holzart überzieht oder beklebt.

Ein Furnier ist ein dünnes Blatt irgendeines Edelholzes, 0,1—1,0 mm stark, das man fast aus allen in- und ausländischen Hölzern herstellt; es seien hier Eiche, Esche, Ahorn, Birke, Erle, Ruster, Nußbaum, Pappel, Birnbaum, Kirschbaum, Buche, Mahagoni, Gaboon (afrikanisches Mahagoni), White wood, Palisander, Ebenholz, Zitronenholz, Padouc, Rosenholz genannt.

Man unterscheidet gesägte, gemesserte und geschälte Furniere. Gute Furniere müssen auf beiden Seiten ein dichtes und festes, nicht gebrochenes Gefüge besitzen.

Nachdem die Rundhölzer auf großen Blockbandsägen, Horizontal- oder Seitengattern vierkantig gesägt sind, werden sie auf die Furnierschneidemaschine gebracht, früher große Kreissägen (Feissägen) von über 2 m Durchmesser. In den letzten Jahrzehnten sind den Horizontalgattern ähnlich gebaute, mit einem feinen, dünnen Sägeblatt arbeitende sog. Hamburger Furniersägen in Gebrauch gekommen.

Der Schnittverlust beim Furniersägen darf nicht mehr als 0,8—1 mm betragen, was bei großen Kreissägen schwer zu erreichen ist.

Die drei Arten Furniere haben jede ihre besonderen Eigenschaften und Vorzüge.

Die gesägten Furniere werden besonders für bessere Ar-

beiten, für die Herstellung feiner Pianos, Möbel, Innenarchitektur usw. verwendet, sie sind teurer als gemesserte oder geschälte Furniere, haben aber ein festeres Gefüge. Beim Schälen oder Messern erhalten die Furniere wegen der starken Messerhalter durch Biegung viele kleine Risse und Brüche, was sich besonders bei Holzarten mit starken Poren, wie z. B. Eiche, zeigt, so daß beim Aufleimen der Furniere der Leim leicht durch das Furnier schlägt.

Ein Vorteil des Furniersägens liegt darin, daß die Hölzer vorher nicht gedämpft zu werden brauchen und ihre natürliche Farbe behalten. Durch das Dämpfen werden die Hölzer dunkler und erhalten eine rötliche Färbung. Besonders bei Eichenholz ist der Farbenunterschied von gemesserten und gesägten Furnieren ziemlich bedeutend.

Gemesserte Furniere werden den geschälten vielfach vorgezogen, da sie sich besser polieren lassen, auch besser „stehen“ sollen, d. h. sich nicht leicht werfen, bucklig oder wellig werden.

Bei den gesägten und gemesserten Furnieren werden die Jahresringe flach glatt durchschnitten und dadurch, weil sie nicht mehr innig verbunden sind, auch nicht mehr weiterarbeiten, während bei geschälten, mit den Jahresringen noch aneinanderhängenden, mehr gewölbten Furnieren ein Werfen eher eintritt.

Feinere Furniere, wie z. B. amerikanischer Vogelaugen-Ahorn, Thuja, Blumenesche, Jakaranda, wie überhaupt feinere Wurzelhölzer, die sämtlich sehr schöne Maserung besitzen, werden mit Vorliebe geschält, da hierdurch die Struktur breiter wird, als wenn die Jahresringe flach durchschnitten sind.

Die zu messernden Hölzer müssen vorher in Kesseln, gemauerten Gruben oder besonderen Dampfkammern län-

gere Zeit gekocht oder gedämpft werden. Dasselbe muß mit zu schälenden Hölzern geschehen, wenn sie nicht mehr genügend frisch oder feucht sind. Das Dämpfen hat so lange zu erfolgen, bis die Hölzer genügend weich sind, um das Messer leichter in das Holz eindringen zu lassen, ohne es zu zerreißen, zu splintern oder zu zerbrechen.

Kostbare edle Hölzer werden für die Herstellung von Furnieren durch Furniermessermaschinen auch wohl auf Unterlagen geleimt, um sie bis zum letzten Rest aufschneiden zu können.

Das Messer schneidet das Holz nicht, wie sonst üblich, in der Faserrichtung, also vom Stamm zum Wipfelende, sondern in der Breite, also von der Seite.

Für die geschälten Furniere kommen nur Rundhölzer zur Verarbeitung. Die Stämme werden auf die entsprechende Maschinenlänge von 1—2,5 m von Borke, Bast und Ästen befreit, sauber geputzt und mit Laufkatzen in die Maschine gebracht, in der ein schweres, sich vorschiebbendes Messer spiralförmig das Furnier als langes gleichmäßig dickes Band in der Stärke von 0,1—1,0 mm abschält.

Die von der Schälmaschine ablaufenden langen Bänder werden auf einem mit Rollen versehenen Tisch übereinander gestapelt und auf die gewünschten Maße zugeschnitten.

Die fertig zugeschnittenen, noch feuchten oder nassen Platten müssen dann getrocknet werden, wozu hydraulische Pressen oder besondere Furnier-Schnell-trockenmaschinen dienen. Letztere haben fünf etwa 2,5 m breite, wagerechte Transportbänder, durch deren Berührungsflächen vier Transportbahnen für die Furniere geschaffen werden. Zu beiden Seiten befinden sich Heizschlangen mit Flügelventilatoren, die warme Luft von oben

und unten über die Furniere blasen, während gleichzeitig die mit Feuchtigkeit gesättigte Luft durch einen Exhaustor abgesaugt wird. Die Transportbänder üben einen starken, aber sehr elastischen Druck auf die zwischen ihnen befindlichen Furniere aus, stark genug, um das Welligwerden beim Trocknen zu verhindern, aber auch so nachgiebig, daß die Furniere an dem durch das Trocknen notwendigen Zusammenziehen nicht gehindert werden, so daß sie nicht reißen und zerbrechen.

Der Trockner wird von beiden Seiten beschickt, ebenso verlassen die Furniere den Trockner zu beiden Seiten der Maschine.

Ein Furnier von 0,3 mm Stärke trocknet bei einmaligem Durchgang durch die Maschine in etwa 35 Minuten, während solche von 0,6 mm Stärke 95 Minuten brauchen.

Um den fertigen Furnieren für gewisse Zwecke, z. B. zur Kistenherstellung, eine besondere Glätte oder höheren Glanz zu geben, werden sie noch auf einer besonderen Glättmaschine zwischen mit Dampf geheizten Glätt- oder Druckwalzen hindurchgeführt.

Derartig geschälte Furniere werden außer in der Möbelindustrie zu drei- oder mehrfach verleimten Platten, sog. Sperrholz, verarbeitet, ferner zu Stuhlsitzen, kleineren Kistchen, Zigarrenkisten, Holzdraht, Zündhölzern, Zündholzschachteln, Zylinderfässern, Buchbinder- und Schuster-spänen, Holztapeten, Banksitzen, Fächern, Jalousien, Flechtspänen, Rollwänden und vielen anderen Zwecken.

Über die Maschinen zur Herstellung von Furnieren vgl. Sammlung Göschen Band 582: Wilda, Arbeitsmaschinen für die Holzbearbeitung.

II. Übersicht über die technischen Eigenschaften der wichtigsten Nutzhölzer.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Tanne, Edel-, Weißtanne. <i>Abies pectinata</i> , Nordmannanne, <i>Abies Nordmanniani</i> , Douglas Tanne, <i>Pseudotsuga Douglasii</i> .	Rötlich- oder gelblichweiß, Spätholz dunkel und dicht, Frühholz weiß, weich, Jahresringe sehr deutlich. Weich, grob, gut spaltbar, trocken sehr dauerhaft, schwindet wenig, zähe.	Bau-, Brenn-, Möbelholz. für Drechslereiarbeiten, Schnittwaren, musikalische Instrumente, guter Resonanzboden, Mühlenbau, Holzvolle, Holzstoff, Zellulose. Aus den Nadeln: Coniferengeist.
Eibe, Taxbaum. <i>Taxus baccata</i> .	Gelblichweiß, Kern braunrot. Schwer, hart, schwer spaltbar, dauerhaft, zäh und elastisch, schöne Maserung, schwindet wenig, schwerspalzig.	Drechslerwaren, Bleistiftgehäusen, Faßhähne, Furniere.
Zypresse, gemeine. <i>Cupressus sempervirens</i> .	Leicht, weich, leicht zu bearbeiten, unter Wasser sehr dauerhaft, ähnlich dem Tannenholz, aber dichter.	Feinere Tischler-, Drechsler- und Schnitzarbeiten.
Lawson-Zypresse, Thuja gigantea, Lebensbaum, Thuja occidentalis.	Splint gelblich, schmal. Kern graubraun.	Bau- und Tischlerholz.
Sumpfpypresse, <i>Taxodium distichum</i> .	Schmaler, heller Splint, bräunlicher Kern, leicht, dauerhaft, elastisch, Kernholzbaum.	Geschätztes Bauholz.
Wacholder, gemeiner. <i>Juniperus communis</i> .	Gelbbraun bis rötlichgelb, weich, dicht, fest, zähe, schwerspalzig, charakteristischer Geruch, sehr dauerhaft, dem Wurm/raß nicht unterworfen.	Tischler-, Drechsler- Galanteriearbeiten, Peitschenstöcke.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Wacholder, virginischer. Rotes Zedernholz. Juniperus sabina.	Kern rosen- bis braunrot. Weich, leicht, gut spaltbar, angenehm riechend.	Bleistiftholz.
Lebenbaum, amerikanischer. Weißes Zedernholz.	Kern hellbraun, Splint weißgelb. Weich, schwerspaltig, dauerhaft, kampferartiger Geruch.	Feinere Tischlerarbeiten.
Fichte, Rottanne, Fichtanne. Picea excelsa. Haselfichte.	Rötlich- bis gelblichweiß, weich, grob, leicht spaltbar, sichtbare Harzporen, harzig riechend, dauerhafter als Tannenholz, elastisch, schwindet wenig, Reifholzbaum.	Wie Tannenholz verwendet und zu Wasserrädern, Papiermasse, Holz- wolle, künstl. Seide, Fichtennadel- extrakt, Waldwolle.
Kiefer, Föhre, gemeine. Weißkiefer, Rotkiefer. Pinus silvestris.	Splint sehr breit, rötlich- bis gelblich- weiß, beim Trocknen braunrot, zahlreiche Harzporen. Weich, leichtspaltig, grob, harzig riechend. — Im Fladerschnitt breite gelbe Streifen.	Bau- und Sägeholz, Brunnenröhren, Masten, Möbel. Reißt leicht unter dem Hobel. Harz, Terpentinegel, Kolophonium.
Schwarzkiefer. Pinus nigra austriaca.	Im Fladerschnitt braune Streifen, stark verharzend. sonst wie Föhre.	Bauholz zu Wasserbauten, Schindeln, Schwellen.
Krummholzkiefer. Pinus pumilio.	Schwerspaltig, sonst wie die gemeine Kiefer.	Brennholz, Kiefernöl.
Weimutskiefer. Pinus strobus.	Oft heller als gemeine Kiefer, im Fladerschnitt schmale gelbe Streifen. Weich, leicht, leichtspaltig, zähe, schwindet wenig, harzärmer.	Bauholz, Schiffbau, Schnitz-, Blind-, Böttcherholz, Tischlerarbeiten. Im allgemeinen minderwertiger.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Pitchpine, amerikanische Harzkiefer. <i>Pinus australis rigida.</i>	Kern dunkelbraun, Sommerholz braunschwarz, hart, dicht, speckig aussehend, schwindet wenig, reißt leicht an der Luft.	Wasserbauten, Eisenbahnwagen, Bautischlerarbeiten.
Weihrauchkiefer, nordamerikanische.	Kern tiefbraun, stark verharzend.	Bauholz.
Zirbelkiefer. <i>Pinus cembra.</i>	Kern rotbraun, Splint gelblichweiß, Jahresringe sehr gleichmäßig. Weich, sehr leicht, fein, schwindet wenig, riecht kräftig.	Tischlerholz, Schnitzereiholz, Schindeln.
Lärche, ähnlich: Douglastanne. <i>Larix europaea.</i>	Kern rotbraun, Splint gelblichweiß, zahlreiche Harzporen, weich, grob, leichtspaltig, sehr dauerhaft, schwindet wenig. Kernholzbaum.	Bauholz, Wasser- und Grubenbau, Möbel, Schwellen.
Seestrandkiefer. <i>Pinus maritima.</i>	Sehr harzreich, schwer, dauerhaft, dicht, Splint weißrötlich, Kern rotbraun.	Pflasterholz.
Longleaf pine. <i>Pinus palustris.</i>	Rötlich gelb, sehr hart, fest, haltbar.	Schwere Ingenieurbauten.
Loblolly pine. <i>Pinus taeda.</i>	Großer Saftgehalt, weite Jahresringe, wächst schnell.	
Yellow pine. <i>Pinus ponderosa.</i>	Sehr harzreich.	Hochbauten, Eisenbahnschwellen.
Red pine. <i>Pinus resinosa.</i>	Elastisch, ziemlich zähe, rötlich-weiß.	

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Shortleaf Yellow pine. <i>Pinus echinata.</i>	Ähnlich Longleaf pine, weniger fest.	Bauholz, Masten.
Kaurifichte.	Splint gelblich, Kern grau-orangefarbig, schwer, hart, schwerspaltig, atlastglänzend.	Tischlerarbeiten, Galanteriewaren.
Götterbaum. <i>Ailanthus glandulosa.</i>	Kern zimmetbraun, große Poren, aromatischer Geruch, weich, leicht, leichtspaltig.	Zigarren- und Zuckerboxen, Surrogat für Mahagoni.
Zedernholz, spanisches <i>Cedrus-Zeder</i> mit 3 Arten.	Kern gelbbraun, Splint gelbweiß. Schwer, hart, glänzend, schwerspaltig, dauerhaft, Kernbaum.	Tischlerholz, Einlagerarbeiten, Futter für Seidenraupen.
Maulbeerbaum, weißer und schwarzer. <i>Morus alba.</i> <i>Morus nigra.</i>	Kern grünlich-gelb-braun, Splint gelblich. Hart, schwerspaltig, sehr elastisch, Kernholzbaum.	Bauholz, Pfosten, Speichen, Brantweinfasser, Drechslerholz.
Robinie, unechte Akazie. <i>Robinia pseudacacia.</i>	Kern hellbraun, Splint gelblichweiß, zwischen beiden helleres Reifholz. Schwer, hart, glänzend, schwerspaltig, zähe, fest, biegsam, sich wenig werfend. Schöne Maserung.	Tischler-, Drechslerholz, Deichseln, landwirtschaftliche Geräte, Axstiele, Lanzenstämme, Peitschen- und Spazierstöcke, Eschenmaser zu Furnieren, Eisenbahnwagen, Radzähne, Werkzeugstiele.
Eberesche, Vogelbeerbaum. <i>Sorbus aucuparia.</i>	Gelblichweißer Splint, Kern bräunlich geflammt, hart, fest, schwerspaltig.	Wagenbau, Gerbmateriale.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Atlasbaum, Elsbeerbaum. <i>Sorbus terminalis</i> .	Splint weißlich, Reifholz ledergelb bis braunrot, schwer, dicht, fest, schwerspalzig, dauerhaft, Reifholzbaum.	Maschinenbestandteile, Instrumente, Formen.
Sperberbaumholz, Garten- eberesche. <i>Sorbus do-</i> <i>mestica</i> .	Kern rötlich-fleischfarben, sonst wie Eberesche, stark werfend, Kernbaum.	Zierbaum.
Hagedorn, Weißdorn. <i>Cra-</i> <i>thaegus oxyacantha</i> .	Ähnlich Birnbaum, sehr hart, fest.	Drechslerarbeiten, Hammerstiele, Spazierstöcke.
Roter Hartriegel. <i>Cornus</i> <i>sanguinea</i> . Kornelkirsche. <i>Cornus</i> <i>mas</i> .	Splint rötlichweiß, tief rötlich-brauner Kern, sehr hart, schwer, fest, zähe, fein.	Hammerstiele, Radkämme, kleinere Drechslerarbeiten.
Fliederholz. <i>Syringa vul-</i> <i>garis</i> .	Splint gelblichweiß, Kern; braun, rot, violett gewässert, sehr hart, schwer, fest.	Stock- und Schirmfabrikation, kleinere Drechsler-, Tischler- und Einlegearbeiten.
Stechpalmeholz. <i>Ilex</i> <i>aequifolium</i> .	Splint weißlich, gelblichgrün, ziemlich hart, schwer, sehr fein, zähe, elastisch.	Einlegearbeiten, Spazierstöcke, Peitschenstiele.
Haselnußholz. <i>Corylus</i> <i>avellana</i> .		Faßreifen, Spazierstöcke.
Faulbaumholz. <i>Rhamnus</i> <i>frangula</i> .		Kleinere Schreiner- und Drechslerarbeiten, Holzkohle für Pulverherstellung.
Sauerdornholz, Berberitze. <i>Berberis vulgaris</i> .		Drechslerarbeiten.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Liguster. <i>Ligustrum vulgare</i> .		Stockfabrikation.
Heckenkirschenholz. <i>Lonicera Xylosteum</i> .		Pfeifenrohre, Peitschenstiele, Angelstöcke.
Goldregen. <i>Cytisus Laburnum</i> .		Feinere Drechsl器waren, Maßstäbe, musikalische Instrumente.
Gemeiner Schneeball. <i>Viburnum opulus</i> .		Pfeifenrohre, Schirm- und Spazierstöcke.
Pimpernuß. <i>Staphylea pinnata</i> .		Drechsl器arbeiten, Rosenkränze.
Essigbaum, Sumach. <i>Rhus typhina</i> .		Kunstschl器arbeiten.
Perückenbaum, Fisetholz. <i>Rhus Cotinus</i> .		Furnierholz, Färben von Leder und Wolle.
Hickorybaum. <i>Carya alba</i> .	Kern bräunlich, Splint gelblichweiß. Sehr schwer, hart, zähe, sehr elastisch, dauerhaft.	Für Wagenbauzwecke, Radspeichen, Radfelgen, Angelruten.
Ulme, Rüster. <i>Ulmus campestris</i> . Weißrüster. <i>Ulmus effusa</i> . Waldulme. <i>Ulmus montana</i> .	Kern braunrot, Splint gelbweiß. Schwer, hart, fest, elastisch. sehr zähe, schwerspaltig, sehr dauerhaft, oft schön gemasert, schwindet sehr wenig, Kern-Reifholzbäume.	Radfelgen u. Naben, gebogene Wagen- teile, Flintenschäfte, Drechsl- holz, Pfeifenköpfe. Achsen, Ham- merwellen, Radkämme.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Zürgelbaum, Triester Holz. <i>Celtis australis</i> .	Kern graubräunlich, Splint weiß. Hart, schwer, schwerspaltig, elastisch und sehr zäh, Kernbaum.	Peitschenstiele, Ruder, Angelruten, Wagendeichseln, Blasinstrumente.
Eiche, Stiel- oder Sommer- <i>Quercus pedunculata</i> . Stein- od. Winter- <i>Quercus sessiliflora</i> . Bur- gunder- <i>Quercus cervis</i> .	Hellgraubraun, großporig. Sehr hart, schwer, leichspaltig, grob, sehr dauerhaft, reißt und wirft sich leicht, Kernholz bäume.	Eisenbahnschwellen, Möbel, Weinfässer, Schiffbauholz, Pochstempel, Bauholz, Wagenbau, Mühlenbau, Dampfzylinderbekleidung, Gerbmateriale.
Spanische Eiche. <i>Quercus suber</i> . <i>Quercus occidentalis</i> .		Korkholz.
Kastanie, Edel-. <i>Castanea vesca</i> .	Etwas hart, leichtspaltig, dauerhaft, Eichenholz ähnlich.	Bauholz, Wasserbau, Faßdauben, Faßreifen, Möbel aus gebogenem Holz.
Weinrebe. <i>Vitis vinifera</i> .	Leicht, biegsam, sehr elastisch.	Spazierstöcke, Frankfurter Schwarz,
Holunder. <i>Sambucus nigra</i> .	Hell, hart, fest, stark verformend, fein.	Drechslerwaren, Kämmen, Pfeifen.
Zwetschenbaum, Pflaumenbaum. <i>Prunus domestica</i> .	Kern braunrot, Splint gelblichweiß, Jahrsringe wellig, hart, schwer, nicht dauerhaft, reißt stark.	Tischler- und Drechslerholz.
Kirsche. <i>Prunus avium</i> . <i>Prunus cerasus</i> . Steinweichsel. <i>Prunus mahaleb</i> . <i>Prunus padus</i> . Schlehdorn. <i>Prunus spinosa</i> .	Kern hellgelbbraun, Splint rötlichweiß, schwer, schwer spaltbar, stark schwindend, Kernbäume.	Feine Tischler- und Drechslerarbeiten, Pfeifenrohre.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Weichsel.	Kern hellbraun, Splint rötlichweiß. Geruch nach Kumarin.	Pfeifenrohre, Spazierstöcke, Galanteriewaren.
Kreuzdorn. <i>Rhamnus cathartica</i> . <i>Rhamnus carnolica</i> .	Kern orangerot, Splint grünlichgelb, seidenglänzend, Schnitt gesammt, ziemlich hart, schwer, dauerhaft.	Drechslerwaren, Pfeifenrohre.
Faulbaum.	Kern gelbbrot, Splint hellgelb, fast weich, leicht spaltbar.	Für Schießpulverkohle.
Teakholz, <i>Tectonia grandis</i> .	Kernholz braun, Splint hellbraun, hart, schrumpft nicht.	Schiffbauzwecke, Tafelungen, das wertvollste aller Holz.
Walnußbaum. <i>Juglans regia</i> .	Kern braun, gewässert, Splint grauweiß, großporig, schwer, hart, leichtspaltbar. im Trocknen dauerhaft, Kernholzbaum.	Möbelholz, Drechslerwaren, Gewehrschäfte, Farbstoff für Braunbeize.
Platane. Sykomore. <i>Platanus occidentalis</i> . <i>Platanus orientalis</i> .	Rötlichweiß, im Radialschnitt glänzend, hart, schwer, splittert, wenig dauerhaft im Freien, Kernbäume.	Möbel und Galanteriewaren.
Erle, Schwarz-. <i>Alnus glutinosa</i> . Weiß-. <i>Alnus incana</i> .	Splintholz rötlichgrün, weich, leicht. Leichtspaltig, unter Wasser sehr dauerhaft, oft schöne Maserung, schwindet mäßig, Splintbäume.	Wasser- und Grubenbau, Drechslerholz für Knöpfe, Einlegarbeiten. Bleistiftfassungen, Pfeifenköpfe, Zigarrenkisten.
Buche, Rot-. <i>Fagus sylvatica</i> .	Rötlichweiß, hart, leichtspaltig, unter Wasser sehr dauerhaft, im Freien leicht faulend, leicht zu biegen, ziemlich leichtspaltig, schwindet und reißt sehr stark, Reifholzbaum.	Wasserbau, Straßenpflaster, Treppen, gebogene Möbel, Wein- und Bierfässer, Wagenbau, landwirtschaftliche Geräte, Zigarrenkisten, Radzähne, Scheiben, Eisenbahnschwellen.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Buche, Weiß-, Hain-, Hage-Carpinus betulus.	Splint gelblichweiß, hart, schwer, schwer-spaltig, im Trocknen dauerhaft, Splintbaum.	Wagenfelgen, Hausrath- und landwirthschaftliche Geräte, Holzsaife, Radzähne, Scheiben, widerstandsfähig gegen Stoß und Reibung.
Ahorn, Berg-, Acer pseudoplatanus, Spitz- (weniger wertvoll), Acer platanoides.	Weiß oder gelblichweiß, hart, schwer, zähe, schwerspaltig, leicht werfend und reißend, im Trocknen dauerhaft, schwindet wenig, Splintbäume.	Möbel, Parkett, Einlegearbeiten, Löffel, Schlüssel, Teller, Schachteln, Pfeifenköpfe, für Schnitzerei und Galanteriewaren.
Ahorn, Feld-, Acer campestre.	Rötlichweiß, oft schön gemasert als Vogelaugen.	Peitschenstiele, Zahnstocher, Gartenstühle, Tischler- und Drechslerarbeiten.
Linde, Winter-, Tilia parvifolia, Sommer-, Tilia grandifolia.	Reifholz rötlichweiß. Splint weiß, sehr weich, leicht, leicht spaltbar, wenig dauerhaft, wenig sich werfend, schwindet stark, Reifholzbaum.	Schnitzereiholz, Möbelbau, Hutformen, Holzschuhe, Spielwaren, Mahlzylinder, Modelle, Zeichenbretter, Lindenbast.
Olivenholz, Olea europaea.	Kern gelb, braun und schwarz gewässert, sehr dicht, sehr hart, schöne Maserung, Kernbaum.	Kunstgewerbliche Arbeiten, Mosaik, Galanteriewaren.
Bruyère, Erica arborea.	Ziegelrot, sehr dicht, schwerspaltig und schwer verbrennlich.	Pfeifen, Schmiedekohlen.
Buchsbaum, Buxus sempervirens.	Dicht, sehr fein, sehr schwer, schwer spaltbar, dauerhaft.	Holzschnitte, Blasinstrumente, feinste Drechslerarbeiten.
Gummilackbaum, Aleurites lacifera, Ficus elastica, Urceola elastica.		Schellack, Kautschuk.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Spindelbaum. <i>Evonymus latifolia</i> .	Gelblichweiß, sehr dicht und gleichmäßig, hart, schwer spaltbar, leicht zu schneiden.	Feine Drechslerarbeiten, Zahnstoher, Schuhstifte, Einlegearbeiten.
Birke. <i>Betula verrucosa</i> , <i>Betula alba</i> , <i>Betula pubescens</i> .	Nur Splintholz, weißrötlich. Nicht sehr hart, zähfaserig, schwerspaltig, im Freien wenig dauerhaft. Oft schon gemasert, Splintbäume.	Wagenbau (Felgen, Deichseln), Möbelholz, gebogene Möbel, Bürsten, Löffel, Pfeifenköpfe, Buchdrucker-schwärze und Malerfarbe.
<i>Callitris quadrivalvis</i> .		Sandarak-Harz.
Blanes Ebenholz, <i>Myall- holz</i> . <i>Acacia homaly- phylla</i> .	Sehr hart, schwer, dunkelbraun.	Kunstschlerei, Fächer, Parkett.
Grenadilleholz, schwarzes <i>Eisengrenadilleholz</i> . <i>Casuarina equisetifolia</i> .	Sehr schwer, hart, rötlich bis schwarz.	Kunstdrechslerei, Holzblasinstru- mente.
Mahagoni, echtes, <i>Acajou- holz</i> . <i>Swietania maha- goni</i> .	Ziemlich schwer, hart, schwerspaltig, rötlichgelb bis dunkelbraun, schlicht, gefleckt, gewellt, geflammt, gemasert.	Möbel, Kunstschlerei, Furniere, photogr. Apparate, Wagen.
<i>Madeira Mahagoni</i> , <i>Cail- cedraholz</i> . <i>Khaya sene- galensis</i> .	Ähnlich Mahagoni.	Wie Mahagoni.
Australisches Mahagoni. Blue gum.	Ähnlich Mahagoni.	Wie Mahagoni.
Blauholz, <i>Campêcheholz</i> . <i>Haematomyxlon campechi- anum</i> .	Hart, fein, blutrot-violett.	Violinbogen, Drechslerarbeit, Farb- holz zum Blau- und Schwarzfärben.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Hymenaea Courbaril. Hymenaea verrucosa.		Kopalharz.
Fernambukholz. Caesal- pina echinata.	Hart, schwer, zähe, gelbrot bis dunkel- rot, violett, Kernbaum.	Tischler- und Drechlerholz. Rotes Farbholz.
Sappanholz, unechtes San- delholz. Caesalpinia Sap- pan.	Ähnlich Fernambukholz.	Rotes Farbholz.
Cambalholz. Baphia nitida.	Schwer, hart, sehr dicht, schwarzrot bis braunviolett.	
Rotes Sandelholz. Ptero- carpus santalinus.	Hart, schwer, dicht, rot bis schwarz.	Farbholz, feines Kunstholz.
Weißes, gelbes Sandelholz. Santalum album.	Ziemlich hart, schwer, gelblich bis röt- lich.	Feines Kunstholz, Sandelöl.
Indigopflanze. (Halbstrauch). Indigofera tinctoria.		Indigofarbstoff.
Seiden-, Satinholz, gelbes. Ferrolia guianensis.	Schwer, hart, hell bis dunkelgelb, sehr glänzend.	Bürstenrücken, feine Möbel-, Drechs- ler- und Einlegearbeiten.
Rotes Atlas - Satinholz, Kasch satin.		
Ostindisches Seidenholz.	Hart, schwer, grünlichgelb, glänzend.	

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Braunes Atlasholz, Nußsatin.	Leicht, weich, fein, mattbraun.	Feines Möbelholz.
Königsholz. <i>Fragræa peregrina</i> . <i>Fragræa fragrans</i> .	Sehr hart, schwer, braunviolett bis schwarzbraun, hellrote Adern.	Wertvolles Zierholz.
Cocoboloholz.	Sehr hart, sehr schwer, dicht, gelbrot bis braunrot.	Bürstenholz, Drechslerholz.
Padukholz. <i>Pterocarpus indicus</i> .	Ziemlich schwer und hart, hellrot.	Bürstendecken, Möbel.
Partridgeholz, Rebhuhnholz.	Sehr hart und schwer, tiefbraun bis schwärzlich getupft, gestreift.	Stöcke, Messerhefte.
Tulpenbaumholz. <i>Liriodendron tulifera</i> .	Leicht, weich, bräunlich bis grünlich.	Blindholz, Füllungen, leichte Möbel.
Muskatnußbaum.		Samendeckel = Muskatblüte, Same = Muskatnuß.
Kampferbaum. <i>Camphora officinarum</i> , <i>Laurus camphora</i> .	Blaßrötlich, schöne Maserung.	Furnierholz, Kampfer.
Edler Lorbeerbaum. <i>Laurus nobilis</i> .		
Zimmetbaum. <i>Cinnamomum zellonicum</i> .		Zimmetrinde.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Cinnamomum Cassia.		Zimmtöl, Cassiaöl.
Sassafras officinalis.		Fenchelholz.
Palmenholz, Porkupinenholz, Cocus nucifera.		
Schwarzes Palmenholz, Palmyraholz, Borassus flabelliformis.	Hellbräunlich mit schwarzen Punkten und schwarzbraunen Streifen.	Furnierholz.
Stuhrohr, Spanisches Rohr, Calamus.		Stöcke, Flechtarbeiten.
Mehlbeerbaum. Sorbus aria.	Kern rotbraun, Splint gelblich oder rötlichweiß, hart, zäh, schwerspaltig.	Ersatz des Ahornholzes, Formschneiderei, Mastäbe.
Birnbäum. Pirus communis.	Rötlichbraun, ziemlich hart, schwerspaltig, im Trocknen dauerhaft, schwindet ziemlich stark, Reifholzbaum.	Drechsler- und Schnitzarbeiten, Druckformen, Werkzeuge, Hobelkästen, Holzschneiben, schwarz gebeizt als Ersatz für Ebenholz, Modelle.
Apfelbaum. Pirus malus.	Kern dunkelbraunrot, Splint hellbraun, etwas hart, schwerspaltig, nicht dauerhaft, Kernholzbaum.	Spielwaren, billige Schnitzereien, Pfeifenrohre Möbel.
Roßkastanie. Aesculus hippocastanum.	Spinnholz weiß und fein, weich, leichtspaltig, nicht dauerhaft, Splintbaum.	Kisten, Holzschuhe, Marketerie, Blindholz.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Pappel, Zitter-, Espe, Populus tremula, Silber-, Populus alba, Schwarz-, Populus nigra, Italienische, Populus pyramidalis.	Leicht, sehr weich, leichtspaltig, nicht dauerhaft, schwindet ziemlich stark, reißt wenig.	Dielen, Schindeln, Fässer, Kisten, Innenausbau von Eisenbahnwagen, schwedische Zündhölzer, Rohstoff für Holzpapier.
Weide, Sahl-, Salix caprea, Silber-, Salix alba, Bruch-, Salix fragilis.	Splint weiß bis gelblichweiß, Reifholz rötlich, Kernholz hell- bis bräunlichrot, weich, sehr leicht, leichtspaltig, schwindet und reißt wenig.	Grobe Flechtarbeiten. Faschinen, Weinpfähle, Papierstoff, Blindholz, Schnitzarbeiten, Kisten.
Kajoholz (Amboinaholz), Lequoia sempervirens.	Schön gemasert, fein.	Pfeifen, Furniere.
Ebenholz, schwarzes, Dispyros ebenum.	Splint weiß, Kern schwarz, sehr hart und schwer, ohne Maser.	Kostbares Möbelholz, Drechslersholz, musikalische Instrumente.
Schlangenhholz, Tigerholz, Piratunera guianensis.	Kern braunrot mit dunklen Streifen und Flecken, sehr hart und schwer.	Feines Kunst- und Zierholz, Stöcke, Violinbögen, Pfeifen.
Guajak-, Pockholz, Guajakum officinale.	Kern grünlich bis grünlichschwarz, sehr hart und schwer, nicht spaltbar, sehr dauerhaft, schwindet und reißt nicht.	Kegeln, im Maschinenbau für wassergeschmierte Lager, Drechslerwaren.
Rosenholz, Rhodiser Holz, Physocalymna floridum.	Gelb und rot gezeichnet, charakteristischer Geruch.	Möbel, Einlegearbeiten.
Zebraholz, Zivicotaholz, Omphalobium Lambertii.	Hart, schwer, kaffeebraun mitschwarzen Streifen.	Furnierholz, Knöpfe, sehr wertvoll.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Greenheart. Rodivei.	Ähnlich dem Guajakholz.	s. Guajakholz.
Paisander. Jacaranda brasileana.	Sehr schwer, sehr hart, dunkelrotbraun.	Wertvolles Möbelholz, Furniere.
Pferdefleischholz, Panakoholz. Swartzia tomentosa.	Sehr hart und schwer, bräunlich.	Geigenbögen, Stöcke.
Grenadille, rotes Ebenholz, Kongoholz. Anthyllis credia.	Kaffeebraun mit violettem Stich, auch fast schwarz.	Musikalische Blasinstrumente, Drechslerholz, Pfeifen.
Eisenholz, brasilianisches Teakholz.	Dunkelbraun, sehr hart und schwer, sehr dauerhaft.	Drechslerarbeiten, Ruder, Stöcke.
Amarant, Purpurholz. Copaifera bracteata.	Hellbraun, rot werdend.	Schönes Kunstholz, Möbel.
Algaroba.	Braunrot, sehr hart und schwer.	Drechslerholz.
Bambus, Bambusa arundinacea.	Außen glatt, hohl, gegliedert.	Spazierstöcke.
Kokusholz. Inga vera.	Schwer, hart, sehr fein, dunkelolivgrün bis schwarz.	Gesuchtes Drechslerholz.
Pinkos-Knolle.	Rotgelb bis dunkelrot, sehr haltbar, schwer, sehr zähe, harzreich.	Drechslerarbeiten.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Zedrelenholz. <i>Cedrela odorata</i> .	Zimmtbraun, leicht, weich, porös.	Zigarrenkisten, Ersatz für Mahagoni.
Vogelaugenahorn. <i>Acer sacharinum</i> .	Gelblich bis rötlich, seidenartig glänzend, schön getupft.	Furniere, Möbel- und Drechslerarbeiten. Grau gebeizt: Maple.
Guttaperchabaum. <i>Isosandra gutta</i> .		Eingedickter Milchsaft: Guttapercha.
Koromandel-Ebenholz. <i>Diospyros hirsuta</i> .	Rehbraun, kaffeebraun, schwarzstreifig.	Stockfabrikation.
Grünes Ebenholz. <i>Bignonia leucoxydon</i> . <i>Aspalatus ebenus</i> .	Bräunlich-grünlich, sehr hart.	Drechslerarbeiten, Einlegeholz, Stockfabrikation.
Ironbark. <i>Eucalyptus paniculata</i> . " <i>cebra</i> . " <i>siderophloia</i> . " <i>sideroxydon</i> .	Dunkelrot, schwer, dicht.	Bauhölzer, Pflasterholz.
Red oder Black Ironbark. <i>Eucalyptus leucoxydon</i> .	Weißlich bis bräunlich, dicht, hart, fest, zäh.	Pfähle, Wasser- u. Ingenieurbauten.
Stringy bark. <i>Eucalyptus obliqua</i> .	Hart, schwer, dicht, gleichmäßig, haltbar, leicht spaltbar.	Eisenbahnschwellen, Telegraphenpfähle, Bohlen, Balken.
Blackbutt, Flintwood. Mountaish. <i>Eucalyptus pillularis</i> . " <i>patens</i> .	Wächst schnell, gelblich bis braun, leichtspaltig, zäh, hart, fest, haltbar.	Zimmerarbeiten, Einfriedigungen.
		Bauholz, Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Pflaster, sehr geschätzt.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Tallow wood. <i>Eucalyptus microcoris</i> .	Hell- bis dunkelgelb, fest, schwer, hart, haltbar.	Bootsbau, Bauholz, Pflaster.
Spotted gum. <i>Eucalyptus maculata</i> .	Ähnlich Blackbutt.	Holzpflaster.
Forest Mahogany. <i>Eucalyptus resinifera</i> .	Tiefrot, dicht, leicht zu bearbeiten.	Pfosten, Thüreschwellen, Kniehölzer für Schiffe.
Red gum. <i>Eucalyptus rostrata</i> . " <i>tereticornis</i> . " <i>calophylla</i> .	Dunkelbraunrot, dicht, rauh. Hart, schwer. Dunkelrot, fest, haltbar.	Grobe Zimmerarbeiten, Eisenbahnschwellen, Telegraphenpfähle, Pflaster.
Blue gum. <i>Eucalyptus saligna</i> . " <i>globulus</i> .	Hell- bis dunkelrot. Bleich, hart, schwer, fest.	Hausbau, Schiffbau, Stellmacherarbeiten, Pflaster, Wagenbau.
White gum, Grey box. <i>Eucalyptus goniocalix</i> .	Dunkelgelb bis braun, sehr hart und zäh, schwerspaltig.	Wagnerarbeiten, Bauholz, Eisenbahnschwellen, Schiffbau.
Bastard Mahogany. <i>Eucalyptus botryoides</i> .	Dunkelrot bis braun, schwer, hart, dicht, zäh, haltbar, leicht zu bearbeiten.	Waggon- und Wagenbau, Bauholz.
Woollybutt. <i>Eucalyptus longifolia</i> .	Rauh.	Pflaster.
Brush box. <i>Tristania conferta</i> .	Bräunlich bis fleischfarben, zäh, fest, dauerhaft.	Hämmer-, Hobel-, Meißelgriffe.

Holzart	Farbe und Eigenschaften	Verwendung
Jarrah. <i>Eucalyptus marginata</i> .	Rasch wachsend, spröde, dicht, hart, harzig, rötlich bis dunkelrot.	Wasserbau, Eisenbahnschwellen, Telegraphenfähle, Untergrundbauten, wertvolles Bauholz, Straßenpflaster.
Karri. <i>Eucalyptus diversicolor</i> .	Schnell wachsend, rot, elastisch, hart, schwer, dicht, zäh, fest, leicht spaltbar.	Schiffsbau, Masten, Räder, Straßenpflaster.
Tuart. <i>Eucalyptus gomphocephala</i> .		Wertvolles Holz.
White gum, Wandoo. <i>Eucalyptus redunca</i> .		
York gum. <i>Eucalyptus loxophleba</i> .		
Yate gum. <i>Eucalyptus cornuta</i> .		
Flooded gum. <i>Eucalyptus rostrata</i> .		

IV. Die wichtigsten Bauhölzer.

a) Für die technische Verwendung als Bauholz kommen verhältnismäßig wenig Holzarten in Betracht; von den Nadelhölzern sind es besonders die Föhre oder Kiefer, die Fichte, die Tanne, die Lärche, von den Laubhölzern die Rotbuche, die Eiche, die Esche und die Ulme.

Die Nadelhölzer sind im allgemeinen astreiner, gerader gewachsen und von gleichmäßigerem Stammdurchmesser, daher sind sie leichter zu langen Balken und Pfählen zu verarbeiten als die härteren Laubhölzer, die aber besser Politur annehmen.

Die Formgebung durch Spalten ist, obgleich sich mehr Abfall ergibt, im allgemeinen der durch Sägen vorzuziehen, da gespaltenes Holz besser austrocknet und einen geraderen Verlauf der Fasern zeigt.

Material aus Hartholz, das die Neigung besitzt, während des Trocknens zu reißen oder sich zu werfen, muß vor dem Trocknen zur Einschränkung dieser Erscheinungen schon möglichst auf die bei der Verwendung erforderlichen kleinsten Abmessungen gebracht und, einmal getrocknet, den atmosphärischen Einflüssen nicht weiter ausgesetzt werden, ehe es für den Bauzweck verwendet wird, da dann alle beim Trocknen auftretenden nachteiligen Erscheinungen sich in verstärktem Maße wiederholen. Durch zweckmäßiges Trocknen wird die Festigkeit unter allen Umständen erhöht.

Verwerfungen der Holzfasern, Knotenbildungen und Fehlstellen tragen stets zur Verminderung der Festigkeit bei, und wenn möglich sollten die mit Knoten- oder Knastbildungen behafteten Holzseiten so gelegt werden, daß sie auf Druck, nicht auf Zug beansprucht werden.

Durch Trocknen entstandene Risse bedeuten zwar auch h

eine Verminderung der Festigkeit, ihr schädigender Einfluß ist jedenfalls geringer, wenn sie in horizontalen als vertikalen Flächen der Balken liegen; auch Risse, die sich, wie es oft vorkommt, wieder zusammenziehen, sind stets nachteilig.

Von Harz befreite Nadelhölzer stehen solchen, die ihren Harzgehalt noch besitzen, an Festigkeit nicht nach. Die Zeit des Holzfällens hat auf die Festigkeit keinen Einfluß, jedoch trocknen im Sommer geschlagene Harthölzer nie so gut aus wie die im Herbst geschlagenen, auch werden erstere leichter von Insekten und Pilzen angegriffen.

Die Zeit des Fällens läßt sich übrigens durch die sog. Jodprobe feststellen, da Winterholz sich wegen des Stärkegehalts dabei blau färbt.

b) Die Beurteilung des Wertes und der Gebrauchsfähigkeit stehender Stämme. Zunächst müssen die geforderten Abmessungen der aus dem Stamm herzustellenden Bauhölzer, dann aber auch der fehlerfreie äußere Wuchs des einzelnen Stammes berücksichtigt werden. Die innere Beschaffenheit und Tauglichkeit des Baumes wird sowohl durch die Art des Bodens, auf dem er gewachsen, als auch durch eine Anzahl verschiedener Einflüsse und Umstände bedingt. Auf sandigem, kiesartigem, mit guter Erde vermischem Grunde gewachsenes Bauholz ist fester als solches, das auf fettem Boden gewachsen ist. Steinklüfte und Felsen, die mit fruchtbarer Erde ausgefüllt sind, erzeugen im allgemeinen das beste Bauholz. Diese Bäume zeichnen sich meist durch hohen, geraden Wuchs und gleichmäßige Abnahme der Stärke nach dem Wipfelende zu aus. Bei Eichen ist es am schwierigsten, auf dem Stamm die Güte des Holzes mit Zuverlässigkeit zu erkennen, indessen liefern verschiedene äußere Kennzeichen mehr oder weniger verlässliche Merkmale der Fehlerhaftig-

keit. Ist der Wipfel abgestorben oder tot (zopftrocken), stehen die Blätter dünn und sind welk und gelb, so rührt das meist von dem inneren mehr oder weniger verdorbenen Holz her. Abnorme Erhöhungen, Beulen am Stamm, die oft mit Rinde überwachsene Risse und Eisklüfte darstellen, müssen angebohrt werden. Wenn beim Anklopfen mit dem Rücken der Axt der Schall dumpf ist, so ist dies ein untrügliches Zeichen eines hohlen, wenigstens kernfaulen oder rindrissigen Stammes, was namentlich dann bestätigt wird, wenn das Stammende des Baumes unverhältnismäßig wulstig und stark ist. Das Abfallen der Rinde und viele Löcher in ihr ist ein sicheres Zeichen innerer Schadhaftheit und des Wurmfraßes (vgl. S. 59).

Ebenso liefern auch den Stamm bedeckende Flechten und Moosarten ein ziemlich sicheres Zeichen verdorbener Säfte und demnach bald eintretender Fäulnis. Findet man die Wurzeln des stehenden Baumes nicht faul oder verstockt, sondern frisch und kraftvoll, den Baum mit kräftigem Laub versehen, Stamm- und Zopfende stark und glatt, so pflegt dies ein Zeichen guter Beschaffenheit des Holzes im Stamm zu sein.

Für Nadelhölzer hat man als allgemeine Kennzeichen der Fehlerhaftigkeit des Holzes die folgenden:

α) Ein Teil des Wipfels ist abgestorben. Obgleich diese Erscheinung meist das Zeichen innerer Kränklichkeit des Baumes ist, so ist sie doch nicht in allen Fällen maßgebend, sondern die Anbrüchigkeit des Holzes kann untrüglich erst durch Untersuchung der Bohrspäne festgestellt werden, die sich durch Anbohren des Stammes dicht über der Wurzel bis zum Mark ergeben. Bei Nadel- und Weichhölzern pflegt der Kern in einer Höhe von 3—6 m über der Wurzel rot und mürbe zu sein. Abgestorbene und verdorrte

Wipfel der Nadelhölzer lagern viel Harz in sich ab, man nennt sie daher Kienzöpfe.

β) Kernrisse und Eisklüfte pflegen in starkem Froste, wenn das Holz sehr zum Zerspringen geneigt ist, zu entstehen und machen das Holz für Bauholz teilweise untauglich.

γ) Große Harzbeulen am Stamm, kleinere Spalten zwischen den Ästen sind sichere Zeichen innerer Schadhaftheit.

δ) Erkennt man am Stamme, daß der Specht viel an ihm gearbeitet hat, so pflegt er gewöhnlich von Insekten angegriffen zu sein, und diese Annahme wird zur Gewißheit, wenn sich auf der Rinde perlartige Harztropfen befinden. Ist der Stamm in starkem Grade von Würmern heimgesucht, so erkennt man dies leicht an vielen Löchern, vor denen Wurmehl liegt, sowie an dem Ablösen und Abfallen der Rinde.

ε) Haben die Holzfasern des von der Rinde befreiten Stammes eine fast schraubenförmig gewundene Richtung (vgl. Abb. 36, S. 54) oder zeigt die Rinde spiralförmig gewundene Borken, die sich längs des Stammes hinaufziehen, so ist eine windrissige Beschaffenheit des Holzes wahrscheinlich, die das Holz zu Bohlen, Brettern und längeren Verbandstücken untauglich macht.

ζ) Die äußere Beschädigung beim Fällen anderer Bäume durch hartes Anstreifen, sowie durch Abästen von Holzsammlern entstandene Verletzungen sind oft die Ursache von rotbrüchigem oder in Fäulnis übergegangenem Holz, die desto schneller eintritt, je früher die Rinde über den Verletzungen zusammenwächst und die Verdunstung der eingedrungenen Nässe und Feuchtigkeit verhinert.

η) Knorrige und sehr ästige Stämme sind gewöhnlich

auch sehr unregelmäßig gewachsen, so daß ihre Verwendung zu Brettern, Bohlen und längeren Verbandstücken unmöglich wird. Maseriges Holz, d. h. abnorme Verschlingungen der Holzfasern, die durch äußere Einwirkungen in der Jugend des Baumes entstanden sind, und die sich im Innern, meist aber auch auf der Oberfläche des Stammes, knotenförmig absondern, sind, da sie das Wachstum des Baumes unterbrechen, ein wesentlicher Fehler des Bauholzes.

ð) Durch heftige Stürme werden oft Bäume, namentlich in der Zeit, wenn sie stark im Safte stehen, so erschüttert, daß sich die inneren konzentrischen Jahresringe voneinander ablösen und Klüfte bilden, solche Bäume nennt man wind- oder kernschällig.

V. Die Behandlung der Holzoberfläche.

a) Beizen des Holzes. Während Holzanstriche zum Schutze oder zur Verschönerung der Oberfläche dienen, haben Beizen meist den Zweck, die Struktur des Holzes hervortreten zu lassen und in Verbindung damit dem Holz eine bestimmte Farbe zu geben, helles Holz dunkler zu färben und teure Hölzer nachzuahmen.

In den meisten Fällen bilden Säuren den Hauptbestandteil aller Beizen, jedoch ist der Einfluß derselben Beize sowohl für Holz derselben als auch verschiedener Art oft ein sehr schwankender. Einige Beizen wirken jedoch auf alle Hölzer in derselben Weise ein.

Auch die Aufsaugfähigkeit verschiedener Teile des Holzes ist verschieden, so z. B. saugt Hirnholz die Beizen kräftig auf, wobei die Jahresringe eine hellere Färbung erhalten.

Übermangansäures Kalium färbt fast alle Hölzer braun, Salpetersäure gelb. Sehr vielfach werden Teerfarbstoffe

verwendet, die Laubhölzern meist eine schönere Färbung verleihen als Nadelhölzern.

Lösungen von doppeltchromsaurem Kali in Wasser färben Eichenholz braun, Fichten- und Ahornholz dagegen gelb, braune Färbung erhält Eichenholz auch durch Salmiakgeist.

Gebeiztes Holz läßt sich durchschnittlich schwerer bearbeiten als ungebeiztes. Dünne Bretter lassen sich durch und durch mittels Beizen färben.

Auf wasserlösliche Teerfarbstoffe läßt sich spätere Lackierung und Politur gut aufbringen.

Eine gute Grünbeize ist z. B. durch ein Tuch filtriertes, in Wasser gelöstes Azingrün, für gelbliche Töne wird etwas Kristallorange zugesetzt. Blaubeizen sind Azinblau und Azinviolett.

b) Anstriche des Holzes. Anstriche des Holzes können nach zwei Gesichtspunkten erfolgen. Entweder soll die Struktur des Holzes sichtbar bleiben, wobei dem Anstrichmaterial wenig oder gar keine Farbkörper zugesetzt werden, oder die Struktur soll unsichtbar gemacht werden, wozu man Deckfarben verwendet.

Auf nassem Holz läßt sich schlecht streichen, ebenso auf solchem, das fettige Stellen besitzt, gutes Austrocknen ist daher Vorbedingung.

Anstriche ohne Farbkörper kommen da zur Verwendung, wo das Holz an sich schon eine schöne Maserung besitzt. Da eine gute Wirkung jedes solchen Anstriches darauf beruht, daß das Holz die Flüssigkeit gleichmäßig einsaugt, so ist eine saubere und glatte Bearbeitung der Oberfläche erforderlich. Der Hauptbestandteil aller derartiger Anstriche ist Leinöl oder Leinölfirnis, der um so besser aufgesaugt wird, desto heißer er ist und desto trockner das Holz war.

Um Holz mit Deckfarben zu streichen, sind meist drei

Anstriche erforderlich. Harzige Stellen müssen vor dem Anstrich mit einer Schellacklösung bestrichen werden.

Für weiße Anstriche ist Zinkweiß dem Bleiweiß vorzuziehen, da letzteres leicht gelblich wird. Durch Überziehen des letzten Anstriches mit Emailfarbe oder Dammarlack kann weißem Anstrich ein hoher Glanz verliehen werden.

Vor Anstrichen mit Deckfarben wird ein Tränken des Holzes mit Leinöl meist unterlassen.

Der erste Ölfarbenanstrich (Grundierung) muß wenig Farbkörper enthalten, aber dünnflüssig und ziemlich fettig sein, fehlerhafte Stellen werden nach dem Trocknen mit einem Kitt aus Kreide, Bleiweiß und Firnis verkittet. Für glatte Anstriche schleift man den getrockneten ersten Anstrich häufig mit Bimsstein ab. Der zweite Anstrich geschieht mit einer etwas weniger fetten Farbe als der erste, auf den nach dem Trocknen, nachdem er vorher mit Glaspapier abgerieben ist, der dritte kommt, der ziemlich fett hergestellt wird und in den man häufig dickgekochtes Leinöl mischt, um den Glanz zu erhöhen.

Soll mit dem letzten Anstrich Holzstruktur nachgeahmt werden, so muß er mager gehalten werden.

Um eine Eichenholzfarbe zu erhalten, kann man 1 Teil Bleiweiß mit $\frac{1}{5}$ Leinölfirnis abreiben, dann nochmals mit $\frac{1}{5}$ Leinölfirnis verdünnen und $\frac{1}{5}$ Umbra und $\frac{1}{2}$ Goldocker zusetzen, setzt man statt der beiden letzteren $\frac{1}{30}$ Kienruß hinzu, so ergibt sich ein graubläulicher Ton.

c) Um eine möglichst in die Tiefe gehende Wirkung zu erzielen, wendet man vielfach eine Farbstoffimprägnierung an, indem man die Hölzer ohne Druck in die erhitzte Farbenlösung eintaucht oder die Flüssigkeit mit Hilfe von Luftverdünnung und Druck in das Holz einpreßt, wodurch sich eine einige Millimeter tiefe Färbung erreichen läßt. Diese Verfahren werden meist an dem fertig bearbeiteten

Stück nach vorhergegangenen Dämpfen angewendet. Häufig bezweckt man, dem Holz, besonders Möbelhölzern, künstlich die dunkle Tönung alten ausgereiften Holzes zu geben, die besonders bei Eichenholz sehr geschätzt wird.

d) Das Polieren besteht im Aufbringen einer Lösung von Schellack in Alkohol, um eine glatte und glänzende Oberfläche des Holzes zu erhalten, auf der die einzelnen Poren nicht mehr sichtbar sind. Vor dem Polieren muß daher das Schließen der Holzporen erfolgen, was aber erst erfolgen kann, wenn man das Holz geschliffen hat. Schleifmittel sind Bimsstein mit Paraffinleinöl oder auch Talg.

Ein Nachteil bei diesem Verfahren ist, daß stets eine Ölschicht auf dem Holz zurückbleibt, die zur teilweisen Zerstörung der Politur führen kann. Man schleift deshalb auch wohl trocken mit Bimsstein oder Glaspapier oder Ossa sepiä, oder sucht die Poren durch Leimen auszufüllen.

Die besten Mittel zum Verschließen der Poren sind die sog. Holzfüller, die in Pulverform, flüssig oder teigförmig verwendet werden. Die gepulverten Holzfüller bestehen aus einer Mischung von Schwerspat und Stärke oder Dextrin, die mit Leinöl gemischt verwendet werden. Für flüssige Holzfüller wird meist eine Lösung von Pyroxylin aufgestrichen, manchmal auch eine Lösung von Schellack in Alkohol. Teigförmige Holzfüller, ebenso zusammengesetzt wie die in Pulverform, werden mit Terpentin gemischt auf das Holz aufgetragen.

Die Holzfüller werden nach kurzer Zeit matt, dann abgewischt, worauf man sie einen Tag trocknen läßt, ehe die eigentliche Politur beginnt.

Das Polieren besteht aus zwei Arbeitsvorgängen, dem Grundieren und dem Auspolieren. Zum Grundieren wird ein mit der Politurflüssigkeit getränktes Wattepolster mit Leinwand umgeben, auf dessen Unterseite ganz wenig

Leinöl gebracht wird, und das Holz durch Hin- und Herbewegung des kräftig angedrückten Polierkissens so lange gerieben, bis sich Glanz zeigt. In der Regel wird das Grundieren mehrere Male wiederholt, wobei die einzelnen Schichten erst trocken sein müssen.

Das Auspolieren erfolgt in derselben Weise mit dünner Politur.

Staub muß während der Polierarbeit ferngehalten werden.

Unter Streichpolituren versteht man Lösungen von Kopal, Mastix, Sandarak in Alkohol oder Schellack in Terpentin, die für solche Holzgegenstände, deren Form die Anwendung von Polierkissen nicht zuläßt, verwendet werden. Diese Lacke werden in Schwarz, Weiß, Hell- und Dunkelbraun angewendet.

Für harte Hölzer sind dünne, für weiche Hölzer starke Polituren zu verwenden. Für exotische Hölzer, wie Palisander, Ebenholz, Mahagoni usw., müssen die Polituren besonders dünn gewählt werden.

Einige bewährte farbige Polituren sind:

Für Braun: In einem Sand- oder Wasserbad erwärmtes, in gutem Spiritus gelöstes übermangansaures Kalium.

Für Rot: Koschenille, Drachenblut, Kräppauszug, Auszug von Sandelholzspänen oder Alkanawurzel in Spiritus gelöst.

Für Blau: Gepulverter Indigo in Spiritus gelöst.

Für Gelb: Kurkuma oder Gummigutt in Spiritus gelöst.

Für Grün: Zunächst Tränken des Holzes mit blauer Politur und dann Polieren mit gelber.

Für Weiß: Nachdem das Holz sechs- bis achtmal mit einem Anstrich einer Mischung von Kremnitzerweiß mit

gebleichtem Leinöl, der Kollodium zugesetzt wird, versehen ist, wird die völlig trockene Oberfläche, nachdem sie mit Wasser und Schlämmkreide vorsichtig abgeschliffen, mit abgeriebenem Kremnitzerweiß und weißer Politur wie gewöhnlich poliert.

Polieren gemalter Holzarbeiten geschieht zweckmäßig, indem man die zu polierende Fläche durch einen Zerstäuber entweder mit in Wasser aufgekochter farbloser Gelatine oder mit einem Auszug von Hausenblase in Eisessig, der gekocht und mit Wasser verdünnt ist, zwei- bis dreimal präpariert und jedesmal abschleift, sie nach dem Trocknen mit feinstem Sandpapier wieder abschleift und mit weißer Politur poliert. Die Politurfläche wird ebenfalls mit geschlämmtem Bimsstein und reinem Schweinefett abgeschliffen, mit ganz wenig Schmierseife überzogen und mit Wiener Kalk abgerieben.

Ein der Politur ähnlicher Naturglanz kann auf Holz erzeugt werden, indem man das mit Sandpapier abgeschliffene Holz mit einem blankpolierten Rindsknochen unter mäßigem Druck durch Reiben bearbeitet.

Das sog. Mattieren des Holzes ist im Grunde eine unvollendete Politur, und wird dadurch erreicht, daß man den nur wenig anpolierten und getrockneten Gegenstand durch Bimsstein mit Öl oder Firnis matt schleift; um dem Matt einen geringen Glanz zu geben, schleift man die Flächen mittels eines mit Filz bespannten Holzklötzchens ab, über das feinstes Sandpapier gelegt ist.

Außerdem werden zur schnellen Erzielung einer Mattierung vielfach die im Handel erhältlichen sog. Wachspolituren und auch das Sandstrahlgebläse verwendet.

Sechster Abschnitt.

Verarbeitung des Holzes für industrielle und gewerbliche Zwecke.

I. Holz als Brennmaterial.

Die Verarbeitung des Holzes kann im wesentlichen dadurch erfolgen, daß die Produkte durch chemische Prozesse und Veränderungen gewonnen werden, oder daß dem Holz durch besondere mechanische, oft sehr komplizierte Arbeitsmethoden diejenige Gestalt gegeben wird, die es für den besonderen Zweck geeignet erscheinen lassen, wobei stete Rücksichtnahme auf seine Struktur und sonstigen Eigenschaften die maßgebende Rolle spielt.

Die Brennbarkeit des Holzes hängt von seiner Porosität und dem Gehalt an Wasserstoff ab, der zwischen 5,90 und 6,2 % beträgt.

Weiches Holz hat einen hohen Grad von Brennbarkeit, harzhaltiges ist brennbarer als schweres Holz.

Bis auf 150° C erhitztes Holz gibt lediglich Wasser ab, obgleich geringfügige chemische Änderungen auch schon bei dieser Temperatur stattfinden. Bei steigender Erhitzung entwickeln sich Gase, die, endlich zur Entzündung gebracht, die Flamme erzeugen, während die übrige Masse wohl glüht, aber keine Flamme bildet.

Bei 150° C getrocknete, leichte und schwere Hölzer entwickeln bei der Verbrennung dieselbe Wärmemenge, bei frischem Holz ist das aber nicht der Fall.

Die Heizkraft des Holzes wird durch gutes Austrocknen stets erhöht. Brennholz enthält im käuflichen Zustande

ungefähr 25% Wasser, 74% Holzmasse und 1% Asche, dabei enthält die Holzmasse etwa 50% Kohlenstoff, 43% Wasserstoff und 6% Sauerstoff dem Gewichte nach. Da sich nun 1 Teil Wasserstoff mit 8 Teilen Sauerstoff verbindet, so können für die Wärmeentwicklung nur in 100 Gewichtsteilen Holz 50 Teile Kohle und 5,3 Teile Wasserstoff ausgenutzt werden. Demnach erzeugt nur etwa die Hälfte der Holzsubstanz Wärme, während für jedes im Holz vorhandene Kilogramm Wasser Wärme aufgewendet werden muß, die den ausnutzbaren Heizwert des Holzes vermindert.

Unter den günstigsten Umständen lassen sich aus 100 kg grünem Holz mit 50% Feuchtigkeit 150 000 Wärmeeinheiten entwickeln, bei 30% Feuchtigkeit 230 000 Wärmeeinheiten, während luftgetrocknetes Holz mit 20% Wassergehalt 280 000 Wärmeeinheiten ergibt. Für Holz mit 10% Wasser ist die entsprechende Zahl 320 000 Wärmeeinheiten, für künstlich getrocknetes Holz mit 2% Wasser 350 000 Wärmeeinheiten.

Nadelhölzer und weichere Harthölzer erzeugen eine größere Flamme, während schwere Harthölzer jenen um 25—30% an Heizwert überlegen sind und eine stärker glühende Masse ergeben.

Die Reihenfolge des Heizwertes ist etwa: Buche, Kiefer, Ahorn, Ulme, Lärche, Tanne, Fichte, Linde, Pappel, Eiche, Weide.

Bei vollständiger Verbrennung zu Kohlensäure beträgt der Heizwert etwa: Fichte 5085, Tanne 5035, Buche 4780, Eiche 4620 Wärmeeinheiten.

100 cbm geschichteten Holzes enthalten Holzmasse in Prozenten:

Reisig	50%
Knüppelholz	60—70%
Klobenholz	75%.

Für Holzabfälle und Späne als Brennmaterial müssen zur guten Ausnutzung Treppenroste verwendet werden, während Scheit- und Klobenholz auf gewöhnlichen Rosten verfeuert werden kann.

1. Holzkohle. Die Holzkohle bildet den Rückstand, der sich bei der Erhitzung des Holzes unter Luftabschluß ergibt. Die Ausbeute an Holzkohle ist um so kleiner, je langsamer die Verkohlung erfolgt und je höher die Temperatur gesteigert wird, wobei der Sauer- und Wasserstoffgehalt kleiner, der Kohlenstoff- und Aschengehalt größer wird.

Ein Gewichtsteil Holz ergibt eine durchschnittliche Ausbeute von 0,10—0,25 Teilen Kohle. Je nach der Verschiedenheit der Holzgattung und der Temperatur, bei der die Kohle hergestellt wurde, besitzt sie ein mehr oder weniger dichtes Gefüge, weshalb man weiche und harte Holzkohlen unterscheidet, die bei demselben Rauminhalt verschiedenes spezifisches Gewicht besitzen.

Außer der gewöhnlichen Holzkohle kommt auch geformte Holzkohle in den Handel, die aus pulverisierter Holzkohle unter Zusatz von Steinkohlenteer oder aus Steinkohlenkleister mit etwas Salpeter hergestellt wird. Sie ist weniger zerreiblich als gewöhnliche Holzkohle, leichter transportabel, verbrennt langsamer und regelmäßiger und ergibt einen höheren Heizeffekt.

Die bei 270—330° C erhaltene Holzkohle ist braunrot bis braunschwarz und heißt Röst- oder Rotkohle, sie ist leicht zerreiblich und hat bei einer um die Hälfte höheren Ausbeute fast denselben Heizwert, wie die über 340° C erhaltene Schwarzkohle, die sich noch, wenn die Erzeugungstemperatur nicht über 430° C stieg, leicht zerkleinern läßt. Wird die Temperatur noch höher getrieben, so nimmt ihre Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen, ab, ebenso ihre Entzündlichkeit; dagegen wächst die Dichtigkeit und

Festigkeit, sowie ihre Leitungsfähigkeit für Elektrizität und Wärme.

Die fortschreitende Zersetzung des verkohlten Holzes zeigt folgende Zusammenstellung:

Temperatur ° C	Gewicht des Rück- standes	Zusammensetzung des Rückstandes in 100 Teilen			
		Kohlen- stoff	Wasser- stoff	Sauerstoff und Stickstoff	Asche
150	—	47,5	6,1	46,3	0,08
200	77,1	51,8	4,0	44,0	0,2
250	49,7	65,6	4,8	29,0	0,6
300	33,6	73,2	4,2	21,9	0,6
350	29,7	76,6	4,1	18,4	0,6
432	18,9	81,6	2,0	15,2	1,2
1023	18,7	82,0	2,3	14,1	1,5
1500	17,3	94,6	0,7	3,8	1,7

Bei etwa 350° C hergestellte Holzkohle hat dasselbe spezifische Gewicht wie das Holz, aus dem sie hergestellt wurde, bei Temperaturen über 1500° C wird es 2, die leichteste Holzkohle entsteht bei etwa 290° C mit dem spezifischen Gewicht 1,05.

Die Ausbeute aus den verschiedenen Holzarten, die bei 150° C getrocknet und bei 300° C verkohlt wurden, beträgt angenähert für:

Eichenholz	46 %	Esche	33,3 %
Fichte	40,75%	Linde	31,85%
Ulme	34,7 %	Pappel	31,1 %
Birke	34,17%	Roßkastanie . . .	30,9 %
Hainbuche	34,6 %		

Als weiche Holzkohlen werden die Sorten mit dem spezifischen Gewicht von 0,47—0,57, als harte solche mit 1,4—0,4 bezeichnet.

Die Herstellung der Holzkohlen erfolgt in Meilern, Haufen, Retorten oder Öfen.

Bei der Herstellung in Meilern wird um eine Anzahl Pfähle, sog. Quandeln, deren Zwischenraum mit Reisig gefüllt wird, Holz in Scheiten geschichtet, darauf Rasen, Erde oder Kohlenklein gedeckt, wobei von der Mitte des Meilers nach außen ein Kanal freibleibt. Im Meiler darf nach der Entzündung nur die gerade zur Verkohlung hinreichende Temperatur herrschen, und es muß möglichst wenig Holz vollständig verbrannt werden; die Verbrennung soll sich im wesentlichen auf die aus dem Holz entweichenden Dämpfe beschränken. Die Farbe des entweichenden Rauchs zeigt die vollendete Verkohlung an. Die Verkohlungszeit beträgt nach der von 8—16 m im Durchmesser schwankenden Größe der Meiler zwischen 2—5 Wochen, wobei der Holzinhalt der Meiler sich auf 80 und 200 cbm beläuft.

Eine bessere Ausnutzung ergibt die Verkohlung in 2—3 m langen gußeisernen Retorten, die 4—5 cbm Holz fassen und auf Schienen über den Rost eines besonderen Ofens geschoben werden oder eigene Feuerung besitzen; auch halbkugelförmige Kessel kommen zur Anwendung. Die flüchtigen Bestandteile werden in Vorlagen gesammelt.

Die für die Verkohlung verwendeten Öfen sind kegelförmig oder rechteckig, mit einem Fassungsvermögen bis zu 20000 kg Holz.

Eine ganz gleichmäßige Holzkohle läßt sich nur sehr schwer herstellen.

Ein großer Teil der Anwendungen der Holzkohle beruht auf ihrer Neigung, gewisse in Flüssigkeiten gelöste Substanzen, sowie Dämpfe und Gase zu absorbieren; so wird sie zum Entfuseln von Spiritus, zum Geruchlosmachen fauligen Wassers, Konservieren von Fleisch usw. verwendet. Als Brennmaterial dient Holzkohle, wenn es sich

um die Entwicklung hoher Temperaturen handelt, Flammen- und Rauchbildung aber vermieden werden müssen. Der Heizwert beträgt etwa 7000 Wärmeeinheiten.

In der Metallurgie wird ihre Eigenschaft, Metalloxyden den Sauerstoff zu entziehen, ausgenutzt; ferner dient sie als Klär- und Poliermittel, zum Ausglühen und Härten feiner Eisen- und Stahlgegenstände, zur Pulverfabrikation, als Konservierungs- und Reinigungsmittel.

2. Holzasche. Die Asche des völlig verbrannten Holzes besteht aus einer großen Anzahl chemischer Verbindungen, von denen Kalk, Kali, Natron und Magnesia an Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Chlor gebunden, die wichtigsten sind. Laugen von Holzasche werden wegen ihres Gehaltes an kohlen-saurem Kali in der Seifensiederei, Färberei und Bleicherei verwendet. Die in der Holzasche enthaltenen, teils löslichen, teils unlöslichen Salze, die von der Pflanze dem Boden entnommen sind, besonders kohlen-saures Kali oder Pottasche, entstehen erst bei der Verbrennung der Pflanzen aus Salzen organischer Säuren, die bei der hohen Temperatur zersetzt werden.

Die ausgelaugte Asche (Seifensieder-Asche) dient als Dünger und zur Darstellung von grünem Glas. Bei der Abnahme des Holzreichtums und dem wachsenden Bedarf an Pottasche stellt man sie heute hauptsächlich aus Chlor-kalium, ferner aus Wollschweiß, Runkelrübenmelasse u. a., her.

II. Chemische Prozesse zur Verarbeitung des Holzes.

1. Zellulose. Zellulose ($C_{12}H_{20}O_{10}$) x, also isomer mit Dextrin und Stärke ist ein Hauptbestandteil des Holzes und ist darin mit sog. Inkrusten (Lignon, Hemizellulosen, Holzgunami, Harzen usw.) durchsetzt und teilweise chemisch daran gebunden.

Die Herauslösung der inkrustierenden Substanzen geschieht entweder durch Natronlauge oder Schwefelnatrium (Natronzellstoff) oder auch mit Kalziumbisulfit (Sulfitzellstoff).

Reine Zellulose, eine weiße amorphe Masse, wird aus Baumwollwatte durch aufeinanderfolgende Behandlung mit Kalilauge, verdünnter Schwefelsäure, Alkohol und Äther hergestellt.

Für die Herstellung der Zellulose wird das Holz von Rinde, Bast und Holzknoten befreit und in dünne Späne zerschnitten, indem es gegen einen schnell umlaufenden Kreishobel gedrückt wird. Die Späne werden dann durch mit Riffeln versehene Quetschwalzen weiter zerkleinert und darauf in schmiedeeisernen Zylindern 6 Stunden lang mit einer Ätznatronlösung unter einem Druck von 6—8 Atm. gekocht. Dabei wird das entweichende Terpentinöl in einem Kühlapparat aufgefangen und verdichtet. Aus der entstehenden dunkelbraun gefärbten Lösung kann das Natron wiedergewonnen werden, zu welchem Zweck die Lauge abgedampft und kalzinert wird. Die Zellulose wird dann mit heißem Wasser gespült und ausgewaschen. Durch Bleichen mit Chlor wird sie blendend weiß.

Wird das zu verarbeitende Holz mit Salzsäure behandelt, so verwandelt sich die inkrustierende Zellsubstanz in Zucker und Dextrin, wodurch eine Flüssigkeit entsteht, die gärungsfähig ist und auf Alkohol verarbeitet werden kann. Durch das Verfahren von Simonsen lassen sich aus 100 kg lufttrockenen Spänen etwa 7,2 l absoluter Alkohol gewinnen.

Nadelhölzer ergeben eine längere, härtere und festere Zellulose als Laubhölzer, deren Produkt an Festigkeit und Weichheit große Ähnlichkeit mit der Baumwolle hat.

Das Zellulosehexanitrat ist das sog. Pyroxylin (Schieß-

baumwolle), aus dem mit Nitroglyzerin rauchloses Pulver erzeugt wird.

Zellulose ist das Ausgangsprodukt für eine große Anzahl technisch verwerteter Stoffe, von denen Papier das wichtigste ist.

Das aus Nadelhölzern erzeugte Zellulosepapier wird für die Herstellung von Bindfäden, Säcken und groben Geweben durch rotierende Walzen mit vielen Messern in lange, schmale Streifen geschnitten und zu tellerförmigen Rollen aufgerollt; dann werden auf Spinnmaschinen die Streifen gedreht und zu einem Papierfaden gesponnen. Die Papiergarne werden mit Textilstoffen vielfach zu verschiedenartigen Geweben verzwirnt.

Auch für die Herstellung verschiedenartigster elektrischer Isolierstoffe wird Zellulose als Ausgangsprodukt benutzt, ferner für die Herstellung des Zellulosedynamits, das aus 25% fast bis zur Entzündung erhitzter Zellulose und 70—75% Nitroglyzerin besteht.

Schießbaumwolle, Nitrozellulose wird durch Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure und konzentrierter Salpetersäure auf Zellulose gewonnen. Aus Nitrozellulose wird künstliche Seide und Kollodium hergestellt.

Zelluloid ist eine Verbindung von löslicher Nitrozellulose unter Einwirkung heißer Salpeter- und Schwefelsäure unter Zufügung von Kampfer oder synthetischem Terpentinöl.

Aus azetonlöslicher Azetylzellulose wird durch Kneten unter Zumischung von kleinen Mengen Alkohol und einem hochsiedenden Kampferzusatzmittel das dem Zelluloid ähnliche, aber nicht feuergefährliche Zellon hergestellt, das auch in Lackform weitgehende Anwendung in der Elektrotechnik als Isoliermittel findet, während die aus

Pflanzenfasern, durch Behandlung mit Zinkchlorid oder Schwefelsäure hergestellte Vulkanfiber, unter hohem Druck zu Platten, Stangen oder Röhren gepreßt, als Ersatz für Horn, Hartgummi und Holz dient.

2. Trockene Destillation des Holzes.

a) Wird Holz unter Luftabschluß in eisernen Gefäßen verkohlt, so entwickelt es bis zur Erhitzung von 360°C etwa 70% seines Gewichts an gasförmigen Produkten, bis zur Erhitzung von 290°C etwa 63%. Werden die bei der letzteren Temperatur entweichenden Gase in einem Kühlapparat aufgefangen und verdichtet, so ergeben sie bis zu 75% Holzessig oder Holzsäure, wobei die verschiedenen Holzarten 40—50% Holzessig ergeben, der um so schwächer ist, je nasser das destillierte Holz war. Roher Holzessig enthält bis zu 9% reiner Essigsäure, außerdem Holzgeist und eine große Anzahl organischer Verbindungen.

Die zu Anfang der Destillation entweichenden Gase lassen sich durch die Kühlung nicht ohne weiteres verdichten und besitzen wegen ihrer großen Sauerstoffarmut nur geringen Brennwert. Bei fortschreitender Destillation treten Holzteerdämpfe und andere schwere Öle auf, die erst bei hoher Temperatur entweichen und zu denen auch das zum Tränken des Holzes benutzte Kreosot gehört. Aus Holzessig lassen sich Methylalkohol, Azeton und Oxalsäure herstellen.

Holzessig zeigt stark fäulniswidrige Eigenschaften und wird außer zur Gewinnung reiner Essigsäure hauptsächlich in der Teerfarben-Industrie und bei der Herstellung von Arzneistoffen in rektifizierter Form benutzt.

b) Holzteer, als Nebenprodukt bei der Verkohlung des Holzes, besonders der Laubhölzer als dickflüssige Masse gewonnen, entsteht ebenfalls bei trockener Destillation des Holzes in den ersten Stadien, wobei die auftretenden Teer-

dämpfe verdichtet und nicht verbrannt werden. Verwendet werden vorwiegend Holzschwarten und Sägespäne.

Die Gewinnung erfolgt in Meilern oder in eisernen Kesseln mit durch Luft gekühlten Verdichtungsapparaten. Nadelhölzer ergeben etwa 17% Teer, der eine gelb- bis dunkelbraune Färbung besitzt, einen starken harzartigen Geruch hat und zu konservierenden Anstrichen von Tauwerk und Dachpappe, zum Kalfatern von Schiffen, Versteifen faseriger Stoffe und zur Herstellung von Ruß und Pech benutzt wird. Aus Buchenholzteer werden wieder durch Destillation Kreosot und Schmieröle gewonnen, sowie leichte Teeröle, die als Benzin in den Handel kommen.

Teer aus Birkenrinde wird bei der Fabrikation des Juchtenleders verwendet.

Durch Erhitzen von Holzteer, wobei dessen flüchtige Bestandteile verdampfen, erhält man das Holzpech.

Für technische Verwendung ist Holzteer auf seinen Härtegrad, Schmelzpunkt und Beimengungen zu untersuchen.

3. Der Harzgehalt ist ein wesentliches Merkmal der Weichhölzer. Er wirkt der Fäulnis entgegen, während größerer Eiweißgehalt die Zersetzung der abgestorbenen Pflanzenteile begünstigt.

Harz wird aus Abfall, knotigem Holz durch Erhitzen in einer Retorte oder einem Ofen zum Ausfließen gebracht, gesammelt und durch Destillation mit Dampf zum Teil in Terpentinöl umgewandelt. Die unteren Stammenden der Kiefern (die Stubben) sind reich an Harz, die übrigen Teile ärmer. Im Durchschnitt enthalten die Stubben von 100jährigen Kiefern etwa 11,4% Harz und etwa 4% Terpentin. Die aus den verletzten Stämmen der Nadelhölzer ausfließende balsamartige Masse, ebenfalls oft mit Terpentin bezeichnet, wird an der Luft schnell undurchsichtig und ergibt, ohne

Wasserzusatz gekocht oder destilliert, als Rückstand das Kolophonium. Lärchen und Föhren ergeben das sog. venezianische Terpentin. Terpentin, Terpentinöl und Kolophonium werden für die Herstellung von Lacken, Firnissen, Seifen und Siegellack benutzt; Terpentinöl auch zum Bleichen von Elfenbein, auf das es wegen seines Ozongehalts einwirkt.

Während das Harz der Nadelbäume sich in den Harzporen des Holzes befindet, kommen auch Baumarten vor, bei denen der Stamm von außen mit Harz bedeckt ist. Ein Beispiel hierfür ist das sog. Akaroidharz oder Botanybai-Gummi, das von Xanthorrhöa-Arten gewonnen wird, rote oder gelbe Farbe aufweist und denselben Zwecken dient wie die übrigen Harzarten.

Die Eukalyptusarten enthalten außer Harzen ätherische Öle, und fast alle einen roten gerbsäurehaltigen Pflanzensaft, der bei manchen Arten von selbst austritt und nach dem Eintrocknen als australisches Kino bekannt ist.

4. Ein bei der unvollkommenen Verbrennung des Holzes auftretendes Produkt ist der Ruß, der sich als fein verteilter, aber verunreinigter Kohlenstoff aus der Flamme abscheidet. Technisch verwerteter Ruß (Kienruß) wird aus sehr harzreichem Holz, Harz oder Harzabfällen durch Verbrennung bei beschränktem Luftzutritt erzeugt und in besonderen Kammern aufgefangen. Sorgfältig gereinigter Ruß (Lampenschwarz) dient zur Herstellung von Druck- und Ölfarben, schwarzem Lack, Tuschen, Schuhwichse usw.

5. Tannin (Gallusgerbsäure) findet sich im Bast der Fichtenrinde bis zu 8% und in der Rinde vieler Holzarten.

Um zum Gerben brauchbar zu sein, muß die Rinde mindestens 3% Tannin enthalten, die meisten der dazu verwendeten Rinden enthalten 5—15%, selten über 20%. Die

direkte Verwendung der tanninhaltigen Baumrinden zum Gerben bietet vielfache Schwierigkeiten, da der Tanningehalt sehr stark schwankt und die Rinde sich schwer trocknen läßt und wenig haltbar ist. Man verwendet daher jetzt meist die aus der unteren Seite der Rinde und dem Holz ausgelaugten und durch Verdampfen kondensierten Tanninextrakte, die 20—40% Tannin enthalten.

III. Mechanische Verarbeitung des Holzes.

1. Holzstoff. Holzstoff, Holzzeug oder Holzschliff wird meist aus Fichten- oder Tannenholz hergestellt, seltener aus Linden- oder Eschenholz.

Das für die Herstellung von Holzstoff bestimmte Holz wird zunächst in kleine Klötze geschnitten und dann gemahlen, wozu ein mit 150 Umdrehungen in der Minute umlaufender Schleifstein benutzt wird, gegen den das Holz gepreßt wird. Zufließendes Wasser spült das abgeschliffene Holz fort. In diesem Material befinden sich stets noch größere Späne, die in Siebtrommeln abgeschieden werden, worauf das Holz einem zweiten Mahlprozeß unterworfen wird, ebenfalls unter Zufluß von Wasser. Das so erhaltene mehlartige Produkt wird in Sortiertrommeln, mit verschiedenen feinem Messinggazegewebe bekleidet, in verschiedenen Feinheitsgraden sortiert. Das Produkt, wie es aus den Sortiertrommeln kommt, enthält bis drei Viertel seines Gewichts Wasser, und dieses wird durch Auspressen bis etwa 20% entfernt oder das Holzzeug wird völlig getrocknet, muß dann aber für die Verwendung zur Auflockerung mit Wasser gekocht werden.

Der aus Fichten- oder Tannenholz hergestellte Holzstoff zeigt eine gelbliche Farbe, der aus Lindenholz gewonnene ist weiß, ersterer jedoch zeigt sich leichter verfilzungsfähig.

Holzstoff findet Verwendung für die Herstellung von Sprengpulvern, von Holzsurrogaten und auch vorwiegend als Ersatz von Hadern für die Zeitungspapierherstellung, die bis 80% durch Holzstoff ersetzt werden können, wobei das hergestellte Papier aber wesentlich an Güte verliert.

Nach einem von Mitscherlich angegebenen Verfahren wird Holzstoff aus Holzsplittern oder Spänen hergestellt, die mit einer konzentrierten Salzlösung getränkt werden. Nach dem Verdunsten des Wassers wird die ganze Masse durch die Kristallisation des Salzes hart und spröde, dann in Kollergängen oder durch Mahlen zerkleinert und nach Auslaugen des Salzes auf Holzstoff weiterverarbeitet.

In Amerika wird vielfach ein anderes Verfahren angewendet, nach dem man das zerkleinerte Holz in Kesseln unter Zusatz von Wasser auf 150—170° C erhitzt und die erweichte Masse durch eiserne Mahlvorrichtungen zerkleinert. Aus reinem Holzschliff wird auch eine billige braune Pappe, Holzpappe, hergestellt.

Holzschliff, oft mit Holzzellstoff gemischt, wird in Verbindung mit Filz in breiiger Form zu Platten gepreßt, die eine große Aufsaugungsfähigkeit von Flüssigkeiten besitzen und für Bierglasuntersätze usw. verwendet werden.

Ferner wird Holzstoff wegen seines lockeren, viel Luft enthaltenden Gefüges als schlechter Wärmeleiter zu Wärmeschutzmitteln verwendet und kann auch, mit Schellack oder Gummiabfällen zusammen verarbeitet, als billiger Ersatz des Hartgummis für elektrische Isolationszwecke benutzt werden.

2. Holzwole heißen die meist aus Nadelhölzern in halbfeuchtem Zustande hergestellten schmalen Hobelspäne von 10—70 mm Breite und $\frac{1}{2}$ —2 mm Dicke, die durch speziell für diesen Zweck gebaute Holzwole-Hobelmaschinen angefertigt werden. Holzwole findet seine Hauptanwen-

dung als Verpackungsmaterial für beim Transport leicht zu beschädigende Gegenstände.

Daneben dient das Material für billige Polsterungen, für die Herstellung von Seilen und für chirurgische Zwecke, mit verdünnter Schwefelsäure durchtränkt für Stallstreu und Matratzenfüllmaterial. Die Marktsorten der Holzwolle werden bezeichnet mit: Nr. 00: 0,03, 0: 0,05, 1: 0,07, 1 a: 0,10, 2: 0,14, 3: 0,19, 4: 0,25, 5: 0,33, 6: 0,50 mm stark. Sehr feinfaserige Holzwolle kann durch Einfüllen in Formen, Anwendung hohen Druckes, Trocknen und nochmaliges Pressen für die Herstellung von Gebrauchsgegenständen verwendet werden. Als Bindemittel werden Leim, Albumin, Wasserglas usw. benutzt.

Das Material erhält dadurch eine so große Festigkeit, daß es abgedreht und weiterbearbeitet werden kann, ist gegen Nässe und Hitze ziemlich widerstandsfähig und wird für Nachahmungen von Schnitzereien, Ornamenten usw. verwendet.

Außer den genannten Anwendungen werden Holzabfälle noch vielfach technisch und gewerblich verwertet.

Sägespäne mit Flüssigkeiten durchtränkt, mit Ton, Gips, Kreide beschwert, mit Chlorkalzium oder Chlormagnesium durchtränkt, dienen als Kehrpulver, Sägemehl dient als Ersatz für Korkmehl bei der Linoleumherstellung, für Holzzement, als Füllmittel für Papier maché und Seifen.

Holzspäne, mit Sulfitablauge behandelt, werden zu Holzbriketts verarbeitet. Harzreiche Hölzer können ohne Bindemittel gepreßt werden, oft wird Torf mitverarbeitet. Derartige Briketts ergeben wenig Asche und Rauch.

Gebeizte Metallwaren werden mit Sägespänen getrocknet, Metallgegenstände damit poliert, zur Reinigung von Gasen dient vielfach Sägemehl.

3. Holzmehl, bis zu einer bis an die Unfühlbarkeit reichenden Feinheit hergestellt, wird außer als Ersatz der Infusorienerde bei der Herstellung von Sprengpulvern, in großen Mengen bei der Linoleumherstellung, für fugenlose Fußböden, in der Verbandstoffabrikation und zu Wärmeisolierungszwecken benutzt.

4. Eine weitgehende Verwendung findet Holz im Straßenbau als sog. geräuschloses Holzpflaster. Die Vorteile des Holzpflasters liegen in der Geräuschlosigkeit, großen Verkehrssicherheit, da es nicht glatt wird, und der Verwendbarkeit auf stärkeren Steigungen. Im allgemeinen ist in Deutschland die Ansicht vertreten, daß Weichholzpflaster dem Hartholzpflaster mindestens gleichkommt. Als Material dazu dienen vorwiegend Nadelhölzer mit feiner Faser, Fichte, Tanne, Kiefer, besonders schwedischer Herkunft, Yellow und Pitchpine usw., und eine Anzahl Harthölzer, Buche und solche vielfach australischer Herkunft, wie Tallow wood, Blackbutt, Red gum, Blue gum, Jarrah, Karri, Eisenholz aus Borneo, Teakholz von Java. Holzpflaster wird in prismatischen oder rechteckigen Holzklötzen hergestellt, die mit der Hirnseite nach oben auf eine möglichst ebene und feste Bettung, eine Vorbedingung für gutes Pflaster, gebracht werden.

Das verwendete Holz muß möglichst gleiche Dichtigkeit und Festigkeit besitzen und darf für dieselbe Straßenstrecke nicht verschiedener Herkunft sein. Die Dauer von gutem Holzpflaster kann bis zu 15 Jahren betragen. Die splint- und astfreien Klötze, deren Abmessungen 12—18 cm in der Höhe, 18—30 cm in der Länge und 7—10 cm in der Breite betragen, werden mit Zinkchlorid (vgl. S. 83) oder Teerölen imprägniert, wodurch besonders Aufquellen infolge von Aufsaugen von Wasser verhindert werden soll. Beim Herstellen des Pflasters werden die auf der Bettung liegen-

den Seiten der Klötze in Teer getaucht und die Fugen zwischen ihnen ebenfalls mit Teer vergossen.

Neben dem Stöckelpflaster, bei dem die einzelnen Klötze parallelepipedische, in Amerika manchmal zylindrische Gestalt besitzen, kommt Holzpflaster auch in Plattenform zur Verwendung, indem jeder Klotz zwei wagerecht gebohrte Löcher erhält und dann mehrere Klötze durch hindurchgezogenen verzinkten Draht zu einer Platte vereinigt werden.

5. Eine wichtige Rolle spielt Holz als Baustoff für Flugzeuge. Der Flugzeugbau muß besonders scharfe Anforderungen an die Festigkeit des verwendeten Holzes stellen.

Kiefernholz muß eine Mindestlänge von 6 m, und einen Zopfdurchmesser von wenigstens 33 cm besitzen, sehr feinjährig gewachsen, völlig astfrei, ganz gesund, ohne Beulen und Färbung sein.

Fichte wird weniger gebraucht, vorwiegend für Spanten und Zellenstiele.

Eschenholz muß in Blöcken von mindestens 5 m Länge und 35 cm Mindestdurchmesser verlangt werden, grobjährig gewachsen und glattfaserig sein. Hölzer mit großem braunem Kern sind ungeeignet, auch dürfen Drehwuchs, Äste und Beulen nicht vorhanden sein.

Lindenholz darf keinen braunen Kern besitzen, muß gerade und astfrei sein, die Blöcke müssen 4 m Mindestlänge und einen Zopfdurchmesser von 35 cm besitzen.

Ahorn und Rotulme müssen rein weiß und glattfaserig sein, von 3 m Mindestlänge und 35 cm Zopfdurchmesser.

Weißulme oder Rüster sind ungeeignet.

Von der Rotbuche muß feinjähriges, zähes Holz verlangt werden. Ein ganz wenig brauner Kern ist noch zulässig, grobgewachsenes Holz unverwendbar. Mindestlänge 3 m, 50 cm Zopfdurchmesser.

Birke und Erle sind ein sehr gesuchtes Material, wenn ohne Risse, beulen- und astfrei.

6. Als Träger der Zündmasse von Reibzündhölzern wird Holz in sehr großen Mengen verbraucht. Als Material für das Holz kommen vorwiegend Fichten und Weißtanne in Frage, dann aber auch Eschen, Birken, Buchen, Pappel-, Linden- und Weidenholz, sowie die Kiefer.

Für die Schwefel-Phosphor-Zündhölzer wird das Holz in die Form von Holzdraht mit rundem Querschnitt gebracht, für sog. schwedische Zündhölzer wird rechteckiger Querschnitt vorgezogen. Die Formgebung erfolgt auf besonders konstruierten Hobelmaschinen, worauf es durch Schneidemaschinen in Stäbchen von der erforderlichen Länge zerschnitten wird.

Darauf bringt man die Hölzchen in eine Putzmaschine, in der sie sich durch Aneinanderreiben glätten, wobei der Holzstaub durch Gebläse entfernt wird, und dann durch Schüttelvorrichtungen auf Rahmen oder zwischen mit Rinnen versehenen Brettchen in eine zueinander parallele Lage, um sie mit der Zündmasse zu versehen und auch mit einer Imprägnierung mit Paraffin oder Stearinsäure.

7. Holznägel, wie sie der Zimmermann zur Verbindung von Balken benutzt, werden in Längen von 6—8 cm und Dicken bis 2 cm mit dem Beil zugehauen.

8. Holzstifte, die im Schuhmachergewerbe Anwendung finden, werden aus Hirnholzscheiben von Birken- oder Ahornholz, entweder durch Aushobeln spitzwinkliger, sich rechtwinklig kreuzender Furchen und Spaltung in den zwei Richtungen der Furchen oder durch Abschälen des Holzes in der Richtung der Jahresringe mittels Messern in einem der Stiftlänge entsprechenden Abstand hergestellt. Die Holzstiftmaschinen geben ihnen zugleich die für das Ein-

dringen in das Leder erforderliche keilförmige Zuschärfung oder es sind die Spitzen an allen vier Seiten zugeschärft.

9. Holzgewebe werden aus Holzdraht hergestellt und dieser durch Hobeisen, die statt der Schneiden trichterartige, an der engen Öffnung scharfkantige, unter der Hobelsohle liegende Röhrchen besitzen. Geeignet dazu sind leichtspaltige und langfaserige Hölzer, Nadelhölzer, Weide, Pappel, Linde. Holzdraht wird auf schmalen, kurzen Webstühlen mit Garn zu Tischdecken, Hüten, Ofenschirmen, Jalousien zusammengeflochten.

10. Im Maschinenbau werden vielfach Holzkämme für Zahnräder verwendet, um elastischeren und geräuschlosen Gang zu erzielen und Reparaturen leicht ausführen zu können. Verwendet wird vorzugsweise das Holz der Weißbuche, das häufig in Leinöl gekocht wird.

11. Unter künstlichem Holz, das unter den verschiedensten Namen in den Handel kommt, sich durch Pressen in Stahlformen die verschiedenste Gestaltung geben läßt, und dessen Zusammensetzung von den Fabrikanten vielfach geheimgehalten wird, versteht man häufig Mischungen von Holzstoff und Leimlösung, die nach der Formgebung wiederholte Anstriche mit dickem Leinölfirnis erhalten.

Ein derartiges künstliches Holz besteht z. B. aus dem Gemisch gleicher Gewichtsteile von schwefelsaurer Tonerde und feinen Spänen weichen Holzes, die mit Wasser gekocht und mit einer Leimlösung versetzt werden. Die in Formen gepreßte und getrocknete Masse wird dann mit Pottaschelösung gestrichen.

Auch die feinen Späne teurerer Hölzer, wie Palisanderholz, werden zur Herstellung künstlichen Holzes benutzt, indem man sie mit Blut tränkt, bei 60—70° C trocknet und unter hohem Druck und hoher Temperatur (180—200° C) in Stahlformen preßt. Die teigige Masse, die durch das

Schmelzen des Blutes entsteht, ist nach dem Erstarren sehr dicht und fest, läßt sich wie Holz bearbeiten und dient zur Herstellung der Nachahmung von Holzschnitzereien.

Mit Holzstuck wird ebenfalls künstliches Holz bezeichnet, dessen Hauptbestandteile neben Sägespänen Stärkemehl, Gallerte und Fasern von Hanf, sowie gewisse mineralische Substanzen sind und das eine gute Politurfähigkeit besitzt. Holzzement, Scifarín usw. sind ähnliche Produkte.

Andere sog. künstliche Holzarten enthalten gar keine Holzsubstanz, sondern sind Mischungen aus Asphalt, plastischem Ton, Werg, Leim, Eisenvitriol usw.

Unter dem Namen Xylolith (Steinholz) kommt eine unter hohem Druck erzeugte Verbindung von Sägespänen (Sägemehl) mit Chlormagnesium in Plattenform in den Handel, das bis zu einem gewissen Grade feuerbeständig ist und nur sehr wenig Wasser aufnimmt. Xylolith ist unempfindlich gegen Fäulnis und Schwammbildung und vereinigt die Vorzüge eines wetterbeständigen Steines mit Holz.

IV. Verwendung des Holzes für gewerbliche Zwecke.

1. Für die Herstellung von Stellmacherarbeiten, besonders für die Achsen, Speichen und Felgen, werden fast ausschließlich Laubhölzer, wie Ulme, Esche, Weiß- und Rotbuche, sowie Ahorn, verwendet; die erstgenannten Holzarten werden am meisten geschätzt, während Birke, Pappel, Linde nur für solche Teile geeignet sind, die keine großen Kräfte aufzunehmen haben.

Das verwendete Holz wird entweder aus Klötzen gespalten oder es wird dünnes Rundholz verwendet oder auch für die verschiedenen Bauteile durch Handsägen oder Maschinensägen aus Bohlen verschiedener Dicke zugeschnitten.

Bei Stellmacherarbeiten müssen vielfach gekrümmte Teile verwendet werden, die sich in der Natur allerdings nur selten finden, und hier kommt das Biegen des Holzes zu vorteilhafter Verwendung, so daß z. B. die Radfelgen aus einem Stück gefertigt werden können. Die Speichen erhalten meist ovalen Querschnitt und sind am Radkranz von kleinerem Querschnitt als an der Nabe.

2. Für Böttcherarbeiten ist das beste Holz für Faßstäbe das Eichenholz, weniger gut ist das Eschenholz.

Zu Fässern für trockene Gegenstände, zu Eimern und Bottichen wird vielfach Buchen-, Lärchen-, Föhren-, Tannen- und Fichtenholz verwendet. Die breiteren Flächen der Faßstäbe oder Dauben werden in der Spiegelrichtung des Stammes genommen, d. h. von der Rinde gegen den Kern. Die Stäbe, die in der Mitte am breitesten sein müssen, werden bis 2 m lang, 18 cm breit und bis 8 cm Dicke hergestellt und nach dem Spalten mit dem Ziehmesser, Eichenholz mit dem Beil geglättet. Die Faßböden werden aus nach den Enden zu abgeschrägten Stäben hergestellt.

Zu Faßreifen dienen die geraden Schößlinge (Reifstöcke) von Weiden, Eschen, Birken, Eichen, die in der Mitte gespalten und bis zu 12 m Länge und 7 cm Dicke verwendet werden.

Zu guter Böttcherarbeit kann nur Spaltholz verwendet werden, da es am festesten ist und Veränderungen durch Feuchtigkeit am wenigsten ausgesetzt ist.

3. Zu Bildhauerarbeiten eignen sich am besten solche Holzarten, die eine gleichmäßige und feine Struktur besitzen, nicht sehr hart sind, und bei denen die Jahresringe und die Spiegel nicht stark hervortreten, da sich solche Hölzer nach allen Richtungen gleichgut schneiden lassen und an den Rändern nicht so leicht ausbrechen. Sehr geeignet ist aus diesen Gründen das Lindenholz; Eichenholz

ist wegen seiner Härte und seines groben Gefüges schwer zu bearbeiten, für Schnitzarbeiten kleinerer Abmessungen kommt Holz des Pflaumen-, Apfel- und Nußbaumes zur Verwendung, daneben Zedern- und Ebenholz.

4. Für Korbmacherarbeiten werden vorzugsweise Weidenruten benutzt, daneben Bambus und spanisches Rohr. Die stärksten Ruten, zu großen Körben verarbeitet, sind bis 12 mm dick und bis 2 m lang. Die Ruten werden in frischem Zustande von der Rinde befreit und an der Sonne getrocknet, da sie sonst ihre Zähigkeit und weiße Farbe schnell verlieren und anfangen zu faulen. Zu sehr feinen Korbmacherarbeiten werden in schmale Streifen gespaltene Ruten benutzt, dasselbe geschieht mit dem für die Berohrung von Stühlen gebrauchtem spanischen Rohr.

5. Druckformen aus Holz, wie sie z. B. für die Tapeten- und Kattundruckerei dienen, unterliegen, da sie auf einer Seite durch die aufgetragene Farbe stets feucht, auf der anderen trocken sind, sehr stark dem Werfen. Man bildet sie daher aus drei Holzstreifen, von denen einer aus Birnbaumholz die eingeschnittene Zeichnung enthält, und unter diesen werden noch zwei Lagen aus Tannenholz überquer geleimt, die in manchen Fällen durch eine Schicht trockenen Eichenholzes ersetzt werden.

Für die Holzschnittstöcke werden Platten aus Buchsbaumholz benutzt, deren Oberfläche die Holzfaser quer durchschneidet.

6. Die in der Holzindustrie sich in großen Mengen ergebenden Späne werden in den letzten Jahren zu den verschiedensten Produkten verarbeitet.

Durch Mischen der Späne mit erwärmtem Harz und Holzteer und darauffolgender Pressung unter hohem Druck werden z. B. Feuer- oder Kohlenanzünder hergestellt, auch Briketts für Heizungszwecke lassen sich durch

Mischung von Spänen mit Alaun oder doppelchromsaurer Pottasche unter Zusatz von Leim als Bindemittel erzeugen, oder es wird für denselben Zweck den Spänen Harz und heißer Steinkohlenteer zugemischt und die Mischung in Formen gepreßt. Nach dem Verfahren von Heimsoth lassen sich Briquetts von höherem Heizwert als Braunkohle einfach durch Pressen der erwärmten Sägespäne herstellen, wobei allein die im Holz enthaltenen Harzstoffe als Bindemittel dienen. Diese Briquetts halten bis zur gänzlichen Verbrennung zusammen und hinterlassen als Verbrennungsrückstand etwa ein Drittel ihres Gewichts reine Holzasche. Einen brauchbaren Ziegel, der sich durch große Leichtigkeit auszeichnet, erhält man, wenn Sägespäne mit Ton oder Sand gemischt und gebrannt werden; ebenso lassen sich für leichte Zwischenwände Ersatzteile für Bretter herstellen, indem 3 Teile Sägespäne mit 1 Teil Zement trocken gemischt, dann angefeuchtet und in Holzformen zu Brettern gepreßt werden, die sich sägen und nageln lassen. Mit heißem Steinkohlenteer überstrichen, kann dies Material auch für Dacheindeckungen verwendet werden. Ein ähnliches in Formen gegossenes oder zu Platten gewalztes Dacheindeckungsmaterial wird hergestellt, indem man etwa 25 kg Steinkohlenteer mit $2\frac{1}{2}$ kg Schwefelblumen zusammenschmilzt, dann hydraulischen Kalk zusetzt und so viel Sägespäne hinzufügt, bis die Masse nach dem Erkalten erstarrt und nicht mehr klebrig ist. Für Dachschindeln wird vorwiegend Fichten-, Föhren- und Lärchenholz benutzt.

Daß reine feuchte Holzspäne für Reinigungszwecke von Fußböden sich sehr gut eignen, da sie allen Staub aufnehmen, und zum Räuchern von Fleischwaren vielfache Verwendung finden, weil sie beim Verbrennen eine starke Rauchentwicklung zeigen, sei nebenbei bemerkt.

7. Das Biegen des Holzes beruht auf der Eigenschaft, daß Holz, nachdem es längere Zeit in gebogenen Zustand gebracht und dabei ausgetrocknet ist, den größten Teil seiner Krümmung auch nach Beseitigung der die Biegung hervorrufenden Belastung behält und nur zum Teil zurückgeht. Bei der Biegung liegt die neutrale Schicht der Faser, die ihre ursprüngliche Lage behält, in der konvexen Seite, während nach der konkaven Seite hin nur eine zunehmende Stauchung der Holzfasern entsteht, ein Strecken der Fasern tritt also nicht ein.

Um dauernde Biegung zu erzeugen, müssen die Fasern zunächst durch Dämpfen geschmeidig gemacht werden, worauf das Holz mit einer Lösung von schweflig- oder unterschwefligsauren Salzen oder Ätznatron in kaltem Zustande unter Druck imprägniert und in feuchtem Zustande durch Dampf bei 110—150° C erhitzt wird.

Festere und dichtere Laubhölzer müssen längere Zeit erhitzt werden als weichere, wie Weiden, Pappeln und Linden; für gebogene Möbel kommt hauptsächlich Rotbuche zur Verwendung.

Durch diese Behandlung werden die Zellwandungen der Fasern erweicht und quellen auf, zersetzen sich aber nicht, jedoch steigt die Fähigkeit des Holzes, sich schneiden, biegen, spalten und pressen zu lassen.

Das Biegen des Holzes erfolgt, indem es zwischen zwei Winkel, die auf einer elastischen Schiene verschiebbar und feststellbar sind, fest eingespannt wird, worauf das Stahlband mit dem Holz über eine feste Form gebogen wird, wobei sich der Vorteil ergibt, daß die Holzfasern in gleicher Richtung mit der Krümmung verlaufen, so daß es bedeutend widerstandsfähiger wird als krumm zugeschnittenes Holz.

Gebogene Gegenstände können daher viel dünner ausgeführt werden als krumm geschnittene.

Außer bei der Herstellung von gebogenen Möbeln, Hakenstöcken, Radfelgen usw. werden auch im Schiffbau die Planken zur Bekleidung krummer und windschiefer Flächen oft in einem Dampfkasten erweicht, noch warm und weich an Ort und Stelle gelegt und so durch Bolzen befestigt, wie sie zur Annahme und Beibehaltung der nöthigen Biegungen erforderlich sind.

8. Für alle Holzarbeiten ist die richtige Wahl der Faserrichtung für die Haltbarkeit von größter Bedeutung. Am wenigstens dem Werfen ausgesetzt sind solche Holzplatten, bei denen die Holzfasern nach der Höhe oder Dicke verlaufen. Ist man gezwungen, ein Loch durch einen eingeleimten Holzpfropfen zu verschließen, so müssen seine Fasern an der Oberfläche mit der Richtung des zu flickenden Stückes übereinstimmen. Um das Werfen der einzelnen Tafeln, aus denen eine größere Fläche zusammengesetzt wird, zu hindern, ist es zweckmäßig, in regelmäßiger Abwechslung den Faserverlauf nach verschiedenen Richtungen zu legen. Demselben Zweck dient das Verfahren, breite Bretter, die durch gleichlaufende Schnitte aus dem Stamm gewonnen sind, der Länge nach zu zerschneiden, die Kernteile zu entfernen und sie dann Kernseite an Kernseite zusammenzufügen.

Dem Verziehen wird auch dadurch wirksam begegnet, daß man eine Holzfläche aus zwei oder drei Schichten oft verschiedener Holzarten zusammensetzt, wobei man die Fasern der aufeinanderliegenden Flächen sich kreuzen läßt. Flächen, die aus breiten Brettern gebildet werden müssen, versieht man an den Hirnenden häufig mit Leisten, deren Fasern senkrecht gegen die Fasern der Fläche laufen. Wo die Umstände es erlauben, setzt man große vor dem Verwerfen zu schützende Holzflächen nicht aus ganzen Bretterlängen, sondern aus kleinen in Rahmen eingesetzten Tafeln

zusammen, wie z. B. Türfüllungen, Wandtäfelungen, Parkettfußböden.

9. Die Holzintarsien oder Einlegearbeiten, die erst in den letzten Jahren wieder an Bedeutung gewinnen, werden in ihrer ältesten Form in der Weise ausgeführt, daß man mittels einer Laubsäge das gewünschte Muster aus zwei oder mehreren aufeinandergelegten Furnierplatten ausschneidet, dann die durch das Ausschneiden erhaltenen Stücke in den einzelnen Platten auswechselt und die so verschieden gemusterten Platten auf Papier klebt. Damit die ausgeschnittenen Stücke der einen Furnierplatte genau in die der anderen passen, müssen die beiden Furnierblätter beim Ausschneiden mit senkrecht zueinander stehenden Fasern aufeinandergelegt werden.

Da dies Arbeitsverfahren sehr umständlich ist und große Übung erfordert, hat man verschiedene Verfahren erdonnen, um dieselben Effekte zu erzielen. Dahin gehört z. B. das von Carperding angegebene, nur eine Platte mit den auszuschneidenden Mustern zu versehen und sie dann durch starken Druck in eine zweite einzupressen, so daß beide Platten in einer Ebene liegen. Man kann auch auf diese Weise mehr als zwei Holzarten zu einer Platte vereinigen.

10. Unter Holzmosaik versteht man der Einlegearbeit ähnliche, aber billigere Verfahren, um einfachere geometrische Muster aus verschiedenartigen Holzarten in die Oberfläche einer Furnierplatte einzulegen. Einlegearbeiten aus anderen Stoffen, Messing, Perlmutter, Elfenbein, Schildpatt usw., in Holz sind unter dem Namen Boulearbeit bekannt.

Die bekannten Brennarbeiten zur Verzierung der Holzoberflächen sollen hier nur erwähnt werden.

Register.

- A**blängen 90.
Abscherungsfestigkeit 44.
Akaroidharz 138.
Ankohlen 80.
Anstriche 80, 123.
Antinonin 81.
Arbeiten d. Holzes 32, 37.
Asche 18, 133.
Astfäule 68.
Astknoten 53, 68.
Astlöcher 53.
Aufbau 7.
Auskothen 76.
Auslaugen 50, 80.
Ausstrokn, natürlich 75.
Ausstrokn, künstlich 75.
Auswachsen 74.
- B**alsabaum 25.
Bast 8, 17.
Bauholz 89.
Beizen 122.
Beulen 55.
Biegen 150.
Biegsamkeit 43.
Biegungsfestigkeit 43.
Bildhauerarbeiten 147.
Blätter-Hausschwamm 71.
Böttcherarbeiten 147.
Boucherisieren 82.
Brennmaterial, Holz als 128.
Briketts, Holz 149.
Burnettisieren 83.
- C**alcidum 88.
- D**achschindeln 149.
Dämpfen 78.
Darren 76.
Dauerhaftigkeit 49.
Dehnungskoeffizient 40.
Destillation, trockene, d. Holzes 136.
- Dickenwachstum 17.
Doppelter Splint 152.
Drehwuchs 54, 92.
Druckfestigkeit 43.
Druckformen 148.
Druckholzbildung 54.
Dürrsucht 59.
- E**chter Hausschwamm 71.
Eigenschaften, technische 98–115.
Eisklüfte 57, 121.
Elastizität 40.
Endrisse 33.
Entflammbarkeit 87.
Erkrankungen 59.
Exzentrischer Wuchs 54.
- F**ällzeit 70.
Falscher Splint 52.
Farbe 19.
Faserrichtung, Wahl der 151.
Festigkeit 42.
Festmeter 25.
Fettbäume 18.
Feuchtigkeitsgrad 31.
Fladerschnitt 8.
Fossiles Holz 49.
Frischgewicht 24.
Frostleisten 57.
Frostrisse 57.
Frühholz 10.
Furniere 94.
- G**allusgerbsäure 138.
Gefäße 9.
Gelbsucht 59.
Geogr. Verteilung 116.
Geruch 21.
Grind 69.
Grüngewicht 24.
- H**albh Holz 92.
Härte 28.
Harte Hölzer 28.
Harz 137.
- Harzbeulen 56, 121.
Harzgallen 56.
Harzkanäle 16.
Hausschwamm 71.
Heizwert 129.
Hexenbesen 56.
Hirnschnitt 8.
Hoftüpfel 15.
Holzasche 133.
Holzbriketts 141.
Holzdraht 145.
Holzessig 136.
Holzfaser 13.
Holzfüller 125.
Holzgewebe 145.
Holzintarsien 152.
Holzkäfer 59.
Holzkämme 145.
Holzkohle 130.
Holzmehl 142.
Holzmosaik 152.
Holznägel 144.
Holzpappe 140.
Holzparenchym 14, 15.
Holzpflaster 142.
Holzstifte 144.
Holzstück 146.
Holzteer 136.
Holzwolle 140.
Holzzement 146.
Hygroskopisches Wasser 29.
- Imbibitionswasser 17, 29.
Imprägnierung 81.
Inkrustierende Substanzen 17.
Insekten, holzerstörende 59.
Intarsien 152.
- J**ahresringbau 9, 10.
- K**ambium 7, 9, 17.
Kautscholeune 81.
Kellerschwamm 71.
Kernfäule 67.
Kernrisse 36, 51, 121.

- Kernspaltung 36, 52.
 Kiensopf 121.
 Kino, australisches 138.
 Klang 21.
 Knickfestigkeit 43.
 Kohlenstoffgehalt 18.
 Kollodium 135.
 Konservierung 81.
 Korbmacherarbeiten 148.
 Korkholz 25.
 Krebsbildung 56, 69.
 Kreuzholz 92.
 Kropfbildung 56.
 Krümmlinge 91.
 Künstliches Holz 145.
 Künstliche Trocknung 75.
 Kyanisieren 83.

Lampenschwarz 38.
 Lebensdauer des Holzes
 49, 85, 87.
 Libriformfaser 13.
 Ligninsubstanz 17.
 Luftrisse 37.
 Lufttrockengewicht 24,
 31.
 Lumen 32.

Markröhren 9.
 Markstrahlen 9, 13.
 Maserbeulen 55.
 Maseriges Holz 122.
 Maserung 13, 56.
 Mattieren 127.
 Meiler 132.
 Metallsalze, Tränkung
 mit dens. 82.
 Mittelharte Hölzer 28.
 Mondring 32.
 Morschheit 68.
 Myzel 72.

Naßfäule 70.
 Natürliche Trocknung 75.

Öltränkung 81.

Pflanzenzellstoff 17.
 Plasma 16.
 Polieren 125.
 Preolit 81.
 Puppenwiege 58.

Quecksilberchlorid 83.
 Quellen 39.
 Querschnitt 8.

Radialschnitt 8.
 Raumgewicht 23, 25.
 Raummeter 25, 90.
 Reibzündhölzer 144.
 Reifholz 10.
 Reiserholz 91.
 Resonanz 21.
 Ringfäule 67.
 Ringklüfte 52.
 Ringporiges Holz 12.
 Röstkohle 130.
 Röte 67.
 Rotfäule 68.
 Rotholzbildung 54.
 Rotstreifigkeit 70.
 Rüping-Tränkung 85.
 Ruß 138.

Sauerstoffgehalt 18, 19.
 Schälrisse 52.
 Scheinkern 10.
 Schichtholz 91.
 Schießbaumwolle 135.
 Schnittholz 92.
 Schorf 69.
 Schrumpfen 51.
 Schwankung des Was-
 sergehalts 32.
 Schwarten 90.
 Schwarzkohle 130.
 Schwere 23.
 Schwinden 32, 37, 51.
 Seide, künstliche 135.
 Sommerholz 10.
 Spaltfestigkeit 45.
 Spaltschnitt 8.
 Späne, Verwendung der
 148.
 Spätholz 10.
 Spez. Gewicht 23, 26.
 Spiegelfasern 13.
 Spiegelschnitt 8.
 Splintholz 10.
 Stärkebäume 18.
 Steinholz 146.
 Steinkohlenteeröl 182, 184.
 Stellmacherarbeiten 146.

 Ster 25.
 Sternrisse 36.
 Stickstoffgehalt 18.
 Stockfäule 68.
 Stoßfestigkeit 45.
 Strahlenrisse 36, 51.

Tangentialschnitt 8.
 Tannin 138.
 Terpentin 138.
 Tracheen 14, 15.
 Tracheiden 14, 15.
 Trockenfäule 70.
 Trockenrisse 37.
 Trocknen des Holzes 74.

Überwallung 57.

Verbrennung 129.
 Verdrehungsfestigkeit
 44.
 Verkernung 9.
 Verletzungen, äußere 69.
 Versteinertes Holz 48.
 Vogelaugenmaser 50.
 Vulkanfiber 136.

Waldnutzholz 90, 91.
 Wasserglas 88.
 Wasserstoffgehalt 18, 29.
 Weiche Hölzer 28.
 Weißfäule 68.
 Wellenförmiger Faser-
 verlauf 55.
 Wiesesalz 82.
 Windschäliges Holz 52.
 Windschiefes Holz 36.
 Wipfeldürre 59.

Xylolith 146.

Zähigkeit 45.
 Zelle 13.
 Zellinhalt 17.
 Zellkern 16.
 Zellen 135.
 Zelluloid 135.
 Zellulose 17, 133.
 Zerstreutporiges Holz 12.
 Zugfestigkeit 42.

In der **Sammlung Göschen** sind
ferner erschienen:

Die Werkzeugmaschinen für Holzbearbeitung

von

Prof. Hermann Wilde

Mit 125 Abbildungen.

Nr. 582

Die Laubhölzer

Kurzgefaßte Beschreibung der in Mitteleuropa einheimischen Bäume und Sträucher, sowie die wichtigeren in Gärten gezogenen Laubholzpflanzen

von

Prof. Dr. F. W. Neger

Mit 74 Textabbildungen und 6 Tabellen.

Nr. 718

Die Nadelhölzer

von

Prof. Dr. F. W. Neger

Mit 85 Abbildungen, 5 Tabellen und 3 Karten. Nr. 355

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER

WALTER DE GRUYTER & CO., VORMALS

G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG

J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG

GEORG REIMER / KARL J. TRÖB-

NER / VEIT & COMP.

BERLIN W. 10

In der **Sammlung Göschen** sind
ferner erschienen:

Die Pflanze, ihr Bau und ihr Leben von Geh. Hofr. Prof.
Dr. Adolf Hansen. Mit 33 Abb. Nr. 742.

Die Stämme des Pflanzenreichs von Kustos Prof. Dr.
Rob. Pilger. Mit 22 Abb. Nr. 485.

Algen, Moose und Farnpflanzen von Prof. Dr. H. Klebahn.
Mit 35 Figurentafeln. Nr. 736.

Die Flechten. Eine Übersicht unserer Kenntnisse von
Prof. Dr. G. Lindau. Mit 55 Fig. Nr. 683.

Die Pilze. Eine Einführung in die Kenntnis ihrer Formen-
reihen von Prof. Dr. G. Lindau. Mit 10 Figurengruppen
im Text. Nr. 574.

Die Spalt- und Schleimpilze. Eine Einführung in ihre
Kenntnis von Prof. Dr. G. Lindau. Mit 11 Abb. Nr. 642.

**Das System der Blütenpflanzen mit Ausschluß der Gymno-
spermen** von Prof. Dr. R. Pilger. Mit 31 Fig. Nr. 393.

Exkursionsflora von Deutschland zum Bestimmen der
häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen
von Prof. Dr. W. Migula. 2 Teile. Mit je 50 Abb.
Nr. 268, 269. Zur Zeit vergriffen.

Pflanzenphysiologie v. Prof. Dr. A. Hansen. Mit 43 Abb. Nr. 591.

Morphologie u. Organographie der Pflanzen von Prof.
Dr. M. Nordhausen. Mit 123 Abb. Nr. 141.

Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen von Prof. Dr.
H. Miehle. Mit 79 Abb. Nr. 556.

Pflanzenbiologie von Prof. Dr. W. Migula. I: Allgemeine
Biologie. Mit 43 Abb. Nr. 127.

— — II: Blütenbiologie. Mit 28 Abb. Nr. 744.

Pflanzengeographie von Prof. Dr. Ludw. Diels. Nr. 389.

Pflanzenkrankheiten von Privatdoz. Dr. Werner Friedr.
Bruck. Mit 1 farbigen Tafel und 45 Abb. Nr. 310.

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER

WALTER DE GRUYTER & CO., VORMALS

G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG

J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG

GEORG REIMER / KARL J. TRÜB-

NER / VEIT & COMP.

BERLIN W. 10

Reichsgewerbeordnung nebst Ausführungsbestimmungen

von

**Stadtrat Dr. K. Flesch
Dr. Fr. Hiller und Dr. H. Luppe**

Guttentag'sche Sammlg. deutscher Reichsgesetze No.6
Taschenformat Preis M. 7.15

Gewerbsteuergesetz

von

A. Fernow

Wirkl. Geh. Ober-Finanzrat
VI., vermehrte Auflage

Guttentag'sche Sammlung preußischer Gesetze No.11.
Taschenformat Preis M. 6.25


Konzessionierung gewerblicher Anlagen

von

Dr. W. von Rüdiger

Geh. Regierungsrat
II. Auflage

Guttentag'sche Sammlung preußischer Gesetze No.16.
Taschenformat Preis M. 2.60

 Zu den aufgeführten Preisen tritt noch ein Verlags-
steuerzuschlag von 25%.

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER

WALTER DE GRUYTER & CO., VORMALS

G. J. BOSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG

J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG

GEORG REIMER / KARL J. TRÖB-

NER / VEIT & COMP.

BERLIN W. 10

S-3

In der **Sammlung Göschen** sind
ferner erschienen:

- Die Pflanze**, ihr Bau und ihr Leben von Geh. Hoir. Prof. Dr. Adolf Hansen. Mit 33 Abb. Nr. 742.
- Die Stämme des Pflanzenreichs** von Kustos Prof. Dr. Rob. Pilger. Mit 22 Abb. Nr. 485.
- Algen, Moose und Farnpflanzen** von Prof. Dr. H. Klebahn. Mit 35 Figurentafeln. Nr. 736.
- Die Flechten**. Eine Übersicht unserer Kenntnisse von Prof. Dr. G. Lindau. Mit 55 Fig. Nr. 683.
- Die Pilze**. Eine Einführung in die Kenntnis ihrer Formenreihen von Prof. Dr. G. Lindau. Mit 10 Figurengruppen im Text. Nr. 574.
- Die Spalt- und Schleimpilze**. Eine Einführung in ihre Kenntnis von Prof. Dr. G. Lindau. Mit 11 Abb. Nr. 642.
- Das System der Blütenpflanzen mit Ausschluß der Gymnospermen** von Prof. Dr. R. Pilger. Mit 31 Fig. Nr. 393.
- Exkursionsflora von Deutschland** zum Bestimmen der häufigeren in Deutschland wildwachsenden Pflanzen von Prof. Dr. W. Migula. 2 Teile. Mit je 50 Abb. Nr. 268, 269. Zur Zeit vergriffen.
- Pflanzenphysiologie** v. Prof. Dr. A. Hansen. Mit 43 Abb. Nr. 591.
- Morphologie u. Organographie der Pflanzen** von Prof. Dr. M. Nordhausen. Mit 123 Abb. Nr. 141.
- Zellenlehre und Anatomie der Pflanzen** von Prof. Dr. H. Mische. Mit 79 Abb. Nr. 556.
- Pflanzenbiologie** von Prof. Dr. W. Migula. I: Allgemeine Biologie. Mit 43 Abb. Nr. 127.
- — II: Blütenbiologie. Mit 28 Abb. Nr. 744.
- Pflanzengeographie** von Prof. Dr. Ludw. Diels. Nr. 389.
- Pflanzenkrankheiten** von Privatdoz. Dr. Werner Friedr. Bruck. Mit 1 farbigen Tafel und 45 Abb. Nr. 310.

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER
WALTER DE GRUYTER & CO., VORMALS
G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG
J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG
GEORG REIMER / KARL J. TROB-
NER / VEIT & COMP.
BERLIN W. 10

Reichs- Versicherungsordnung nebst Einführungsgesetz

Herausgegeben unter Mitwirkung von

Dr. F. Caspar und **A. Spielhagen**

Wirkl. Geh. Rat, Direktor
im Reichsamt des Innern

Geh. Ob.-Reg.-Rat, vortr. Rat
im Reichsamt des Innern

4 BÄNDE


Guttentag'sche Sammlung deutscher Reichsgesetze
No. 106—109

No. 106. I., V. u. VI. Buch. **Gemeinsame Vorschriften — Beziehungen der Versicherungsträger zueinander und zu anderen Verpflichteten. — Verfahren.** Von Dr. K. Lippmann, Reg.-Rat im Reichs-Vers.-Amt, Geh. Reg.-Rat Dr. L. Laß und Geh. Reg.-Rat H. Siefert. 1913. M. 8.45

No. 107. II. Buch. **Krankenversicherung.** Von Geh. Reg.-Rat H. Siefert und Reg.-Rat Dr. F. Sitzler. 1916. M. 9.75

No. 108. III. Buch. **Unfallversicherung.** Von A. Radtke, Geh. Reg.-Rat im Reichs-Vers.-Amt. 1913. M. 11.—

No. 109. IV. Buch. **Invaliden- und Hinterbliebenenversicherung.** Von Geh. Ob.-Reg.-Rat B. Jaup, vortr. Rat im Reichsamt des Innern, und H. Follmann, Geh. Reg.-Rat im Reichs-Vers.-Amt. 1912. Mit Nachtrag. 1914—1916. M. 5.85

 Zu den aufgeführten Preisen tritt noch ein Verlags-
teuerungszuschlag von 25%.

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER

WALTER DE GRUYTER & CO., VORMALS

G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG

J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG

GEORG REIMER / KARL J. TRÖB-

NER / VEIT & COMP.

BERLIN W. 10

In der **Sammlung Götschen** sind
ferner erschienen:

Tischler- (Schreiner-) Arbeiten

von

Prof. E. Viehweger

- I:** Materialien, Handwerkszeuge, Maschinen, Einzelverbindungen, Fußböden, Fenster, Fensterladen, Treppen, Aborte. Mit 628 Fig. auf 75 Tafeln. Nr. 502.
- II:** Türen und Tore, Anordnung und Konstruktion, Haustüren, Tore, Balkontüren, Flurtüren. Mit 296 Fig. auf 105 Tafeln. Nr. 503.
- III:** Innere Türen, Pendeltüren, Schiebetüren, Drehtüren, Wandverkleidungen, Decken. Mit 323 Fig. auf 98 Tafeln. Nr. 755.

Zimmerarbeiten

von

Oberlehrer Carl Opitz

- I:** Allgemeines, Balkenlagen, Zwischendecken und Deckenbildungen, hölzerne Fußböden, Fachwerkwände, Hänge- u. Sprengwerke. Mit 169 Abb. Nr. 489.
- II:** Dächer, Wandbekleidungen, Simsschalungen, Block-, Bohlen- und Bretterwände, Zäune, Türen, Tore, Tribünen und Baugerüste. Mit 167 Abb. Nr. 490.

VEREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER

WALTER DE GRUYTER & CO., VORMALS

• G. J. GÖTSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG

J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG

GEORG REIMER / KARL J. TRÜB-

NER / VEIT & COMP.

BERLIN W. 10

Kommentar der Sozialisierungsgesetze

(Kohle, Kali, Elektrizität usw.)

von

Justizrat Dr. Reier

Vollständiger Kodex des heute geltenden Gemeinwirtschaftsrechts (Sozialisierungsrechts)

Guttentag'sche Sammlung deutscher Reichsges. No. 141.
1920. Taschenformat Preis M. 10.—

Die preußische Verordnung vom 12. September 1919 über Arbeitsnachweis mit Erläuterung und Anhang

(preußischer Ministerialerlaß vom 18. März 1919 betreffend Ausgestaltung der Berufsberatung)

von

Paul Wölbling

Magistratsrat in Berlin

1920. Taschenformat

Preis M. 4.—

EREINIGUNG WISSENSCHAFTLICHER VERLEGER

WALTER DE GRUYTER & CO., VORMALS

G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG

J. GUTTENTAG, VERLAGSBUCHHANDLUNG

GEORG REIMER / KARL J. TROB-

NER / VEIT & COMP.

BERLIN W. 10



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



I-301287



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000295767