



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für holzverarbeitende Berufe

# Holztechnik

## Arbeitsbuch – Lernfelder 1 bis 6

Lektorat: Wolfgang Nutsch, Stuttgart

3. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsseldorf Str. 23 · D-42781 Haan-Gruiten

**Europa-Nr.: 44511**

Bearbeiter des Buches „Holztechnik, Arbeitsbuch – Grundwissen“

Eckhard, Martin	Technischer Oberlehrer, Tischlermeister	Stuttgart
Nutsch, Wolfgang	Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor	Stuttgart
Seifert, Gerhard	Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor	Ehingen

Bildbearbeitung:

Wolfgang Nutsch, Stuttgart  
Verlag Europa-Lehrmittel, Zeichenbüro, Ostfildern

3. Auflage 2016

Druck 5 4, korrigierter Nachdruck 2021

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-4453-2

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2016 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Punkt für Punkt GmbH · Mediendesign, 40549 Düsseldorf  
Umschlaggestaltung: Blick Kick Kreativ KG, 42653 Solingen  
Druck: RCOM Print, 97222 Rimpar

## Vorwort

Mit dem „Arbeitsbuch – Lernfeld 1 bis 6“ ist in der Fachbuchreihe „Holztechnik“ ein Werk geschaffen, das in hohem Maße den Anforderungen an eine zeitgemäße und praxisnahe berufliche Grundausbildung entspricht.

Den im Ausbildungsrahmenplan besonders erwähnten Schwerpunkten selbstständiges Informieren, Planen, Entscheiden, Durchführen und Kontrollieren der Arbeiten durch die Auszubildenden, wird dabei besonders Rechnung getragen. Dies wird dadurch deutlich, dass technologische, mathematische, arbeitsplanerische und fertigungstechnische Kapitel an einzelnen Kundenaufträgen themengebunden abgehandelt werden. Das Arbeitsbuch besticht durch die klare Gliederung in Lernfelder. Auf den linken Buchseiten befinden sich jeweils die Sachinformationen, auf den rechten Buchseiten hierzu die Arbeits- und Vertiefungsaufgaben.

Bei der Erarbeitung der Aufgaben und Kundenaufträge des Buches wird der Kenntnisstand von Berufsanfängern zugrunde gelegt. Deshalb ist es in leicht verständlicher Sprache geschrieben und durch viele anschauliche Abbildungen und informative Zeichnungen ergänzt. Inhaltlich werden der Beruf und das berufliche Umfeld erläutert, die Vielzahl der Erzeugnisse dargestellt, die Abwicklung von Aufträgen erklärt sowie die Bedeutung des qualitätsbewussten Handelns aufgezeigt. Konkrete Produkte werden durch Skizzen und Zeichnungen erfasst und arbeitsplanerisch durch Stücklisten und Ablaufpläne umgesetzt.

Sachinformationen zu den Werkstoffeigenschaften und den zeitgemäßen Bearbeitungstechniken bilden ergänzend die Grundlage erfolgreicher Berufsausbildung.

Wichtiger Bestandteil des Buches sind die Kundenaufträge, die – in ihrem Schwierigkeitsgrad ansteigend – sämtliche Teilbereiche der Ausbildungsordnung bis zur Zwischenprüfung vermitteln und ergänzen. Die fachlichen und überfachlichen Kompetenzen werden dabei gezielt gefördert, der Grad der Lenkung und Führung nimmt dabei stetig ab. In gleichem Maße wächst der Handlungs- und Entscheidungsfreiraum des Auszubildenden. So eignet sich das Fachbuch hervorragend für unterschiedliche Unterrichtsmethoden, aber auch als Grundlage für ein erfolgreiches Selbststudium.

Sommer 2016

Die Autoren

### Anmerkung:

Für die Bezeichnung der Holzarten wurden zum besseren Verständnis für die Schüler die deutschen Handelsnamen und deren Kurzzeichen verwendet. Auch im Sprachgebrauch mit den Kunden und den Beschäftigten des Betriebes werden diese Kurzzeichen besser verstanden. Bei Bedarf können natürlich die botanischen Namen und deren Kurzzeichen nach DIN EN 13556 verwendet werden. (Diese sind für die gebräuchlichsten Holzarten auf Seite 347 aufgelistet.)



3.10.4	Bohren von Metallen	204
3.10.5	Gewinde schneiden	206
3.10.6	Metalle verbinden	208

## Lernfeld 4 212

<b>4</b>	<b>Kleinformel herstellen</b>	<b>212</b>
4.01	Kundenauftrag	212
4.02	Lernfeldinhalte	213
4.1	Holzverbindungsmittel	214
4.1.1	Nägel und Klammern	214
4.1.2	Holzschrauben	214
4.1.3	Federn	216
4.1.4	Dübel	216
4.2	Schleifmaschinen	218
4.2.1	Schleifmittel	218
4.2.2	Langbandschleifmaschine	220
4.2.3	Kantenschleifmaschine	220
4.2.4	Breitbandschleifmaschine	220
4.3	Entwurfgrundlagen	222
4.3.1	Flächenverhältnisse	222
4.4	Darstellung von Werkstoffen in Schnitten	224
4.4.1	Vollholz in Schnitten	224
4.4.2	Holzwerkstoffe in Schnitten	226
4.4.3	Verbindungsmittel in Schnitten	230
4.5	Lage der Ansichten und Schnitte in Zeichnungen	232
4.5.1	Lage der Ansichten	232
4.5.2	Lage der Schnitte	234
4.6	Standardbeschläge für Drehtüren	236
4.6.1	Beschläge für einschlagende Türen	236
4.6.2	Beschläge für überfällte Türen	238
4.6.3	Beschläge für aufschlagende Türen	238
4.7	Fertigungszeichnung	240
4.7.1	Brettriss	240
4.7.2	Teilschnittzeichnung	240
4.7.3	Beispiel einer Fertigungszeichnung	241
4.8	Stücklisten	242
4.8.1	Erzeugnisgliederung	242
4.8.2	Stücklistenaufbau	242
4.8.3	Stücklistenformular	243
4.8.4	Hinweise für die Stücklistenenerstellung	244
4.8.5	Stückliste – Aufgabe	245
4.9	Kundenauftrag bearbeiten	246
4.9.1	Anforderungskatalog aufstellen	246
4.9.2	Garderobenschränkchen entwerfen und präsentieren	246
4.9.3	Teilschnittzeichnung erstellen	246
4.9.4	Stückliste und Materialliste erstellen	247
4.9.5	Arbeitsablauf planen	247
4.9.6	Kosten kalkulieren	247
4.10	Qualitätsregelkreis	248
4.10.1	Qualitätsmanagement	248
4.10.2	Bearbeitungsstufen des Kundenauftrags	250
4.10.3	Qualitätssicherung	251

## Lernfeld 5 252

<b>5</b>	<b>Einzelmöbel herstellen</b>	<b>252</b>
5.01	Kundenauftrag	252
5.02	Lernfeldinhalte	252

5.1	Entwurfgrundlagen	254
5.1.1	Möbelmaße	254
5.1.2	Möbelfronten	255
5.1.3	Profile	255
5.1.4	Beschläge	255
5.2	Möbelarten	256
5.2.1	Möbel nach Verwendung	256
5.2.2	Möbelbauarten	256
5.2.3	Möbelteile und Teilebezeichnung	256
5.3	Schubkasten	258
5.3.1	Schubkastenarten	258
5.3.2	Schubkastenteile	258
5.3.3	Klassische Führung	260
5.3.4	Aufgehängte Führung	260
5.3.5	Mechanische Führungen	262
5.4	Schiebetüren	264
5.4.1	Holzschiebetüren	264
5.4.2	Glasschiebetüren	264
5.5	Furniere	266
5.5.1	Furnierbilder	266
5.5.2	Furnierfehler	267
5.6	Kundenauftrag	268
5.6.1	Entwurfsskizzen anfertigen	268
5.6.2	Darstellung verschiedener Materialien	269
5.7	Furnierverarbeitung	270
5.7.1	Furnier zuschneiden und fügen	270
5.7.2	Furniere zusammensetzen	272
5.7.3	Flächen beleimen	274
5.7.4	Kanten beleimen	276
5.7.5	Fehler bei der Furnierverarbeitung	278
5.7.6	Leimbedarf – Mischungsrechnen	280
5.8	Hydraulische Furnierpresse	282
5.8.1	Furnierpresse	282
5.8.2	Druckermittlung bei Furnierpressen	282
5.9	Oberflächenbehandlung	284
5.9.1	Vorbereiten der Oberflächen	284
5.9.2	Beizen	286
5.9.3	Bleichen	287
5.9.4	Öle und Wachse	288
5.9.5	Lacke	288
5.9.6	Oberflächentechniken	290
5.9.7	Oberflächenmaterialien lagern und entsorgen	292

## Lernfeld 6 294

<b>6</b>	<b>Systemmöbel herstellen</b>	
6.01	Kundenauftrag	294
6.02	Lernfeldinhalte	294
6.1	Normung und Typisierung	296
6.1.1	Normung und Typisierung bei Systemmöbeln	296
6.1.2	Kombinationsmöglichkeiten von Systemmöbeln	298
6.2	Beschläge	300
6.2.1	Verbindungsbeschläge	300
6.2.2	System 32	300
6.2.3	Rückwandverbinder	302
6.2.4	Topfscharniere	302
6.2.5	Schubkasten und Auszüge	304
6.3	Teilzeichnung	306

6.3.1	Bemaßen von Teilezeichnung	306
6.3.2	Toleranzen	308
6.3.3	Bearbeitungszeichen	308
6.4	Fräsmaschinen	310
6.4.1	Tischfräsmaschine	310
6.4.2	Fräswerkzeuge	310
6.4.3	Tischoberfräsmaschine	312
6.4.4	Kettenfräsmaschine	312
6.5	Pneumatische und hydraulische Anlagen	314
6.5.1	Pneumatische Anlagen	314
6.5.2	Druckluftherzeugung	314
6.5.3	Druckluftverteilung	316
6.5.4	Druckluftwerkzeuge	316
6.6	Ablauforganisation	318
6.6.1	Auftragsabwicklung	318
6.6.2	Arbeit vorbereiten	320
6.6.3	Einsatz von Datenträgern	322
6.7	Kalkulation	324
6.7.1	Kostenbegriff	324
6.7.2	Zuschlagkalkulation	324
6.8	Wartung und Instandhaltung von Maschinen	326
6.8.1	Wartungsarbeiten an mobilen Maschinen	326
6.8.2	Wartungsarbeiten an stationären Maschinen	326
6.8.3	Wartungsarbeiten an Betriebsanlagen	326
6.8.4	Wartungsplan	327
6.9	Berechnungen zur Maschinentchnik	328
6.9.1	Schnittgeschwindigkeit	328
6.9.2	Vorschubgeschwindigkeit	329
6.10	Fertigen mit rechnerunterstützten Techniken	330
6.10.1	WOP-Programmierung	330
6.11	Zerspanung	334
6.11.1	Faserrichtung des Holzes	334
6.11.2	Gleichlauf und Gegenlauf	335
6.12	Vorrichtungen, Schablonen, Handhabungshilfen	336
6.12.1	Einsatzbereiche und Umgang mit Vorrichtungen	336

<b>7</b>	<b>Anhang – Formulare</b>	<b>338</b>
7.1	Stückliste	338
7.2	Arbeitsschrittplanung	339
7.3	Kalkulation	340
7.4	Diagramm Zahnvorschub	341

Sachwortverzeichnis	342
---------------------	-----

## 0.1 Berufsfeld Holztechnik

### 0.1.1 Einführung in den Beruf

#### **Geschichte**

In früherer Zeit war es der Zimmermann, der den Werkstoff Holz bearbeitete. Er war nicht nur für das Fachwerk und das Dachtragwerk der Häuser zuständig, sondern auch für das Fertigen der Türen und Tore und der einfachen Raumausstattung. Erst im 15. Jahrhundert, mit Beginn der Renaissance, entwickelte sich aufgrund der feineren Aufgaben der eigenständige Schreiner-, Kistler- oder Tischlerberuf heraus.

Im Handwerk ist die einheitliche Berufsbezeichnung Tischler bzw. Tischlerin eingeführt worden, obwohl im Süden der Bundesrepublik Deutschland auch heute noch die Berufsbezeichnung Schreiner/Schreinerin geläufig ist. In der Industrie dagegen nennt man sie Holzmechaniker/Holzmechanikerin.

In das Berufsfeld Holztechnik gehören je nach Aufgabenschwerpunkt die Berufe Böttcher, Bootsbauer, Fahrzeugstellmacher, Holzflugzeugbauer, Modellbauer, Modelltischler, Schiffszimmerer und Wagner. Im süddeutschen Raum bilden die Glaser (Fensterbauer) noch eine eigene Zunft.

#### **Ausbildungsverordnung**

Die Verordnung über die Berufsausbildung zum Tischler/zur Tischlerin vom 31. Januar 1997 legt die Berufsbezeichnung und die Ausbildungsdauer von 3 Jahren fest und gibt die Arbeitsgebiete dieses Berufsfeldes sowie die zu erlangenden beruflichen Fertigkeiten und Kenntnisse an. Das Ausbildungsprofil ist aus dem Ausbildungsrahmenplan gem. § 5 der Ausbildungsverordnung ersichtlich. Neben der Vermittlung der berufsbezogenen fachlichen Ausbildungsinhalte sollen besonders die Ausbildungsziele zum selbstständigen beruflichen Planen, Durchführen und Kontrollieren erreicht werden.

#### **Erzeugnisse**

Die von Tischlern und Tischlerinnen gefertigten Erzeugnisse sind sehr vielfältig. Am Beispiel eines Wohnhauses können dies sein:

##### **Kleinformöbel und Holzwaren**

Servierwagen, Blumenständer, Hocker, Satztischchen, Spiegelrahmen, Bilderrahmen, Holzspielzeug usw.

##### **Einzelmöbel**

Anrichte, Vitrine, Regal, Wohnzimmerschrank, Bett, Kommode, Kleiderschrank, Dielenschrank, Schreibsekretär, Schreibtisch, Aktenschrank, Sitzbank, usw.

##### **Innenausbauarbeiten**

Wandverkleidungen, Deckenverkleidungen, Heizkörperverkleidungen, Fensterbänke, Eckbänke, Einbauschränke wie Schrankwände, Wandschränke und Raumteiler, Zimmertüren wie Drehtüren, Schiebetüren und Pendeltüren, Windfangtüren usw.

##### **Ausbauarbeiten**

Haustüren, Holztreppe, Treppengeländer, Dachausbauten, leichte nichttragende Trennwände, Kelleraußentüren, Holzfußböden, Fußleisten, Fenster (nicht in allen Bundesländern).

Größere Betriebe haben sich in der Regel auf besondere Erzeugnisgruppen spezialisiert; z. B.: für den Laden- oder Apothekenbau, für Kindermöbel, Küchenmöbel, Schlafzimmer- oder Wohnraummöbel, für Büro- oder Bankeinrichtungen usw.

Im Tischlerhandwerk müssen die Erzeugnisse nicht nur einwandfrei gefertigt, sondern auch formschön gestaltet und fachgerecht konstruiert werden.

#### **Werkstoffe**

Die Werkstoffe der Tischler und Tischlerinnen sind nicht nur Holz oder Holzwerkstoffe, Klebstoffe und Lacke, sondern auch Metalle, Kunststoffe und Glas. Man erwartet, dass auch diese Werkstoffe fachgerecht verarbeitet werden. Dadurch ergeben sich weitere, völlig neue Fertigungsbereiche und Arbeitsverfahren, die diesen Beruf zusätzlich interessant machen.

# 0.1 Berufsfeld Holztechnik

## 0.1.1 Einführung in den Beruf

**Aufgabe 0.1:** In dem dargestellten Wohnhaus sehen Sie zum Beispiel einige Erzeugnisse, die vom Tischler hergestellt wurden. Versuchen Sie diese fachgerecht zu benennen.

1 Einbauküche  
2 Raumteiler  
3 Einbauschrank  
4 Schiebetür  
5 Wandverkleidung  
6 Dachausbau  
7 Fußboden

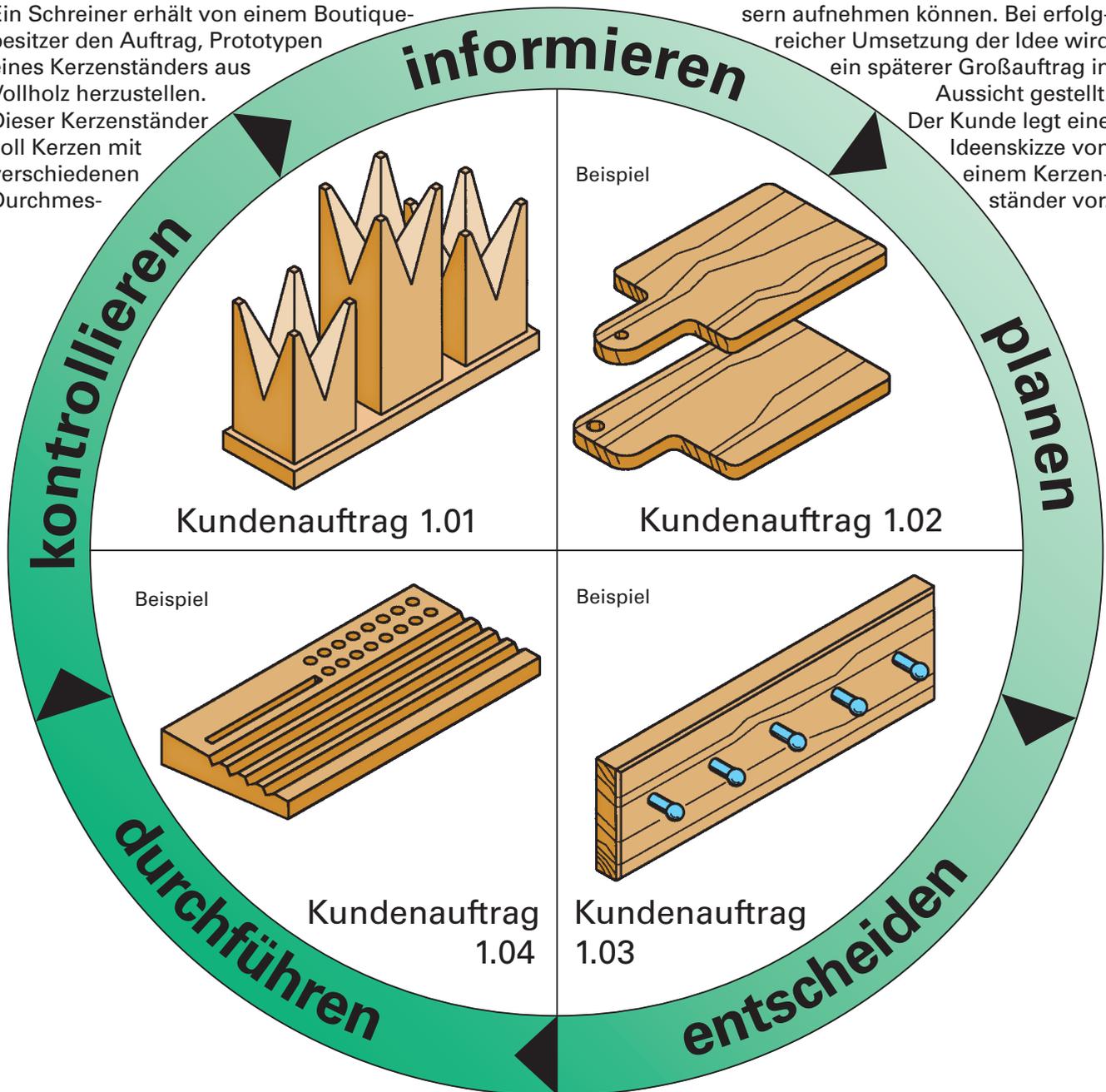
8 Trennwand  
9 Gardinenblende  
10 Fensterbank  
11 Heizkörperverkleidung  
12 Möbel z.B. Anrichte  
13 Kellerregal  
14 Kellertür  
15 Kellerausgangstür  
16 Zimmertür  
17 Garderobenmöbel  
18 Windfang  
19 Haustür  
20 Holztreppe  
21 Garagentor

# 1 Einfache Produkte aus Holz herstellen

## 1.01 Kundenauftrag Nr.: 1.01

Ein Schreiner erhält von einem Boutiquebesitzer den Auftrag, Prototypen eines Kerzenständers aus Vollholz herzustellen. Dieser Kerzenständer soll Kerzen mit verschiedenen Durchmes-

sern aufnehmen können. Bei erfolgreicher Umsetzung der Idee wird ein späterer Großauftrag in Aussicht gestellt. Der Kunde legt eine Ideenskizze von einem Kerzenständer vor.



## 1.02 Lernfeldinhalte

Informieren		bearbeitet am Kundenauftrag				Seite
		1.01	1.02	1.03	1...	
1.1	Werkstoff Holz					10
1.1.1	Der Baum					10
1.1.2	Wachstum des Baumes					12
1.1.3	Einteilung der Bäume nach Stammquerschnitten					14
1.1.4	Zellarten des Baumes					16
1.1.5	Aufbau des Holzes					18
1.1.6	Eigenschaften des Holzes					20
1.1.7	Arbeiten des Holzes					22
1.1.8	Stamm- und Schnittware					26
1.1.9	Gütemerkmale von Schnittholz					28
1.1.10	Lagerung von Schnittholz					30
1.1.11	Flächen- und Volumenberechnung von Schnittholz					32
1.1.12	Holzarten					34

# 1 Einfache Produkte aus Holz herstellen

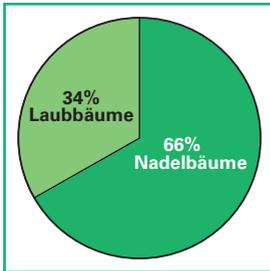
## 1.02 Lernfeldinhalte

Planen		bearbeitet am Kundenauftrag				Seite
		1.01	1.02	1.03	1...	
1.2	Skizzen und Zeichnungen					36
1.2.1	Zeichnungsarten					36
1.2.2	Zeichnungsträger und Arbeitsmittel					38
1.2.3	Skizziertechnik					40
1.2.4	Räumliche Parallelprojektionen					44
1.3	Produkt – Kerzenständer					48
1.3.1	Anforderungskatalog					48
1.3.2	Planerische Vorarbeiten					49
1.3.3	Fertigungszeichnung					51
1.3.4	Holzauswahl und Materialberechnung					52
<b>Entscheiden</b>						
1.4	Entscheidungen treffen					54
1.4.1	Entwürfe präsentieren					54
<b>Durchführen</b>						
1.5	Der Betrieb					56
1.5.1	Gebäude und Außenanlagen					56
1.5.2	Werkstatträume					58
1.5.3	Arbeitsplatz – Hobelbank					60
1.6	Mess- und Anreißwerkzeuge					62
1.6.1	Längen-Messwerkzeuge					62
1.6.2	Winkel-Messwerkzeuge					62
1.6.3	Anreißwerkzeuge					62
1.7	Handwerkzeuge					64
1.7.1	Sägeblätter					64
1.7.2	Handsägen					66
1.7.3	Hobeisen					68
1.7.4	Hobelarten					68
1.7.5	Raspel und Feile					70
1.7.6	Hammer					70
1.7.7	Schraubendreher					70
1.7.8	Ziehklingen					70
1.8	Produkt – Kerzenständer					72
1.8.1	Fertigungsvorbereitung/Arbeitsschrittplanung					72
1.8.2	Arbeitssicherheit					73
1.9	Bearbeiten von Hand					74
1.9.1	Anreißen der Werkstücke					74
1.9.2	Sägen von Werkstücken					76
1.9.3	Hobeln von Werkstücken					78
1.10	Handmaschinen					82
1.10.1	Unfallverhütung					82
1.10.2	Handbohrmaschine					84
1.10.3	Handkreissägemaschine					84
1.10.4	Handstichsägemaschine					86
1.10.5	Handoberfräsmaschine					86
1.10.6	Lamellennutfräsmaschine					86
1.10.7	Handhobelmaschine					88
1.10.8	Handschleifmaschinen					88
<b>Kontrollieren</b>						
1.11	Qualitätskontrolle					90
1.11.1	Qualitätsbegriff					90
1.11.2	Qualitätsbereiche					90
1.11.3	Qualitätssicherung					92

# 1.1 Werkstoff Holz

## 1.1.1 Der Baum

1



**Bild 10.1:** Anteil der Baumarten

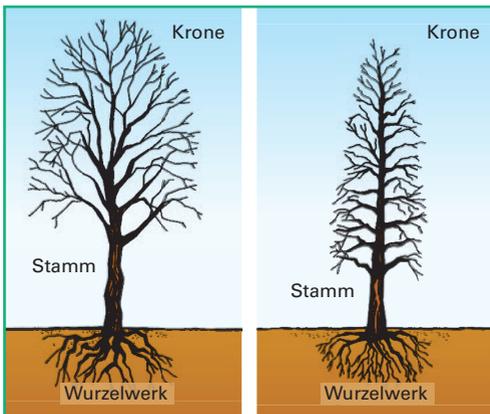
### Baumarten im Wald

Holz ist ein im Wald nachwachsender Rohstoff, der geschützt und gepflegt werden muss, damit er dauerhaft und gut seine Aufgabe erfüllen kann.

Die wichtigsten **Baumarten** im Wald der BRD sind Fichte (etwa 40 %), Kiefer (etwa 26 %), Buche (etwa 24 %) und Eiche (etwa 10 %).

Die **wirtschaftliche** Bedeutung liegt in der Erzeugung des Rohstoffes Holz und in der Bereitstellung von Arbeitsplätzen.

Die **umweltschützenden** Aufgaben sind die Verbesserung und Reinhaltung der Luft, Erhaltung eines gesunden Klimas, Schutz der Landschaft und Schaffung von Lebensraum für Tiere und Pflanzen.



**Bild 10.2:** Baumformen

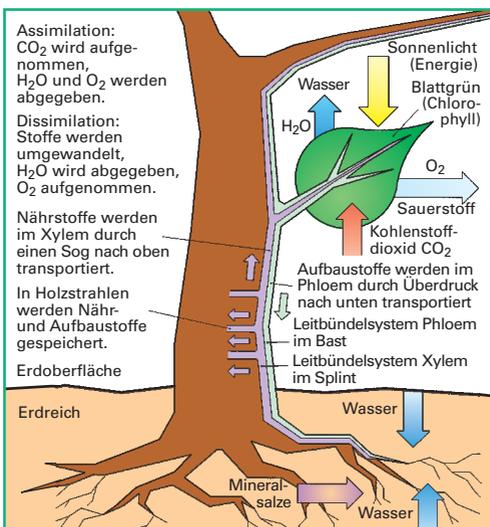
### Der Baum

Die Teile eines Baumes sind Wurzeln, Stamm und Krone, die bestimmte Aufgaben erfüllen.

Die **Wurzeln** dienen der Verankerung des Baumes im Erdreich und nehmen das zum Wachstum notwendige Wasser mit den darin gelösten Nährstoffen auf.

Der **Stamm** trägt die Krone und leitet sowie speichert die Nähr- und Aufbaustoffe.

Die **Krone** besteht aus Ästen und Zweigen, Blättern bzw. Nadeln, Knospen und Blüten bzw. Früchten. Sie dient dem Wachstum und der Fortpflanzung des Baumes. Bäume am Waldrand, deren Kronen einseitig wachsen, werden als Traufbäume bezeichnet.



**Bild 10.3:** Ernährung des Baumes

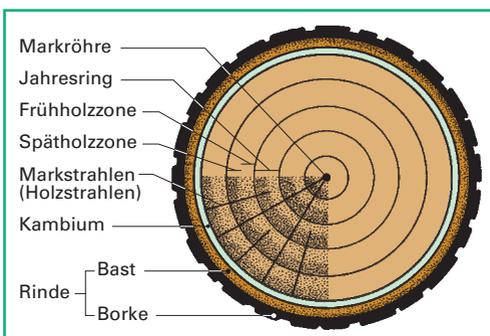
### Ernährung des Baumes

Der Baum bildet zum Wachstum und Leben notwendigen Aufbaustoffe, wie Zellulose, Lignin, Harze, Fette usw., selbst. Dazu nimmt der Baum an der Unterseite der Blätter Kohlenstoffdioxid aus der Luft und durch die Wurzeln Wasser mit gelösten Nährsalzen aus dem Boden auf.

Kohlenstoffdioxid und Wasser werden mithilfe von Sonnenlicht zu Zucker und Stärke umgewandelt und dabei freiwerdender Sauerstoff an die Luft abgegeben. Dieser Vorgang wird als **Assimilation** oder **Fotosynthese** bezeichnet.

Aus Zucker und Stärke bildet der Baum körpereigene Aufbaustoffe. Dazu nimmt der Baum, vornehmlich nachts, durch Wurzeln und Rinde Sauerstoff unter Abgabe von Kohlenstoffdioxid und Wasser (Dissimilation) auf.

Die Aufbaustoffe werden vom Baum zum Wachstum bzw. zur Zellbildung benötigt. Dies geschieht in den Wachstumszonen, insbesondere im **Kambium**.



**Bild 10.4:** Zellverbände im Querschnitt

### Wachstum des Baumes

Das Wachstum des Baumes dauert vom Frühjahr bis in den Spätsommer und Herbst.

Das **Längenwachstum** beginnt mit dem Austrieb der End- und Triebknospen und setzt sich fort über eine Zellstreckung im Kambium.

Das **Dickenwachstum** findet nur im Kambium statt. Im Kambium werden drei Arten von Zellen gebildet: teilungsfähige Zellen zur Vergrößerung des Stammquerschnittes, Bastzellen an der Außenseite und Holzzellen an der Innenseite.

Neue Zellen entstehen durch Teilung.

# 1.1 Werkstoff Holz

## 1.1.1 Der Baum

**Aufgabe 11.1:** Die Verteilung der Baumarten im Walde der BRD sind auf Seite 10 prozentual angegeben. Stellen Sie diese Verteilung in einem Kreisdiagramm dar.

Berechnung der Anteile:

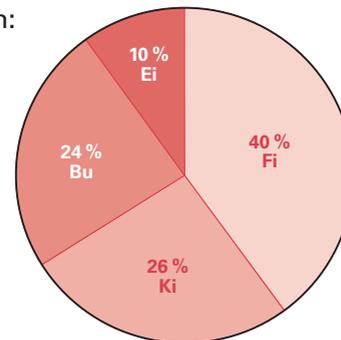
$$Fi \cong 40 \% = \frac{360^\circ \cdot 40 \%}{100 \%} = 144^\circ$$

$$Ki \cong 26 \% = \frac{360^\circ \cdot 26 \%}{100 \%} = 93,6^\circ$$

$$Bu \cong 24 \% = \frac{360^\circ \cdot 24 \%}{100 \%} = 86,4^\circ$$

$$Ei \cong 10 \% = \frac{360^\circ \cdot 10 \%}{100 \%} = 36^\circ$$

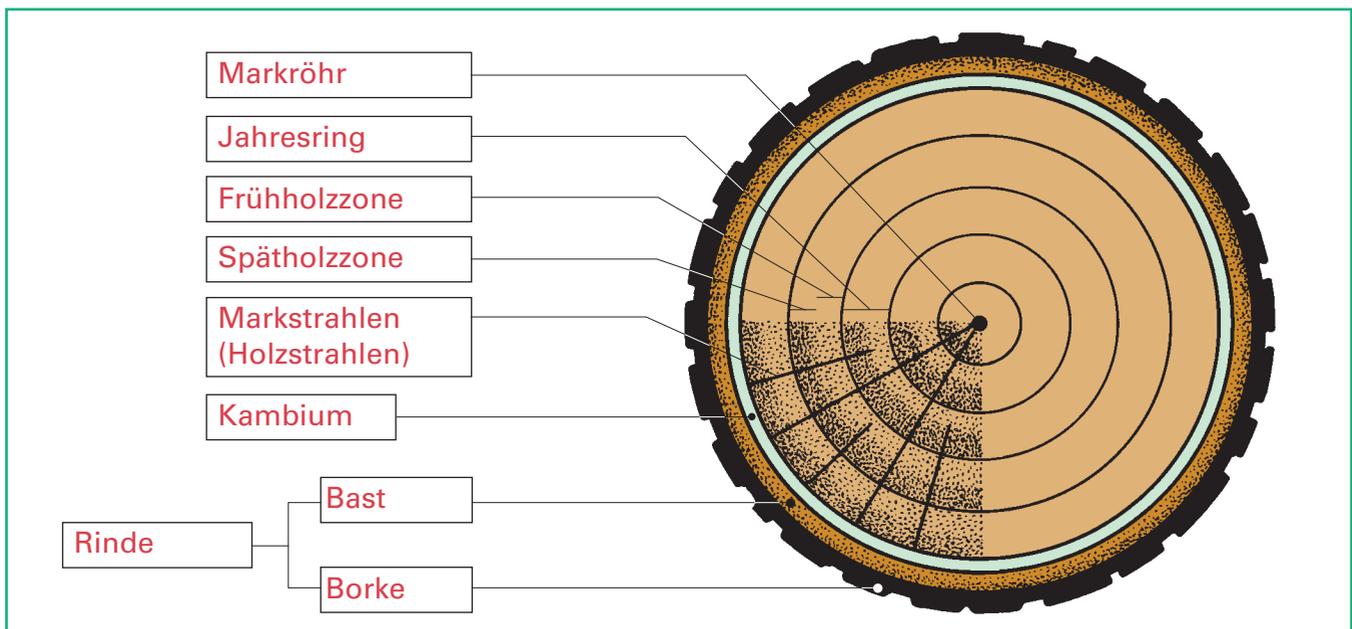
Diagramm:



**Aufgabe 11.2:** Welche Aufgaben übernimmt die Krone eines Baumes?

Die Krone dient dem Wachstum und der Fortpflanzung des Baumes

**Aufgabe 11.3:** Benennen Sie die Zellverbände im Stammquerschnitt.



**Aufgabe 11.4:** Erklären Sie den Vorgang der Assimilation.

Kohlenstoffdioxid und Wasser werden mithilfe des Sonnenlichtes zu Zucker und Stärke – Sauerstoff wird frei

**Aufgabe 11.5:** In welcher Zone geschieht das Dickenwachstum des Baumes?

Kambium

Welche Arten von Zellen werden dort gebildet?

Holzzellen – teilungsfähige Zellen – Bastzellen

# 1.1 Werkstoff Holz

## 1.1.2 Wachstum des Baumes

Der Baum wächst solange er lebt, er wird höher (Längenwachstum) und der Durchmesser des Stammes wird größer (Dickenwachstum).

In unserer Klimazone gibt es hierbei eine Wachstumszeit (Frühjahr bis Herbst) und eine Ruhezeit (Winter). Innerhalb der Wachstumszeit werden neue Zellen durch **Zellteilung** gebildet.

Im Frühjahr und Frühsommer bilden sich viele große Holzzellen mit dünnen Wänden und großen Hohlräumen. Dieses **Frühholz** erscheint heller.

Im Spätsommer und Herbst bilden sich weniger neue Holzzellen. Diese Zellen haben dickere Wände und kleinere Hohlräume. Dieses **Spätholz** erscheint dunkler.

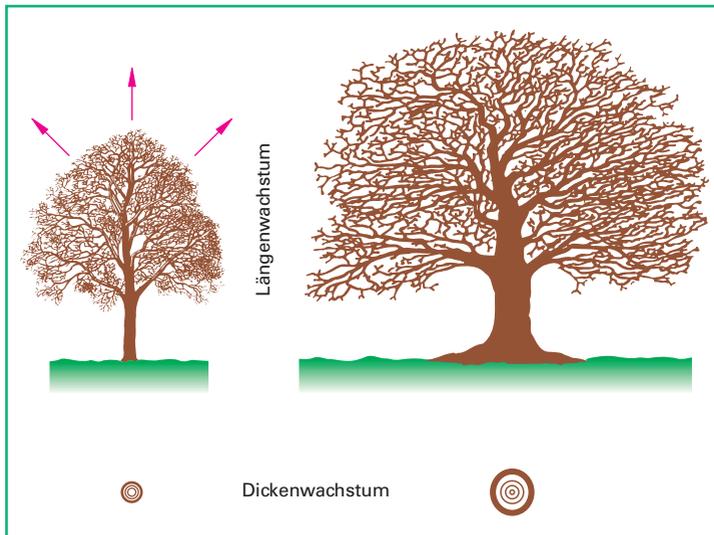


Bild 12.1: Baumwachstum

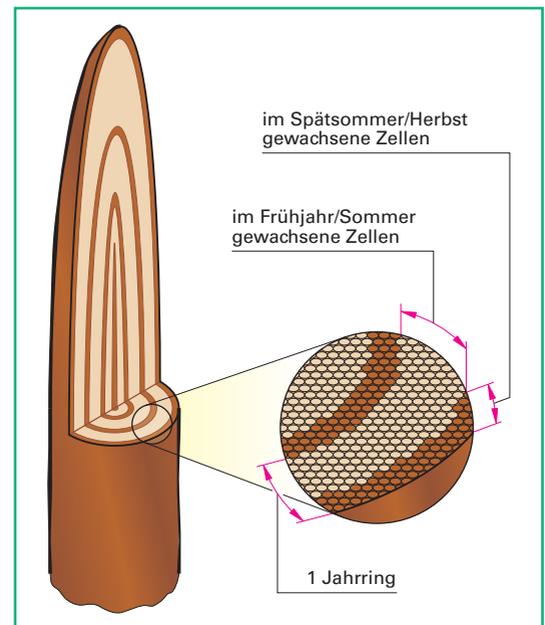
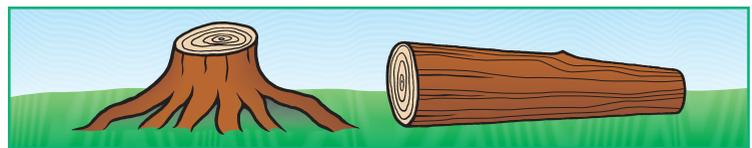


Bild 12.2: Junger Baum im Schnitt

### Beispiele für Auswirkungen:

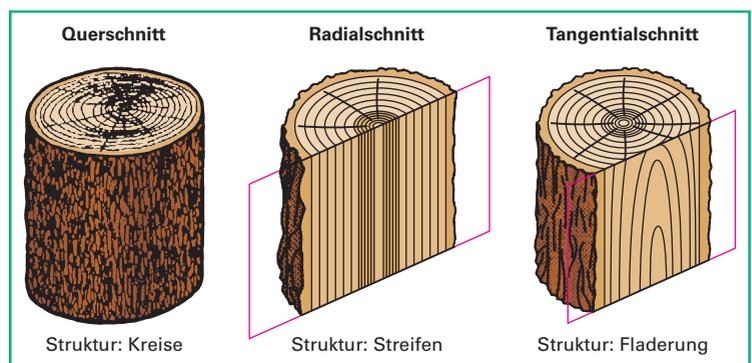
- Baumstämme sind konisch, d. h. der obere Durchmesser ist kleiner als der untere.

Bild 12.3: Konischer Baumstamm



- Auch die von außen nicht sichtbaren Jahresringe verlaufen im Stamminneren konisch.
- Je nachdem wie der Stamm geschnitten wird, ergibt sich eine andere Holzstruktur.
- Die Schnittrichtung im Stamm bestimmt deshalb das Bild des Holzes.

Bild 12.4: Schnittebenen im Stamm



- Die schneller wachsenden und dünnwandigeren Frühholzzellen **sind weicher**. Die langsamer wachsenden und dickwandigeren Spätholzzellen **sind härter**.
- Holzarten mit überwiegend dünnwandigen Zellen sind leichter und weicher (**Weichholz**). Holzarten mit überwiegend dickwandigen Zellen sind schwerer und härter (**Hartholz**).

- Mit genügend Licht, Wasser, Nährstoffen und ohne schädigende Einflüsse bildet der Baum besonders viele und große Zellen. Die Jahresringe werden breiter.
- Unter schlechten Wachstumsbedingungen werden die Jahresringe schmaler.

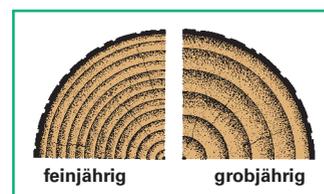


Bild 12.5: Fein- und grobjähriges Holz

# 1.1 Werkstoff Holz

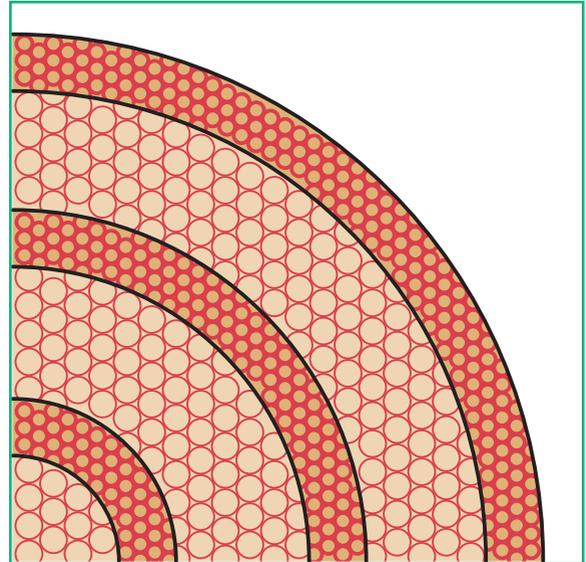
## 1.1.2 Wachstum des Baumes

**Aufgabe 13.1:** Vervollständigen Sie den nebenstehenden Abschnitt einer Stammscheibe.

Zeichnen Sie kreisförmig um den Mittelpunkt des Baumes mehrere Reihen von Holzzellen im Querschnitt ein.

Frühholzzellen: schmale Linien, große Kreise.  
Spätholzzellen: breite Linien, kleine Kreise.

**Hinweis:** Verwenden Sie unterschiedliche Bleistifte zur Erzeugung der schmalen und breiten Kreise.



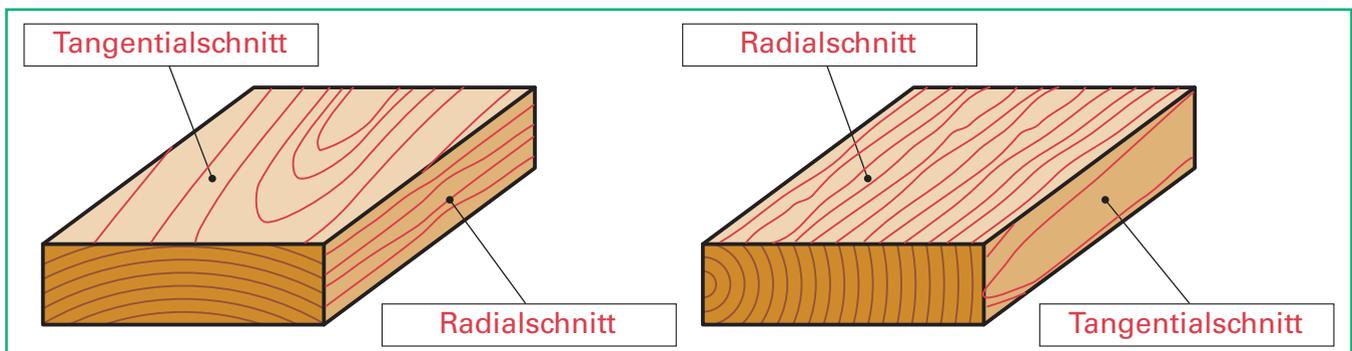
**Aufgabe 13.2:** Unterstreichen Sie im Text des Kapitels 1.1.2 alle Eigenschaften der Frühholz- und Spätholzzellen.

Übertragen Sie dann die Eigenschaften der beiden Zellarten in die nebenstehende Tabelle:

Frühholzzellen: ● Große Zellen mit  
dünnen Wänden  
weicher  
heller

Spätholzzellen: ● Dicke Zellwände  
und kleine Hohlräume  
härter  
dunkler

**Aufgabe 13.3:** In einem Holzstapel liegen zwei Bretter. Man sieht nur die Stirnkanten. Vervollständigen Sie auf den anderen Brettflächen die Maserung. Kennzeichnen Sie den Radialschnitt und den Tangentialschnitt.



**Aufgabe 13.4:** Beschreiben Sie den Aufbau einer Holzart, die besonders schwer, hart und fest ist:

Zellwände: dick

Zellhohlräume: klein

Jahringbreite: schmal

## 1.1 Werkstoff Holz

### 1.1.3 Einteilung der Bäume nach Stammquerschnitten

#### Kern-, Reif- und Splintholzbäume

Das Holz eines Baumes entsteht in der „Kambiumschicht“. Nach innen entsteht „**Splintholz**“, nach außen „Rinde“. Älteres innenliegendes Holz ist das „**Kernholz**“. Verschiedene Baumarten schützen den für die Versorgung des Baumes nicht mehr erforderlichen Kernbereich mit Gerb- und Farbstoffen (Harze, Wachse, Fette, Öle). Diese eingelagerten Stoffe beeinflussen auch die Eigenschaften der Holzarten wie z. B. Witterungsbeständigkeit, Widerstand gegen Holzschädlinge, Verleimeigenschaften usw. Man unterscheidet:

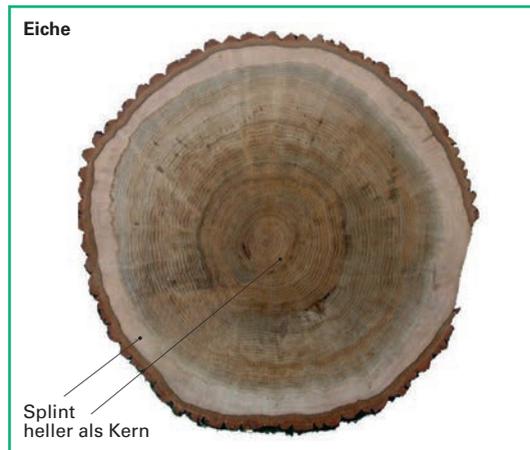


Bild 14.1: Kernholzbaum

#### Kernholzbäume

Der Kern verfärbt sich und es entstehen:

**Kernholzbäume** mit dunklem Kern und hellem Splint, z. B. Eiche, Eibe, Lärche, Kiefer, Nussbaum und Obstbäume außer Birnbaum.

Der Kernbereich ist härter, trockener, schwerer, widerstandsfähiger und arbeitet weniger als die helle Splintholzschicht.

Dieses Splintholz darf bei einigen Holzarten, z. B. Eiche, nicht verarbeitet werden.

Holz aus einem solchen natürlich imprägnierten Kern ist besonders witterungsbeständig.

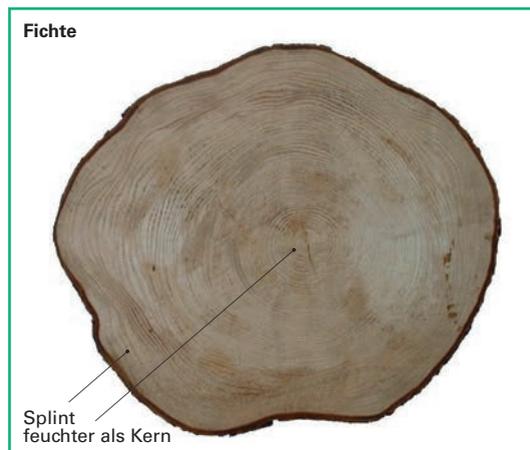


Bild 14.2: Reifholzbaum

#### Reifholzbäume

Bei anderen Baumarten besteht zwischen Kern und Splint nur ein Feuchteunterschied. Man bezeichnet diese als

**Reifholzbäume** mit hellem, aber trockenem Kern und hellem Splint, z. B. Fichte, Tanne, Buche, Ahorn, Linde und Birnbaum.

Der Kern verändert auch hier seine Eigenschaften ohne eine farbliche Veränderung.

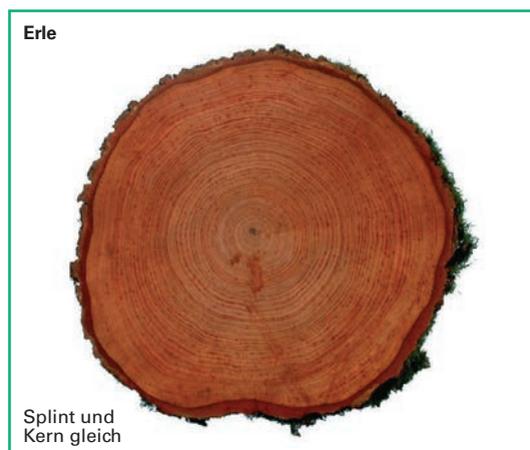


Bild 14.3: Splintholzbaum

#### Splintholzbäume

Viele schnellwachsende Bäume sind sogenannte

**Splintholzbäume** ohne Feuchte- oder Farbunterschied im Querschnitt, z. B. Birke, Erle, Pappel und Weißbuche.

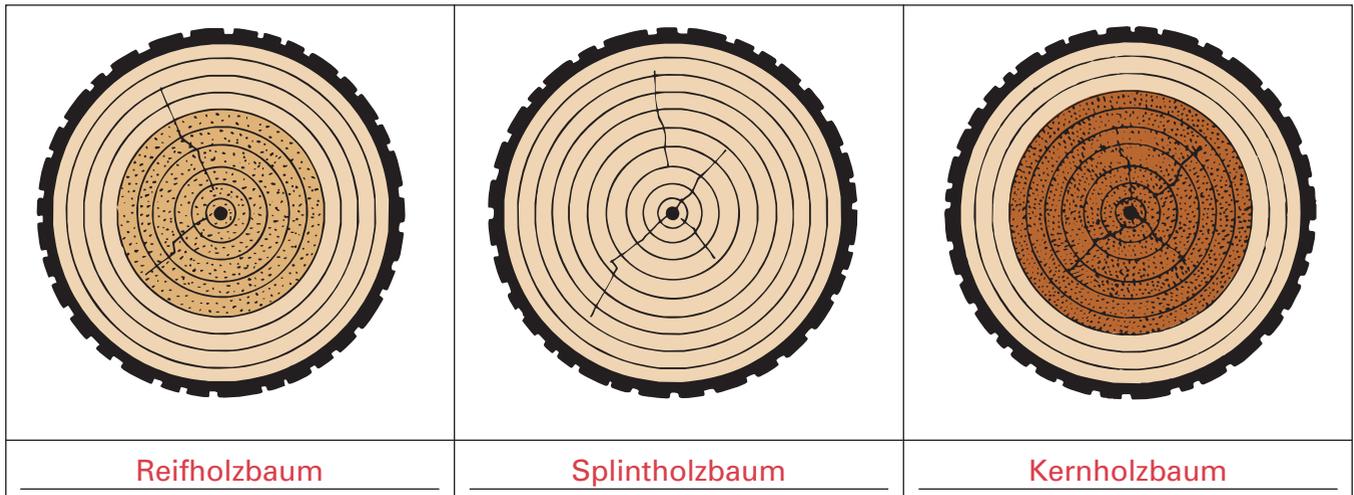
Sie bilden keinen Kern aus und haben über den ganzen Querschnitt gleiche Farbe und Eigenschaften.

**Das Aussehen des Stammquerschnittes ist ein wichtiges Merkmal zur Bestimmung der Holzarten.**

## 1.1 Werkstoff Holz

### 1.1.3 Einteilung der Bäume nach Stammquerschnitten

**Aufgabe 15.1:** Die Abbildungen zeigen Stammquerschnitte von verschiedenen Holzarten. Bezeichnen Sie die Baumarten nach dem Aussehen des Stammquerschnittes.



**Aufgabe 15.2:**

**Rätsel:** Mit den Anfangsbuchstaben oder kleinen Wortspielen lassen sich die verschiedenen Holzarten in die Baumarten nach Unterscheidung der Stammquerschnitte einordnen. Suchen Sie die richtigen Holzarten und tragen Sie diese ein.

Kernholzbäume: A-PF-E-L-K-E-R-N-E		
Akazie	Lärche	Rotpinie
Pflaume	Kiefer	Nussbaum
Eiche	Esche	Eibe

Reifholzbäume: REI-FE-BIRN-FI-TA-BU-LI		
Reifholzbäume:		
Feldahorn	Fichte	Buche
Birnbaum	Tanne	Linde

Splintholzbäume: SPLINT-WEISS-BIRK-ASP-BERG-ERL-SPITZ		
Splintholzbäume:		
Weißbuche	Aspe	Erle
Birke	Bergahorn	Spitzahorn

**Aufgabe 15.3:** Nennen Sie zwei Eigenschaften des Kernholzes.

1 hart und schwer

2 widerstandsfähig, arbeitet weniger

# 1.1 Werkstoff Holz

## 1.1.4 Zellarten des Baumes

Die Zellen des Baumes haben 3 Funktionen:

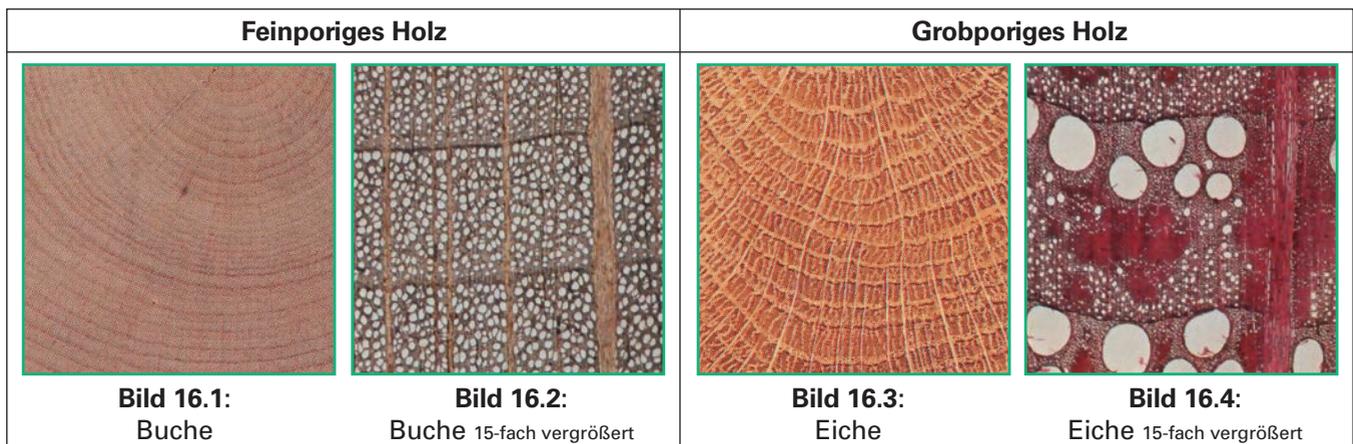
- Dem Baum Festigkeit geben (**stützen**). Zellen mit dieser Funktion nennt man **Stützzellen**.
- Nährstoffe und Wasser **leiten**. Zellen mit dieser Funktion nennt man **Leitzellen**.
- Nährstoffe oder andere Stoffe **zu speichern**. Zellen mit dieser Funktion nennt man **Speicherzellen**.

Man unterscheidet die Holzarten nach der Größe der sichtbaren Holzzellen:

- grobporige Hölzer: einzelne, große, mit bloßem Auge sichtbare Zellen („Poren“)
- feinporige Hölzer: keine großen Zellen mit bloßem Auge erkennbar.

Nadelbäume sind nur feinporig. Bei Laubbäumen gibt es sowohl grob- als auch feinporige Hölzer.

**Beispiele für die Porigkeit von Holzarten:** (die Bilder zeigen Querschnitte)

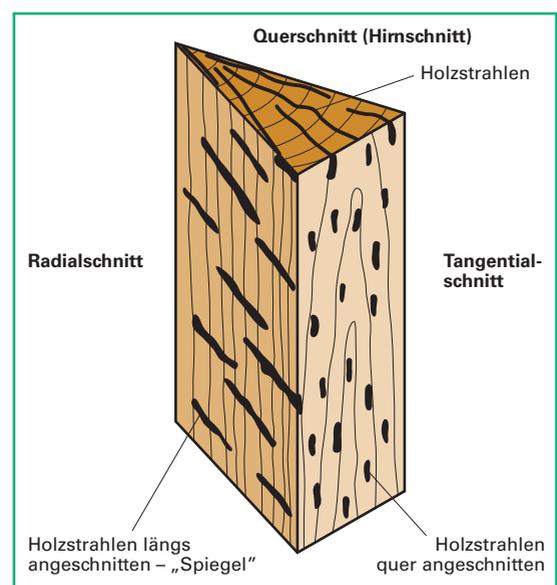


Bei einigen Laubbäumen (z. B. Buche und Eiche) erkennt man besonders auffallende Holzzellen. Es handelt sich um quer zur Stammachse verlaufende Bündel von Speicherzellen, sogenannte **Holzstrahlen**.

Sie zeigen sich im Querschnitt vom Stammmittelpunkt ausgehend als strahlenförmige Holzzellen.

Im Radialschnitt erscheinen sie als flächig angeschnittene Holzzellen, die bei Lichteinfall etwas glänzen („Spiegel“).

Im Tangentialschnitt zeigen sie sich als senkrecht verlaufende, linsenförmige Holzzellen.



**Bild 16.5:**  
Holzstrahlen in unterschiedlichen Schnittebenen

**Beispiele für Auswirkungen:**

- Die Poren und die Holzstrahlen sind zusammen mit der Farbe wichtige Merkmale zur Bestimmung der Holzarten (Holzerkennung).
- Die Poren und die Holzstrahlen bestimmen zusammen mit der Farbe und der Holzmaserung das Erscheinungsbild einer Holzfläche.
- Die Porigkeit des Holzes muss beim Verleimen und Lackieren beachtet werden, da sonst schlechte Ergebnisse erzielt werden.

# 1.1 Werkstoff Holz

## 1.1.4 Zellarten des Baumes

**Aufgabe 17.1:** Das abgebildete Brett zeigt auffällige glänzende Stellen, sogenannte „Spiegel“. Zeichnen Sie auf der Stirnkante des Brettes die Jahresringe ein.

Welche Holzart ist abgebildet?

Eiche

Wie kann der Tischler vermeiden, dass sich bei einigen Holzarten die Holzstrahlen so deutlich abzeichnen?

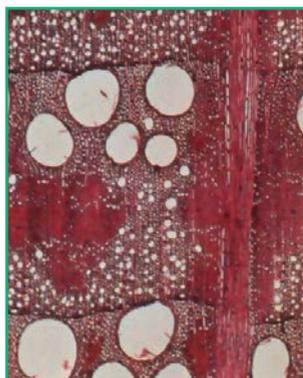
Indem man bei der Holzauswahl darauf achtet,  
dass in den Sichtflächen kein radial  
geschnittenes Holz erscheint. Dies sind in der  
Regel Hölzer mit liegenden Jahresringen.



**Aufgabe 17.2:** Welche weitere europäische Laubholzart weist ebenfalls auffällig große Holzstrahlen auf und ist dadurch leicht zu erkennen?

Esche

**Aufgabe 17.3:** Größe und Verteilung der Poren beeinflussen das Aussehen der Holzoberfläche. Die Abbildungen zeigen Größe und Verteilung der Poren von zwei Holzarten. Ordnen Sie die Begriffe feinporig/grobporig, ringporig/zerstreutporig und feine/raue Oberfläche zu.



Eiche



Birnbaum

grobporig

ringporig

raue Oberfläche

feinporig

zerstreutporig

feine Oberfläche

# 1.1 Werkstoff Holz

## 1.1.5 Aufbau des Holzes

Holz ist ein natürlicher und zeitgemäßer Werkstoff. Er wird vielen unterschiedlichen Anforderungen gerecht.

**Tabelle 18.1:** Holz – Anforderungen und Eigenschaften

Anforderungen an Holz		Eigenschaften von Holz
Gefühls- mäßig	Viele Menschen wünschen sich in ihrer Umgebung natürliche und gesunde Werkstoffe.	Holz strahlt Wärme und Behaglichkeit aus.
Wirtschaft- lich	Produkte sollen möglichst kostengünstig hergestellt werden.	Im Vergleich zu vielen anderen Werkstoffen ist Holz günstig im Einkauf und in der Verarbeitung.
Ökologisch	Produkte sollen umweltverträglich hergestellt, verarbeitet, benutzt und entsorgt werden können.	Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, der sich gut bearbeiten lässt und nach Gebrauch einfach entsorgt und wiederverwertet werden kann.
Technisch	Der Werkstoff soll <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Kundenwünschen entsprechen,</li> <li>• auftretenden Belastungen standhalten,</li> <li>• dauerhaft seinen Zweck erfüllen.</li> </ul>	Die Eigenschaften des Holzes hängen stark von der Holzart ab. Hölzer unterscheiden sich in: Farbe, Struktur, Festigkeit, Dauerhaftigkeit.

Zur richtigen Auswahl und Verarbeitung von Holz benötigt man gute Kenntnisse über dessen Eigenschaften.

### 1.1.5 Aufbau des Holzes

Holz besteht wie alle Pflanzen aus Zellen. Die Zellen des Baumes haben die Aufgabe:

- Wasser und Nährstoffe innerhalb des lebenden Baumes zu transportieren und zu speichern.
- Den Baum zu stützen und ihm Festigkeit zu geben.

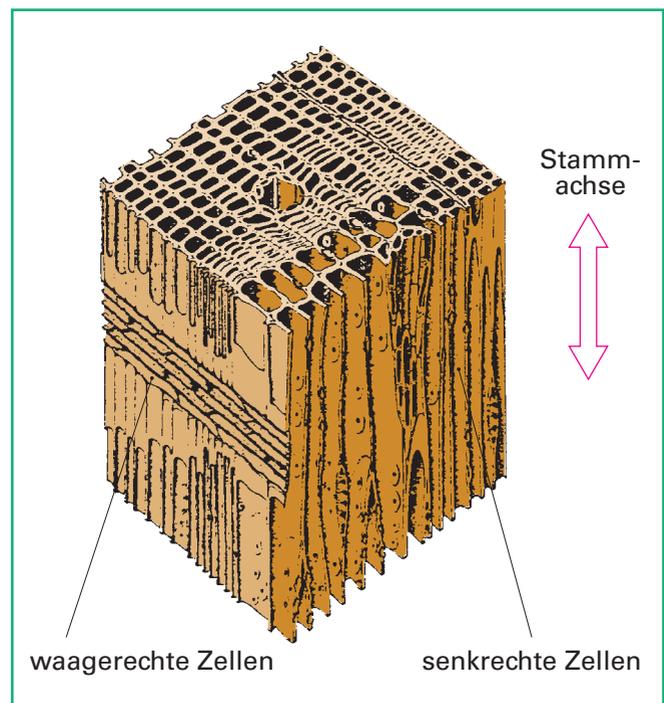
Die Holzzellen sind mit Röhren vergleichbar. Meist verlaufen sie entlang der Stammachse, aber auch einige quer dazu.



**Bild 18.1** Holzzellen beim Laubholz

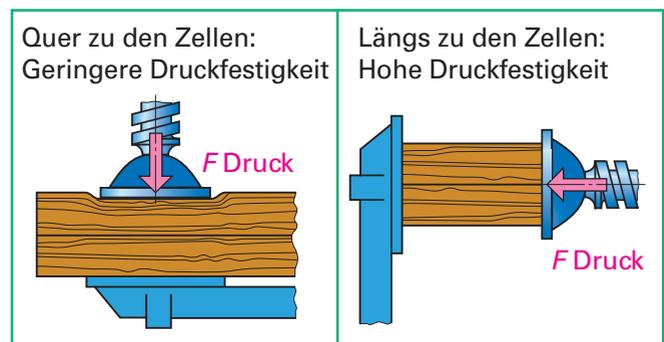
Beispiele für Auswirkungen:

- Frisches Holz enthält viel Wasser, besonders in Bereichen des Baumstammes, in denen Leitungsvorgänge stattfinden.
- An den Hirnenden von feuchtem Holz entweicht das Wasser schneller.
- An den Hirnenden von trockenem Holz wird Regenwasser schneller aufgenommen.
- Bei manchen Holzarten sind die Zellen mit bloßem Auge erkennbar, man spricht dann von „Poren“ (z. B. Eiche, Esche). Die Größe und Anordnung der Zellen kann zur Bestimmung der Holzart verwendet werden (Bild 18.1).



**Bild 18.2:** Mikroskopische Aufnahme von Fichtenholz

- Die Festigkeit von Holz ist unterschiedlich:



**Bild 18.3** Querdruck

**Bild 18.4** Längsdruck

# 1.1 Werkstoff Holz

## 1.1.5 Aufbau des Holzes

**Aufgabe 19.1:** Untersuchen Sie die Fläche eines schlecht gehobelten Holzes.

Achten Sie auf feine Ausrisse. Erkennen Sie die „Faserrichtung“?

---



---



**Aufgabe 19.2:** Betrachten Sie die Flächen und Stirnkanten verschiedener Holzarten, die besonders sauber bearbeitet wurden. Erkennen Sie mit bloßen Augen die „Poren“?

Benutzen Sie auch eine Lupe.

Ordnen Sie die verschiedenen Musterteile nach Holzarten mit sichtbaren und Holzarten mit unsichtbaren Poren.

Bestimmen Sie die Holzarten anhand der Abbildungen auf den Seiten 34 und 35.



Holzarten mit sichtbaren Poren:

Eiche

Esche

Nussbaum

Holzarten ohne sichtbare Poren:

Ahorn

Buche

Kirschbaum

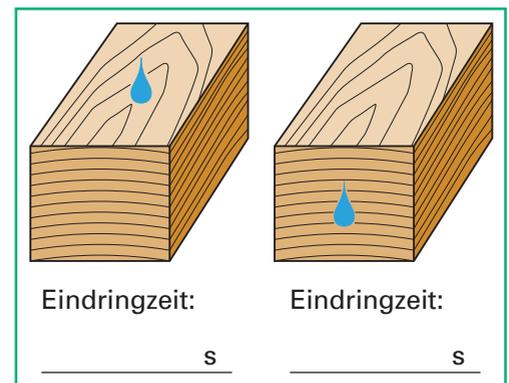
**Aufgabe 19.3:** Geben Sie einen Tropfen Wasser auf das Hirnholz und danach auf das Längsholz eines geschliffenen Holzklotzes.

Messen Sie, welcher Wassertropfen schneller in das Holz aufgesaugt wird.

Ergebnis:

Hirnholz nimmt das Wasser besser auf

---



**Aufgabe 19.4:** Verkleben Sie einen Zeichenkarton (DIN A4) zu einer Rolle.

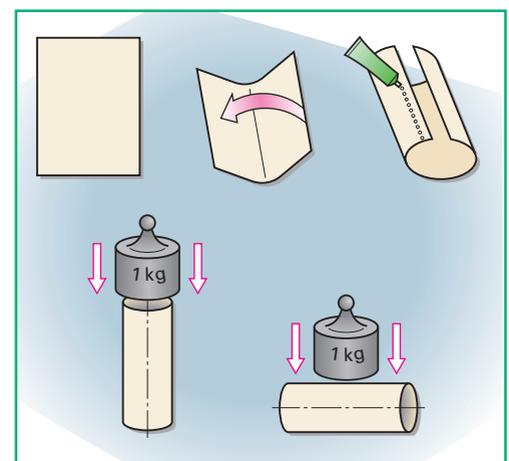
Belasten Sie zunächst die Rolle längs zur Rollachse mit einem Gewicht von ca. 1 kg.

Belasten Sie danach die Rolle quer zur Längsachse.

Welche Bedeutung hat das Ergebnis für die Belastbarkeit von Holzfasern?

Längs zu den Zellen

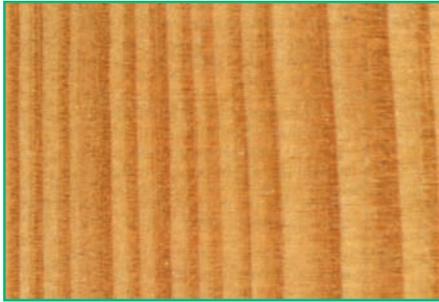
hohe Druckfestigkeit



# 1.1 Werkstoff Holz

## 1.1.6 Eigenschaften des Holzes

1



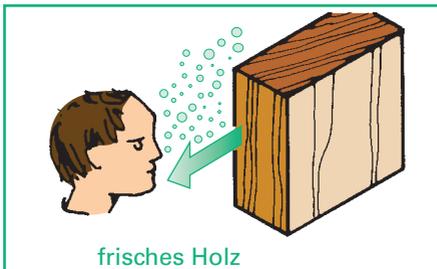
**Bild 20.1:**  
Holzoberfläche mit schöner, deutlicher Maserung

Um gute Arbeitsergebnisse zu erzielen und um Fehler zu vermeiden, benötigt man gute Kenntnisse über die Eigenschaften des Holzes.

### Maserung und Farbe

Maserung und Farbe des Holzes werden als erstes wahrgenommen. Sie prägen zusammen mit der Formgebung das Erscheinungsbild eines Produktes.

Jede Holzart hat eine eigene Maserung und Farbe. Beim natürlichen Werkstoff Holz schwankt die Farbe sogar zwischen den einzelnen Baumstämmen einer Baumart.



**Bild 20.2:**  
Geruch des frischen Holzes

### Geruch

Der Geruch einer Holzart wird von den Holzinhaltstoffen beeinflusst. Bei einzelnen Holzarten kann der Geruch mithelfen, die Holzart zu bestimmen.

Besonders deutlich wird der Geruch bei frisch bearbeitetem Holz.

### Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit von Holz ist gering, deshalb fühlt es sich warm an.

### Wärmeausdehnung

Die Wärmeausdehnung von Holz ist im Vergleich zu vielen anderen Werkstoffen so gering, dass sie vernachlässigt werden kann.

### Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist sehr gering und von der jeweiligen Holzfeuchte abhängig. Holzfeuchtemessgeräte nutzen diese geringe Leitfähigkeit.



**Bild 20.3:**  
Holzfeuchtemessgerät mit Rammsonde

### Rohdichte

Die Dichte von Holz ist geringer als die Dichte vieler anderer Werkstoffe.

Die Dichte wird in g/cm<sup>3</sup> angegeben und errechnet sich durch folgende Formel:

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} \quad \text{oder} \quad \rho = \frac{m}{V}$$

Holz hat den Vorteil, dass es gegenüber anderen Werkstoffen bei geringerer Dichte eine relativ hohe Festigkeit aufweist. Dies ist besonders im Bauwesen von Bedeutung.

**Tabelle 20.1:** Dichte verschiedener Werkstoffe [g/cm<sup>3</sup>]

Massivholz	Fichte	0,46	Sonstige Werkstoffe	Wasser	1,00
	Kiefer	0,52		Stahl	7,50
	Lärche	0,58		Blei	11,4
	Tanne	0,48		Aluminium	2,70
	Ahorn	0,64		Glas	2,50
	Eiche	0,69		Polyethylen	0,94
	Esche	0,71		Exp. Polystrol	0,05
	Buche	0,76		Spanplatten	0,70