1 Einführung in das Fachgebiet Forstnutzung/Forest Products

1.1 Begriffserklärung, Umfang und Einteilung des Lehrgebietes

1.1.1 Begriffserklärung

Das Lehrgebiet Forstnutzung wurde in der geschichtlichen Entwicklung unterschiedlich abgegrenzt. Von Beginn der forstlichen Lehre war es ein Hauptfach der forstlichen Ausbildung. Der Erfolg des forstlichen Wirtschaftens wurde an der Lieferung von Holz und anderen Waldprodukten gemessen. Diese Bedeutung ist rückläufig.

Anstelle von „Forstnutzung“ wurde und wird auch häufig der Begriff „Forstbenutzung“ verwendet.

Frühere Gesamtdarstellungen des Fachgebietes Forstnutzung wurden vorgenommen in Lehr- und Handbüchern, in denen die Arbeit im Walde mit inbegriffen war von:

Duhamel du Monceau 1764: De l’Exploitation des Bois

Bechstein 1821: Die Waldbenutzung für angehende und ausübende Forstmänner und Cameralisten

Pfeil 1831: Forstbenutzung und Forsttechnologie

→ „Forstbenutzung ist die Lehre von der Gewinnung und vorteilhaften Versilberung des Holzes“

König 1851: Forstbenutzung

Gayer 1853: Die Forstbenutzung

Gayer-Fabricius 1949: in der 14. von Fabricius bearbeiteten Auflage

Richtschnur für das Handeln der Forstleute bei der Holzernte und beim Holzabsatz war „möglichste Steigerung des Gewerbsgewinns“.

Später trat diese Prämisse hinter den Gesichtspunkt der zweckmäßigen Verwertung zurück, z. B. bei:

Erteld 1957: Forstnutzung auf holzkundlicher Grundlage

Knigge und Schulz 1966: Grundriss der Forstbenutzung

Einheitliche Begriffe des Fachgebietes wurden in Richtlinien, Standards, TGL, HOMA und DIN definiert, z. B.:

<u>Stamm:</u> Schaft des gefällten Baumes, ohne Wurzel, Äste und Zopf

<u>Rohholz:</u> Holz gefällter Bäume, einschließlich der Reste des Holzeinschlages, die sich als Brennholz verwenden lassen

<u>Rundholz:</u> in Abgrenzung zur Schnittholzindustrie Hölzer, die sich durch Querschneiden ergeben

1.1.2 Umfang und Abgrenzung

Das Curriculum sieht für das 5. Semester 3 Semesterwochenstunden (SWS) für Vorlesungen, Übungen und Exkursionen vor. Diese 3 SWS werden wie folgt aufgeteilt:

30 Stunden Vorlesung, wöchentlich 2 Stunden Vorlesung

15 Stunden Übungen, 14-tägig je 2 Stunden Übung

Exkursionen eingeschlossen (siehe Übungsprogramm)

Übungen finden in Gruppen statt. Die Gruppeneinteilung in 2 Gruppen nehmen Sie bitte selbst vor. Das Übungsprogramm ist im Internet abrufbar und wird Ihnen zur 1.Vorlesung ausgehändigt. Die 1.Übung befasst sich mit Holzartenbestimmungen anhand von Stammscheiben und Rindenabbildungen. Später finden makroskopische Bestimmungen ausländischer Holzarten statt. Für Interessenten werden mikroskopische Bestimmungen ausländischer Holzarten in der Projektwoche angeboten.

Abgrenzung zu benachbarten Fachgebieten:

Botanik

Chemie

Entomologie

Waldschutz

Waldarbeitslehre

Holzmesslehre

Forstliche Betriebswirtschaftslehre

1.1.3 Prüfungen

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

Holzartenbestimmung im Übungszeitraum

Klausur im Prüfungszeitraum

Wertigkeiten:

Holzartenbestimmung 1-fach

Klausur 4-fach

Studentische Hilfskräfte werden gesucht für:

Anfertigen von Stammscheiben

Anfertigen von Holzklötzchen für Bestimmungsübungen

1.1.4 Zeitschriftenhinweise

Holzzentralblatt

Forst und Holz

AFZ/Der Wald

1.2 Waldverteilung

Was ist Wald?

Gemäß § 2, Landeswaldgesetz Brandenburg, bzw. § 2 BWaldG ist Wald im Sinne dieses Gesetzes jede mit Forstpflanzen (Waldbäumen und Waldsträuchern) bestockte Grundfläche (1). Die Absätze 2 bis 4 regeln Ausnahmen dazu:

Was ist ein Baum?

(2) Als Wald gelten auch kahlgeschlagene und verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungsstreifen, Waldblößen und Lichtungen, Waldwiesen, Wildäsungsplätze, Holzlagerplätze, unterirdische, baumfrei zu haltende Trassen bis zu zehn Meter Breite sowie weitere mit dem Wald verbundene und ihm dienende Flächen.

(3) Nicht Wald im Sinne dieses Gesetzes sind

1. in der Flur oder in bebautem Gebiet gelegene einzelne Baumgruppen, Baumreihen oder mit Hecken und Schutzpflanzungen bestockte sowie als Baumschulen verwendete Flächen,
2. zu Wohnbereichen gehörende Parkanlagen,
3. mit Waldbäumen bestockte Flächen in gärtnerisch gestalteten Anlagen, die der Erholung der Bevölkerung dienen,
4. Weihnachtsbaum- und Schmuckreisigkulturen.

„Bäume sind langlebige, sich jährlich verdickende, verholzende höhere Pflanzen mit gut ausgebildeten Wurzelsystemen, mehr oder weniger hohen Stämmen und unterschiedlichen Kronen“

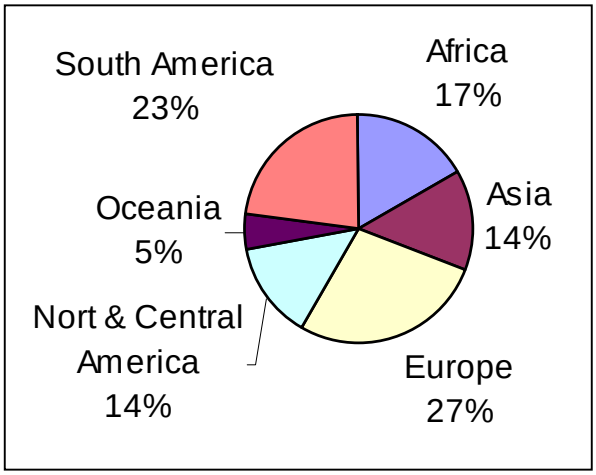
Im Gegensatz zu Sträuchern wird in verschiedenen Literaturquellen eine Mindesthöhe von 2 m bzw. 3 - 5 m mit einer deutlichen Stammform gefordert.

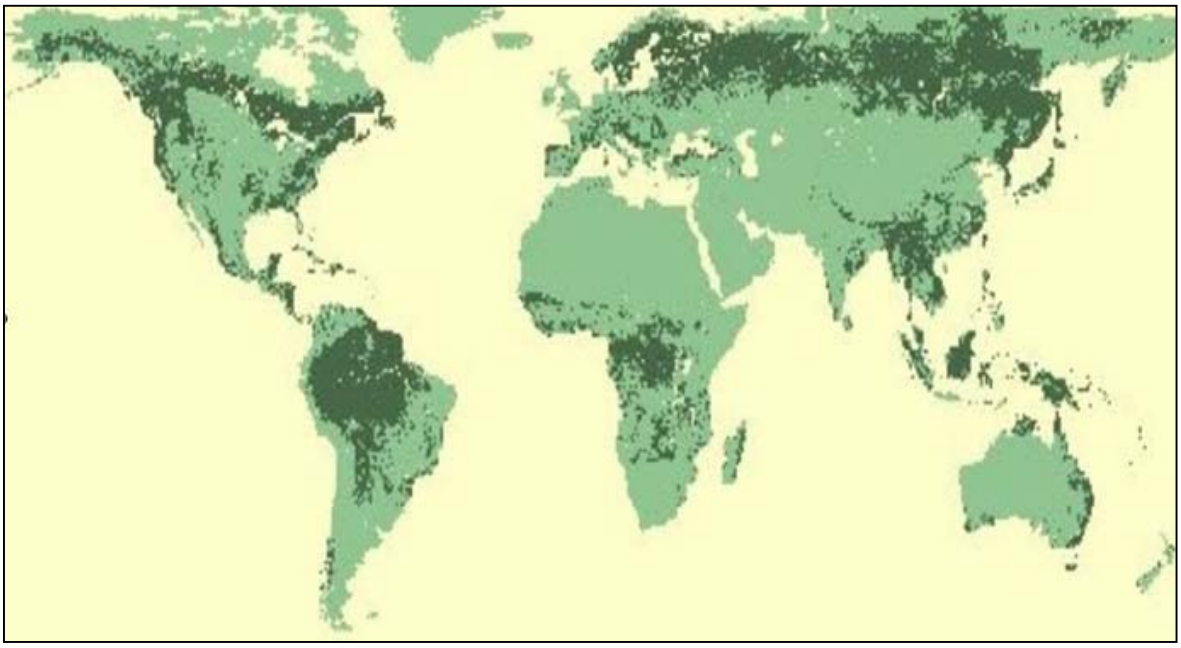
1.2.1 Waldverteilung auf der Erde

Gemäß FAO 1997 erstreckte sich die Gesamtwaldfläche der Erde unter Berücksichtigung der o. g. Definitionen im Jahre 1995 auf 3,454 Mill. ha, im Jahre 1990 waren es noch 3,511 Mill. ha, als 56 Mio. ha mehr. Vor 4000 Jahren gab es angeblich rund 6 Mill. ha Wald. Die Hälfte des verloren gegangenen Waldes (1,3 von 2,6 Mill. ha) wurde zwischen 1950 und 1990 eingeschlagen.

(Quelle: BDF-aktuell 1/98, S. 4).

Gemäß FAO 2001, verteilt sich der weltweite Wald in nebenstehenden Prozentanteilen auf die einzelnen Länder:





Verteilung der Waldfläche auf der Erde (Quelle: FAO 2001)

TABLE 2
Forest area by region, 2000

Region	Land area *(million ha)*	Total forest (natural forests and forest plantations)			Natural forest *(million ha)*	Forest plantation *(million ha)*
		Area *(million ha)*	% of land area	% of world's forests		
Africa	2 978	650	22	17	642	8
Asia	3 085	548	18	14	432	116
Europe	2 260	1 039	46	27	1 007	32
North and Central America	2 137	549	26	14	532	18
Oceania	849	198	23	5	194	3
South America	1 755	886	51	23	875	10
World total	**13 064**	**3 869**	**30**	**100**	**3 682**	**187**

Waldverteilung nach Regionen (Quelle: FAO 2001)

TABLE 5
Annual change in forest area, 1990-2000 (million ha)

Domain	Natural forest					Forest plantations			Total forest
	Loss			Gain	Net change	Gain		Net change	Net change
	Deforestation	Conversion to forest plantations	Total loss	Natural expansion of forest		Conversion from natural forest	Afforestation		
Tropical areas	-14.2	-1.0	-15.2	+1.0	- 14.2	+1.0	+0.9	+1.9	-12.3
Non-tropical areas	-0.4	-0.5	-0.9	+2.6	+ 1.7	+0.5	+0.7	+1.2	+2.9
World	-14.6	-1.5	-16.1	+3.6	-12.5	+1.5	+1.6	+3.1	-9.4

Veränderung der Waldfläche im Jahrzehnt 1990 – 2000 (Quelle: FAO 2001)

25000 bis 30000 Holzarten existieren weltweit. Davon gibt es etwa 5000 Holzarten auf der Erde, die für gewerbliche Zwecke geeignet sind, gehandelt werden aber nur etwa 1000. Von Bedeutung sind davon 200 bis 300 Handelshölzer, für die auch Bestimmungsschlüssel vorliegen. Die ältesten nachgewiesenen Bäume der Erde wachsen in Kalifornien:

Pinus aristata über 4680 Jahre alt, 15 m hoch, 100 Jahrringe auf 1 cm

Sequoia gigantea 3120 Jahre alt

Nach unbestätigten Berichten soll es noch ältere Bäume geben, z. B.:

japanische Sicheltanne bis 7000 Jahre alt

Zypressenart in Algerien bis 5000 Jahre alt

Gingko in China 3500 Jahre alt

Die höchsten Bäume der Erde wachsen in den USA und in Australien

Sequoia sempervirens 112 m hoch Kalifornien

Eukalyptus über 100 m hoch Australien

Die stärksten Bäume der Erde wachsen in Kalifornien und Mexiko

Sequoia gigantea 12,28 m im Durchmesser

Sumpfzypresse (Taxodium mukronatum) 15,48 m im Durchmesser, 46 m Stammumfang, 41 m Höhe, in Oaxaka (Mexiko), ca. 1000 m³ Volumen, 2300 Jahre alt

Der Baum mit dem größten Volumen ist eine Sequoia gigantea mit

1486,6 m³ Volumen

11,1 m im Durchmesser

83,8 m Höhe

1.2.2 Waldverteilung in Europa

Die Waldfläche Europas außer der früheren UdSSR beträgt ca. 140 Mio ha.

Die waldreichsten Länder, außer der früheren UdSSR haben folgende Waldflächen in Mio ha und in % Waldanteil im Land:

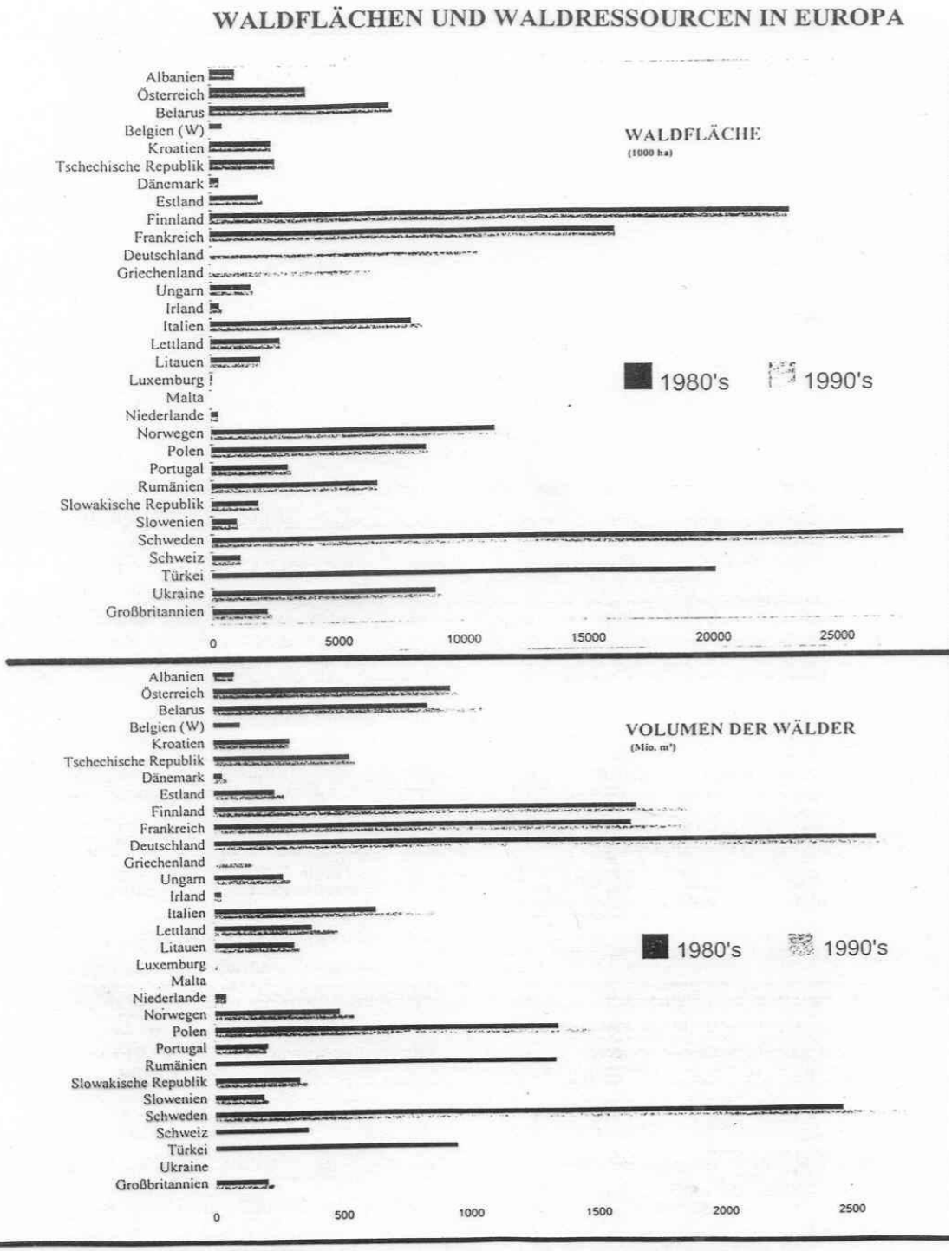
	Waldanteil in Mio ha	**Waldanteil in %**
Schweden	30,3	66,9
Finnland	22,8	67,3
Frankreich	16,9	30,9
Italien	10,8	36,0
Deutschland	10,7	30,1

Quelle: AFZ / Der Wald 1/2001, S. 39

Waldfläche und Holzvorrat stehen dabei in recht unterschiedlichem Verhältnis zueinander. Die Waldfläche Finnlands ist doppelt so groß wie die Waldfläche Deutschlands. Während der Vorrat der Wälder Deutschlands 2,5 Mill. m³ beträgt, liegt er in Finnland nur bei 1,5 Mill. m³.

Der älteste Baum Mitteleuropas ist eine 2000-jährige Eiche in Frankreich.

Der höchste Baum Mitteleuropas ist eine 62 m hohe Fichte im Böhmer Wald.



Nähere Informationen: Prof. Dr. Jari Parviainen, Botschafstrat für Forstwirtschaft und Umwelt
Quellen: The Finnish Forest Research Institute: Statistical Yearbook of Forestry 1996; 3 SVT, Agriculture and Forestry
Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe: Progress Report
Ministry of Agriculture, Rural Development and Fisheries, Lisbon, Portugal, 1996

1.2.3 Waldverteilungen in Deutschland

Deutschland hat ca. 10,7 Mio ha Wald (zur Erinnerung: Europa 140 Mio ha, weltweit sind es 3454 Mio ha). Im Gegensatz zur weltweiten Verringerung der Waldfläche sind in Deutschland seit 1960 **500.000** ha Waldfläche hinzugekommen.

Die ältesten Bäume in den neuen Bundesländern sind 1000 - 1200-jährige Eichen in Ivenak.

1000-jährige Bäume werden häufig in Dorfchroniken und Fremdenverkehrsprospekten genannt, sind aber in Wirklichkeit sehr selten. Die höchsten Bäume Norddeutschlands sind 56 m hohe Douglasien. Außergewöhnliche Bäume in der Nähe von Eberswalde sind bzw. waren:

Königskiefer: 95 cm Durchmesser, 32,5 m Höhe, 11,4 m³ Volumen (Schaftderbholz m. R.), 250 Jahre alt, 1981 gefällt

Kroneneiche: 110 cm Durchmesser, 31,5 m Höhe, 14,0 m³ Volumen, 550 Jahre alt

Dicke Buche: 6 m Umfang, 33 m Höhe, 50 m³ Volumen, 27 m Kronendurchmesser, im AfF Groß Schönebeck, Rev. Eichheide, Abt. 143

Die vermutlich stärkste Buche Deutschlands mit einem Umfang von 8,20 m steht in M/V östlich des Krakower Sees.

Europäische Lärche: 140 cm Durchmesser, 50 m Höhe, 30 m³ Volumen218 Jahre Alter

Waldfächen/-besitzarten in Deutschland

Gesamtwaldfläche in Deutschland: 10,8 Mio ha

Bundesland	Privatwald	Treuhand-wald	Waldbesitz: Körperschaften/ Kommunen	Staatswald	Gesamt-wald-fläche	Gesamt-waldfläche in %
Alte Bundesländer						
Baden-Württ.	500.710		525.010	326.915	1.352.635	12,4
Bayern	1.379.440		335.890	811.016	2.526.346	23,2
Hessen	212.613		306.650	350.274	869.536	8,0
Niedersachsen	524.837		154.667	388.535	1.068.040	9,8
Nordrhein-Westf.	600.343		122.691	150.025	873.059	8,0
Rheinland-Pfalz/ Saarland	229.348		392.135	272.284	902.768	8,3
Schleswig-Holst.	80.007		22.741	52.256	155.005	1,4
Summe in ha	3.527.299		1.868.784	2.361.236	7.757.318	
Anteil in %	46%		24%	30%	100%	71,1
Neue Bundesländer						
Brandenburg	374.000	301.000	73.600	351.400	1.100.000	10,2
Mecklenbg.-Vorp.	108.700	132.800	38.000	220.500	500.000	4,6
Sachsen	125.300	129.700	35.000	210.000	500.000	4,6
Sachsen-Anh.	132.000	131.700	25.000	185.300	474.000	4,4
Thüringen	157.000	78.500	80.000	234.500	550.000	5,1
Summe in ha	897.000	773.700	251.600	1.201.700	3.124.000	
Anteil in %	29%	25%	8%	38%	100%	28,9
Gesamt Deutschland						
Summe in ha	4.424.299	773.700	2.120.384	3.562.936	10.881.318	
Anteil in %	40,7%	7,1%	19,5%	32,7%	100%	100

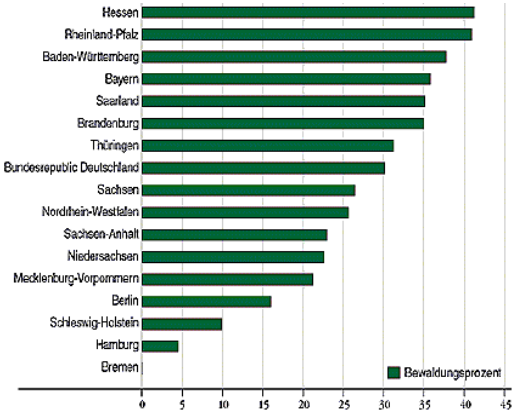
*Quelle: BWI, Bundeswald-Inventur

Waldfläche:

Weltweit: ~ 3,5 Mrd ha

BRD:
~11 Mio ha

Brandbg.:~ 1 Mio ha



Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1998): Der Wald - Natur

1.3 Waldnutzungen

1.3.1 Waldnutzungen auf der Erde

Produktion gleich Holzeinschlag in Mio m³:

	1991	**1998**
Amerika	1082,8	1051
Afrika	527,2	534
Europa	335,5	508
frühere UdSSR	355,4	
Asien	1086,1	1127
pazif. Gebiete	42,5	49
Summe	**3429,4**	**3269**

Quellen: FAO 1991, Finnisches forstliches Jahrbuch 1998

Der jährliche Holzeinschlag in China ist um 100 Mio. m³ höher als der dortige Zuwachs. Der Holzbedarf in Indien ist 7-mal größer als die dort nachwachsende Holzmenge.

Quelle: BDF-aktuell 1/98, S. 4

Holzeinschlag nach Sortimenten nach FAO 1991 und Finn. Forstl. Jahrbuch 1999 in Milliarden m³:

	1991	**1998**
Brennholz, incl. Holzkohle	1,83	1,753
industriell genutztes Rundholz	1,60	1,516

davon in Mio. m³ 1991:

456 Sägeholz

122 Plattenholz

155 Zellstoff

86 für Papier besonderer Art

242 Papier und Pappe

Summe 3,43

Prognostizierter Verbrauch an Holzprodukten im Jahr 2010:

Tabelle 2: Prognostizierter Verbrauch an Holzprodukten im Jahr 2010

Product	1991	2010	Changes	
			Total	Annual
Total Roundwood (mill. m³)	**3 433.027**	**5 068.000**	**47.6%**	**1.9%**
Industrialized Countries	1 460.400	2 153.000	47.4%	1.9%
Developing Countries	1 972.627	2 915.000	47.8%	1.9%
Fuelwood & Charcoal (mill. m³)	**1 830.154**	**2 394.000**	**30.8%**	**1.3%**
Industrialized Countries	235.640	278.000	18.0%	0.8%
Developing Countries	1 594.514	2 116.000	32.7%	1.4%
Industrial Roundwood (mill. m³)	**1 602.873**	**2 674.000**	**66.8%**	**2.5%**
Industrialized Countries	1 224.760	1 875.000	53.1%	2.0%
Developing Countries	378.113	799.000	111.3%	3.6%
Sawnwood (mill. m³)	**456.120**	**744.000**	**63.1%**	**2.4%**
Industrialized Countries	346.674	488.000	40.8%	1.6%
Developing Countries	109.446	256.000	133.9%	4.1%
Wood-Based Panels (mill. t)	**121.510**	**313.000**	**157.4%**	**4.6%**
Industrialized Countries	101.150	250.000	147.2%	4.4%
Developing Countries	20.460	63.000	207.9%	5.5%
Wood Pulp (mill. t)	**155.041**	**243.000**	**56.7%**	**2.2%**
Industrialized Countries	142.533	226.000	58.6%	2.2%
Developing Countries	12.508	17.000	35.9%	1.5%
Waste Paper (mill. t)	**85.719**	**172.000**	**100.7%**	**3.4%**
Industrialized Countries	68.679	132.000	92.2%	3.2%
Developing Countries	17.040	40.000	134.7%	4.1%
Paper and Paperboard (mill. t)	**242.434**	**442.000**	**82.3%**	**2.9%**
Industrialized Countries	192.990	312.000	61.7%	2.3%
Developing Countries	49.444	130.000	162.9%	4.7%

Source: FAO (1995)

Brennholzeinschlag nach Kontinenten Mio m³:

	1991	**1998**
Amerika	386	302
Afrika	468	464
Europa	51	95
frühere UdSSR	81	
Asien	834	883
pazif. Gebiete	9	9
Summe	**1829**	**1753**

Quellen: FAO 1991, Finnisches forstliches Jahrbuch 1999

1.3.2 Waldnutzung in Europa

	Säge- und Furnierholz	Platte	Brennholz	Summe
Europa	151,1	32,8	51,5	335,5
Schweden	22,6	0,9	4,4	51,7
Finnland	14,3	0,5	2,9	34,1
Frankreich	23,3	3,3	10,4	44,8
Deutschland	21,7	9,1	4,5	44,9
Norwegen	5,7	0,6	0,9	10,9
Polen	7,9	1,5	2,8	17,2

Statistische Übersicht zur Forstwirtschaft einiger mittel- und osteuropäischer Länder, Deutschlands und der EU (Stand 1995)

	Gesamt-Fläche 1.000 km²	Bevölkerung Mio.	Waldfläche Mio. ha	Bestockte Holzboden-fläche Mio. ha	Bewaldung %	Holzvorrat Mio. m³	Holzvorrat m³/ha	Holzzuwachs Mio. m³/a	Holzzuwachs m³/ha*a	Holzernte Mio. m³/a	Holzernte m³/ha*a
Estland	45,2	1,5	2,2	1,9	42,0	287	148	9,5	4,9	3,8	2,0
Lettland	63,7	2,5	2,9	2,1	33,0	489	229	16,5	7,7	6,9	3,2
Litauen	65,3	3,7	2,0	1,9	29,1	353	188	11,9	6,3	6,0.	3,1
Polen	312,7	38,7	8,8	8,5	27,2	1.607	190	30,5	3,6	23,0	2,7
Tschechien	78,9	10,3	2,6	2,5	31,7	608	239	18,8	7,4	13,5	5,3
Slowakei	49,0	5,4	2,0	1,9	38,8	378	197	10,2	5,3	5,3	2,8
Slowenien	20,3	2,0	1,1	1,1	54,0	228	208	6,0	5,5	('96) 2,3	2,1
Ungarn	93,0	10,2	1,7	1,6	17,2	317	198	11,5	7,2	6,7	4,2
Russland	17.075,2	147,0	('98) 868,6	('98) 766,8	44,9	82.000	107	822,0	1,1	('98) 88,6	0,1
Albanien	28,7	3,3	2,0		35,8	81	90	1,3	1,4	0,3	0,7
Bulgarien	110,9	8,4	3,8	3,3	30,0	456	140	12,3	3,8	5,1	1,5
Kroation	56,5	4,6	2,5	2,5	44,2	324	130	9,6	3,9	6,2	2,5
Rumänien	238,4	22,2	6,3	6,3	26,4	1.341	215	25,9	4,1	15,5	2,3
Ukraine	603,7	50,7	9,2	8,6 (6,2)	15,9	1.320	154	24,4	3,9	('96) 10,4	1,4
Weißrussland	207,6	10,2	7,4	7,0 (6,0)	35,5	921	132	21,7	3,6	('96) 15,7	2,2
Deutschland	357,0	82,1	10,7	10,7	30,0	2.911	272	57,0	5,3	37,2	3,5
EU (15)	3.236,0	371,5	135,5	102,8	31,8	11.820	115	382,0	3,7	278,1	2,7

1.3.3 Waldnutzung in Deutschland

Gesamt-Holzverbrauch 1992: 90 Mio m³

davon zur Papierherst. 46

davon zur weiteren Holzverw. 44

Summationen der Kurven zu Gesamtholzverbrauch sind zu beachten!

Rohholzbilanz der BRD für 1997: 39,9 Mio m³ und 1998: 41,4 Mio m³

Gesamtrohholzbilanz der BRD für 1998: mit 169,4 Mio m³

Holzverbrauch je Einwohner 1992: 1,1 m³

davon zur Papierherst.: 0,6

davon zur weiteren Holzverw.: 0,5

Gesamtholzaufkommen 1992: 135 Mio m³

Holz aus deutscher Forstw.: 32

aus Altpapier: 21

aus Einfuhr: 82

Verbrauch von Rohholz, Industrierestholz und Altpapier:

Rohholz: 33 Mio m³

Industrieholz: 7 Mio m³

Altpapier: 21 Mio m³

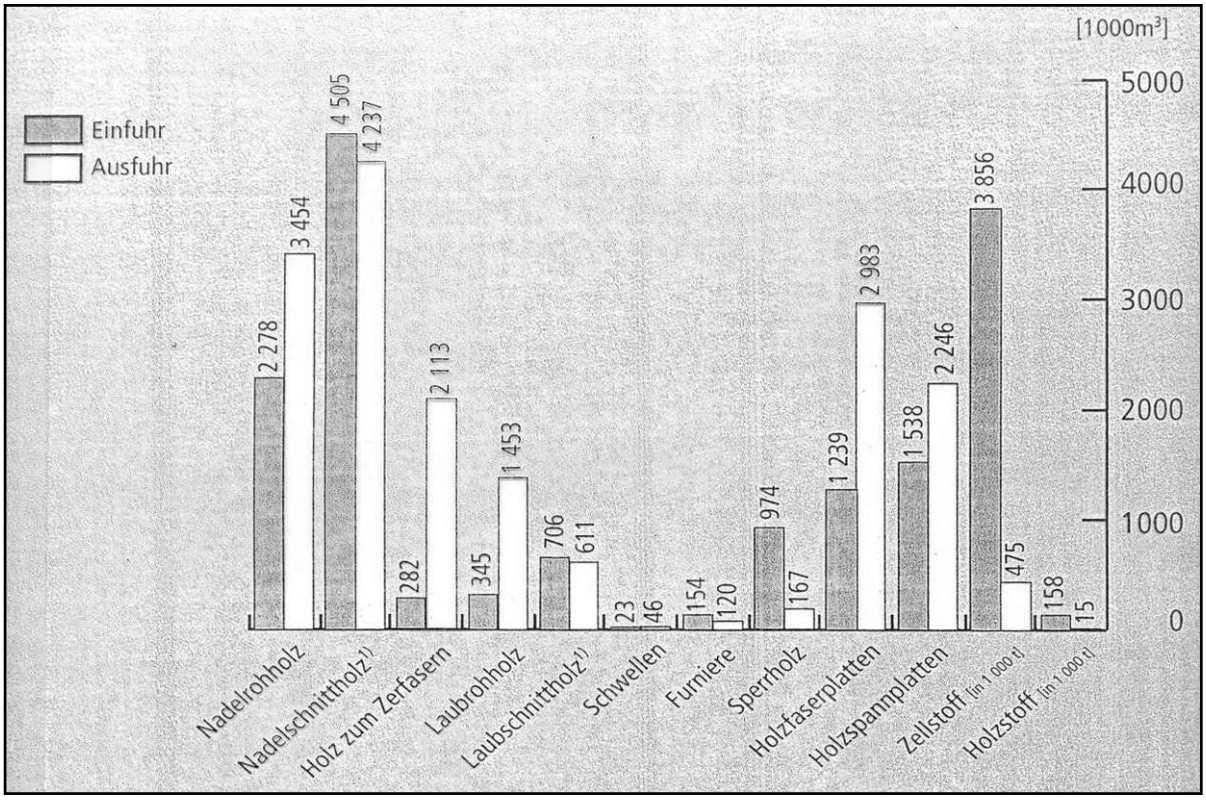
Hinsichtlich der Entwicklungen in Europa bis zum Jahre 2010 für Aufkommen und Verbrauch von Holzprodukten wie Schnittholz, Papier, Brennholz, Platten und Zellstoff wird für die europäischen Ertragswälder folgendes prognostiziert:

jährlicher Nettozuwachs: ca. 577 Mio Vfm m. R.

jährlicher Einschlag: ca. 437 Mio Vfm m. R.

Die Differenz von 140 Mio Vfm m. R. ist 10-mal höher als der europäische Nettoimport von Rohholz (Quelle: FAO 1992).

Im Bezug auf das Thema Nachhaltigkeit ist zu sagen, dass in Deutschland zur Zeit weniger genutzt wird, als nachhaltig genutzt werden könnte/dürfte.

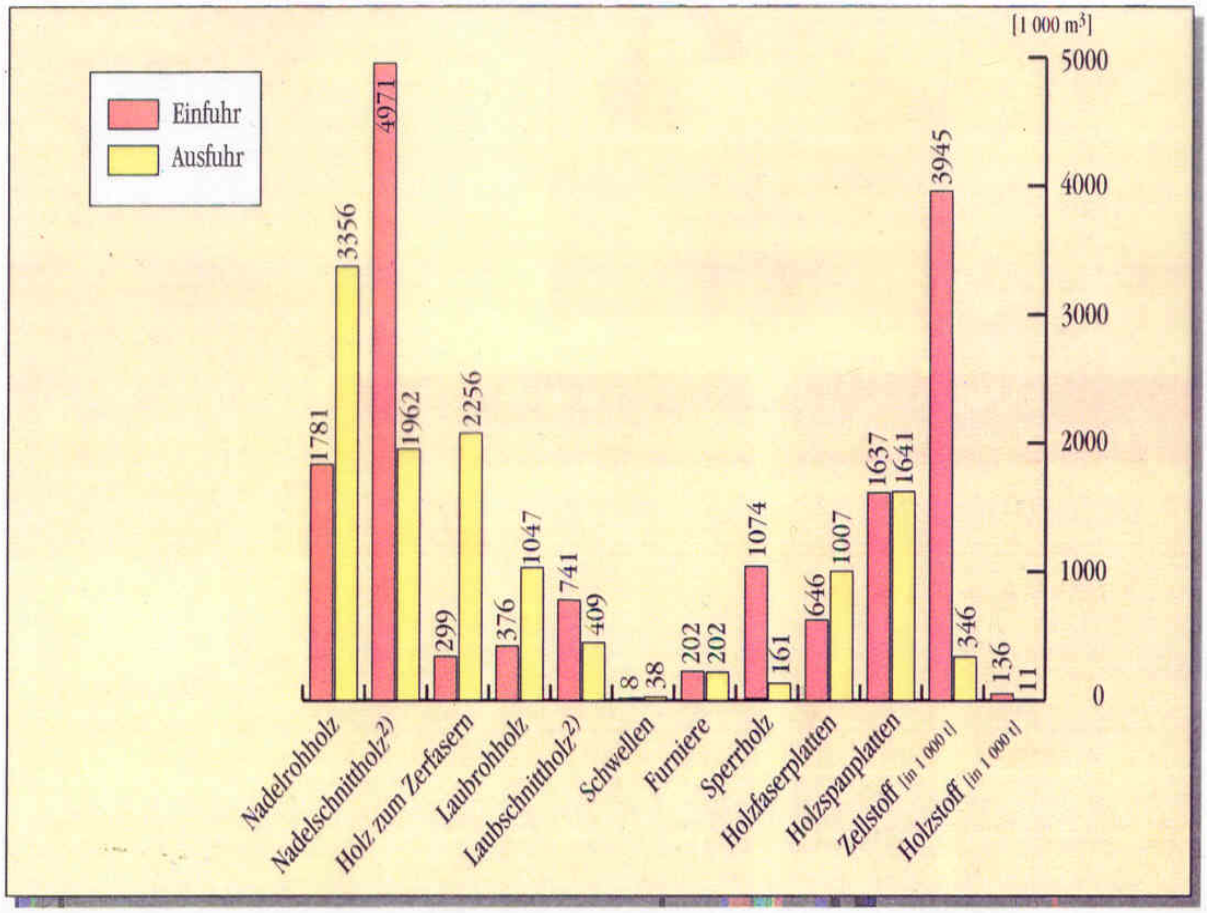


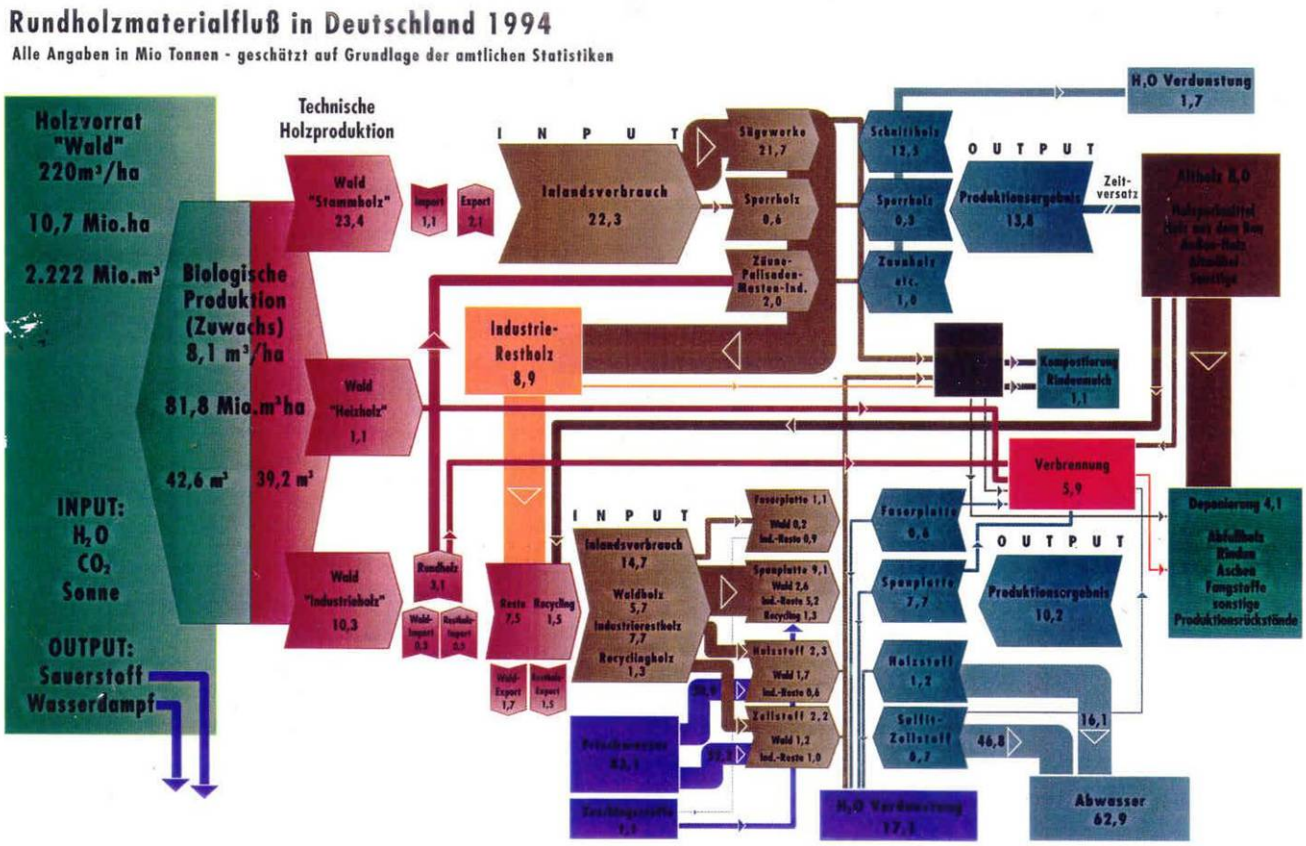
Einfuhr/ Ausfuhr[1)]

	1998	
	Einfuhr	Ausfuhr
	in 1 000 m³	
Nadelrohholz	1 781	3 356
Nadelschnittholz[2)]	4 971	1 962
Holz zum Zerfasern	299	2 256
Laubrohholz	376	1 047
Laubschnittholz[2)]	741	409
Schwellen	8	38
Furniere	202	202
Sperrholz	1 074	161
Holzfaserplatten	646	1 007
Holzspanplatten	1 637	1 641
	in 1 000 t	
Zellstoff	3 945	346
Holzstoff	136	11

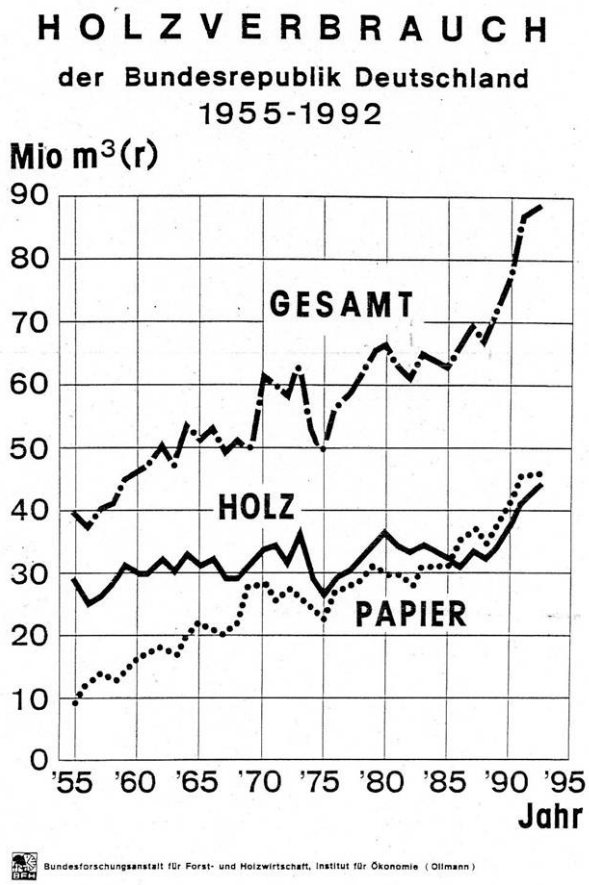
Quelle:
Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

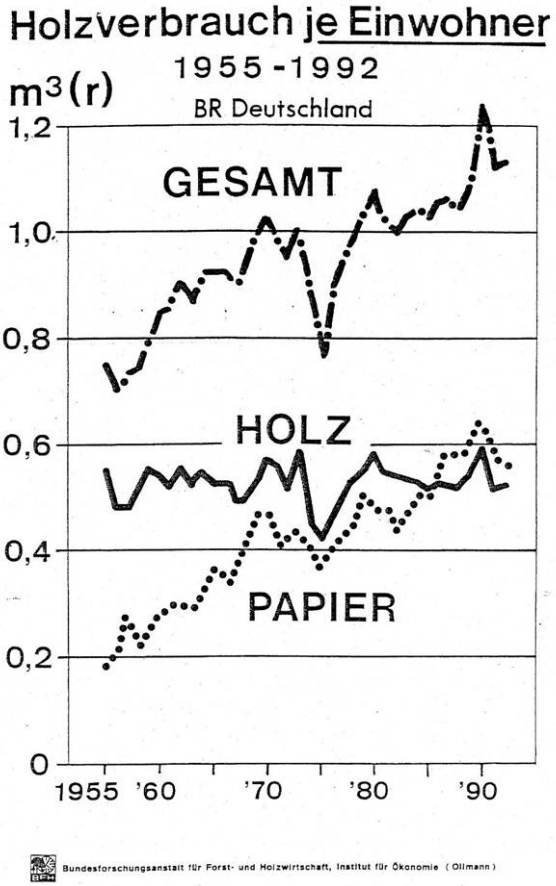
1) Vorläufige Angaben.
2) Einschließlich Hobelware.





Übersicht 12: Rundholzmaterialfluß in Deutschland 1994 (geschätzt auf der Grundlage der amtlichen Statistiken) (Quelle: amtliche Statistiken)





2 Holzkunde

2.1 Anatomischer Aufbau des Holzes

2.1.1 Aufbau der Zellwand

Holz besteht wie alle anderen Pflanzen aus Zellen. Sie sind aber überwiegend ohne lebenden Inhalt, sie sind meist tot und mehr oder weniger hohl, bei Verkernung enthalten sie Inhaltsstoffe.

Somit besteht das Holz zu überwiegend aus Zellwänden und Hohlräumen, diese Zellenwände bestimmen dann auch zu großen Teilen die Holzeigenschaften.

Die Zellwand besteht aus Zellulose im Grundgerüst. Sie ist aufgebaut als Glukosekette.

Zellulose-Makromolekül → Kettenmolekül

100 Makromoleküle → Micellarstränge (Micelle)

10 - 20 Micellarstränge → Zellulose-Mikrofibrillen

Dazwischen befinden sich Interfibrillarräume (Ursache f.d. Anisotropie, Knigge S. 71).

Das Cellulose-Grundgerüst der Zellwand wird durch Holzpolyosen (auch Hemicellulose) und Lignin verkrustet und versteift. Die Zellwand besteht aus mehreren Teilwänden, nämlich aus: Mittellamelle, Primärwand, Sekundärwände (S1, S2, S3 auch Tertiärwand)

Bei der Verholzung werden die Cellulose-Fibrillen umhüllt oder durch Ligninquellung auseinander gedrängt.

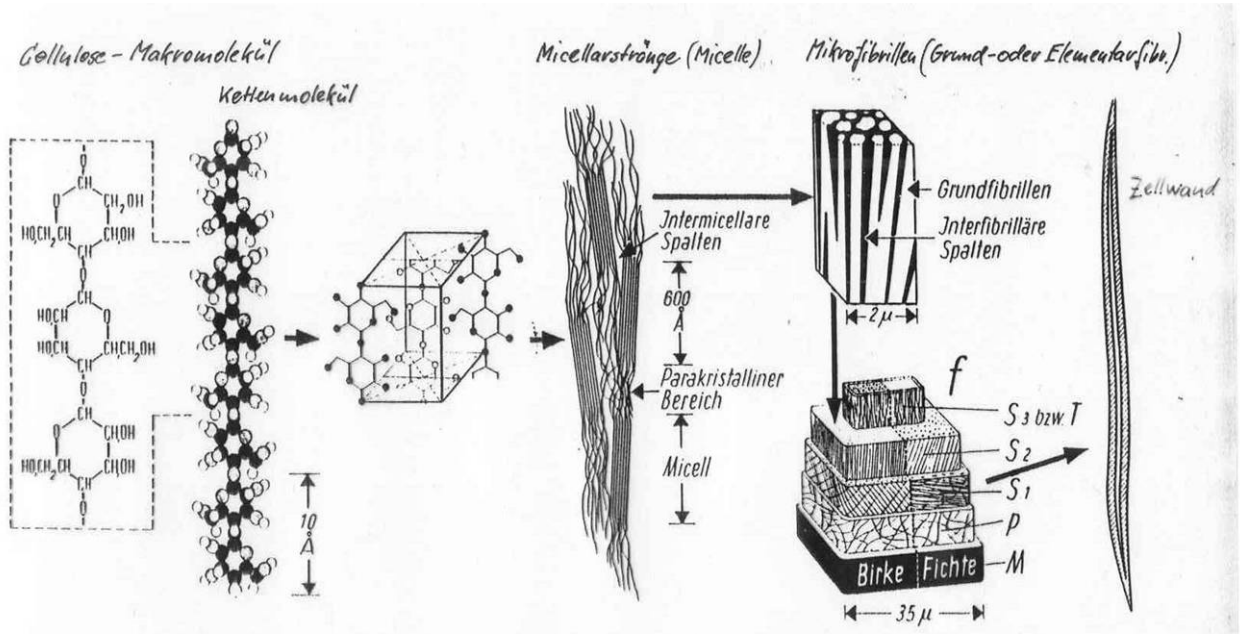


Abb. 14. Verbindung der Cellulosemakromoleküle zur hölzernen Zellwand, phasenweise dargestellt nach Zeichnungen von F. Kollmann (1951), K. H. Meyer u. L. Misch (1938), K. Freudenberg (1960) und H. Meier u. R. Mohr (1955 und 1956)

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

2.1.2 Zellarten als Grundelemente des Holzes

Nadelholz: - Harzkanäle 1 %

- Parenchymzellen 4 - 10 %
- Tracheiden 90 - 95 %

Laubholz: - Tracheiden „Leitgewebe“ } 40 - 60 %

- Tracheen (Gefäße) 20 - 40 %
- Parenchymzellen 10 - 30 %

Hauptfunktionen der Zellen:

Wasserleitung mit darin gelösten Nährsalzen aus dem Boden in die Krone (die in den Blättern gebildeten Nährstofflösungen fließen in umgekehrter Richtung nicht durch das Holz, sondern durch die Bastleitungsbahnen)

Sicherung des Stammes gegenüber mechanischen Belastungen (Festigkeit)

Speicherung von Reservestoffen, die bei der Assimilation gebildet werden

Nadelhölzer sind entwicklungsgeschichtlich älter und demzufolge einfacher aufgebaut.

Tracheiden haben bei Nadelhölzern 2 Funktionen zu erfüllen:

Wasserleitung **2)** Festigkeit

Bei Laubhölzern sind dickwandige Tracheiden (auch Holzfasern oder Libriformfasern genannt) 1 bis 1,5 mm lang mit einem Durchmesser von 0.02 bis 0,05 mm für die Festigkeit zuständig.

Tracheen (auch Gefäße genannt) sind für die Wasserleitung und für den Transport der Nährsalze zuständig. Die Länge der Einzelzelle ist gering. Durch Auflösung der Querzellwände entstehen, z.B. bei der Eiche, bis 18 m lange Gefäße. Ihr Durchmesser liegt bei Eiche z.B. über 0,4 mm.

Parenchymatische Zellen sind großlumige zur Speicherung vorgesehene Zellen. Sie kommen vor als:

Strangparenchym

Strahlenparenchym

Epithelzellen; Exkretzellen, welche die Harzkanäle umgeben

Harzkanäle selbst sind Ausweitungen der Interzellulärräume.

Einige Grundelemente des Holzes:

Holzstrahlen

Parenchym

Tracheen

Tracheiden

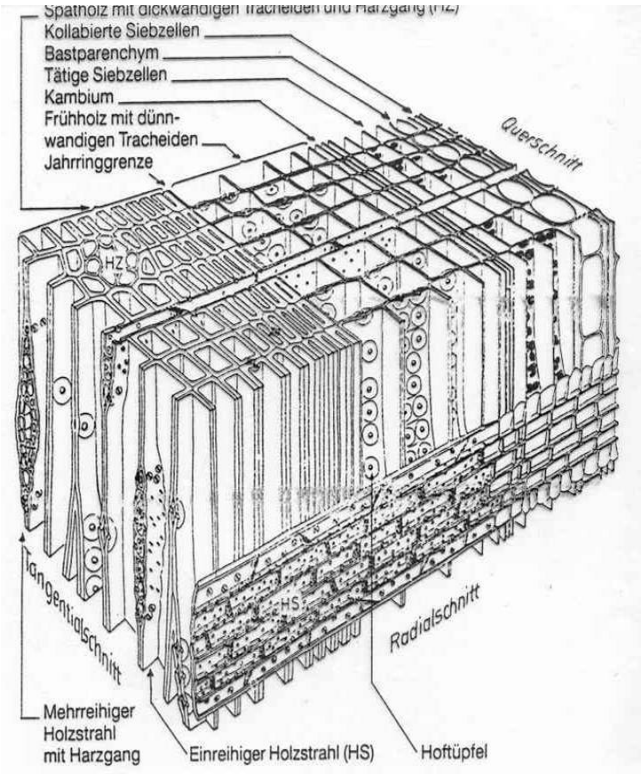
Libriformfasern

Harzkanäle

Thyllen

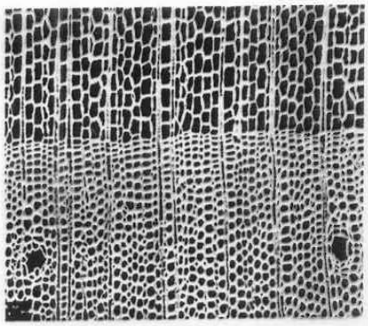
Aufbau von Nadelholz und Laubholz:

Nadelholz:



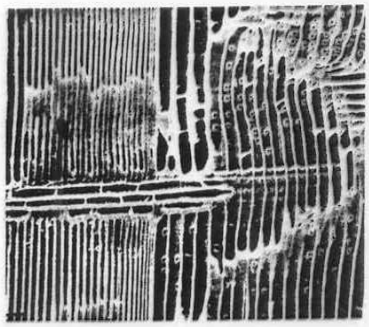
Querschnitt

rasterelektronen-
mikroskopische
Aufnahme (Lärche)
Vergrösserung 58,6×



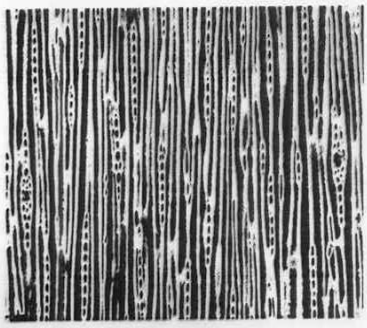
Radialschnitt

rasterelektronen-
mikroskopische
Aufnahme (Lärche)
Vergrösserung 58,6×

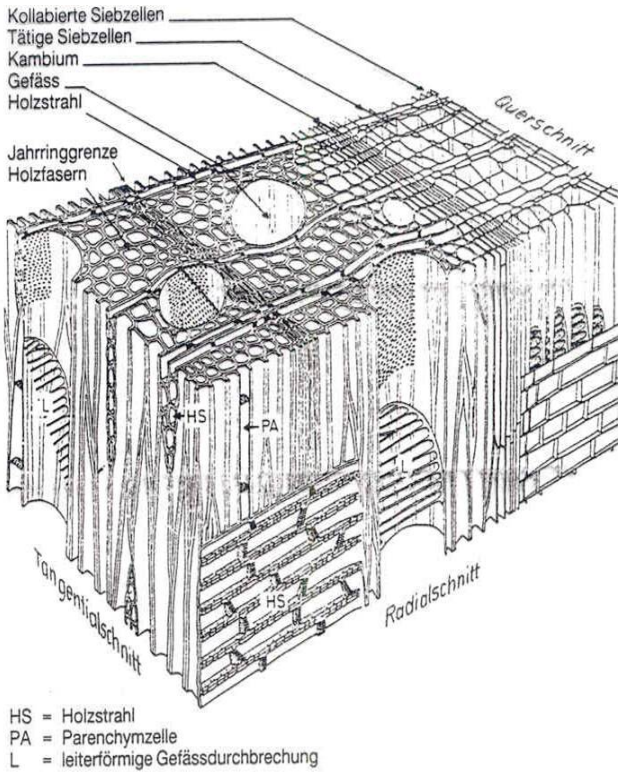


Tangentialschnitt

rasterelektronen-
mikroskopische
Aufnahme (Lärche)
Vergrösserung 58,6×

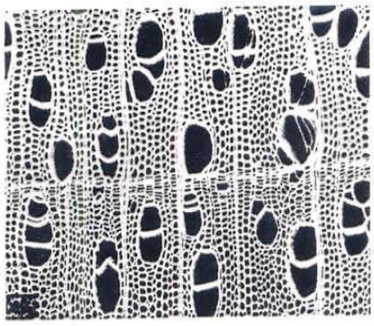


Laubholz:



Querschnitt

rasterelektronen-
mikroskopische
Aufnahme (Birke)
Vergrösserung 58,6×

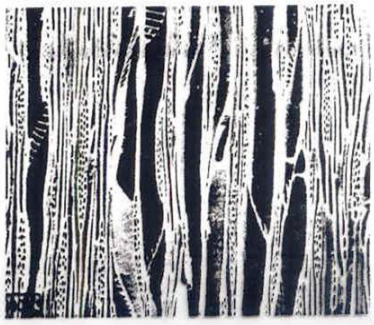


Radialschnitt

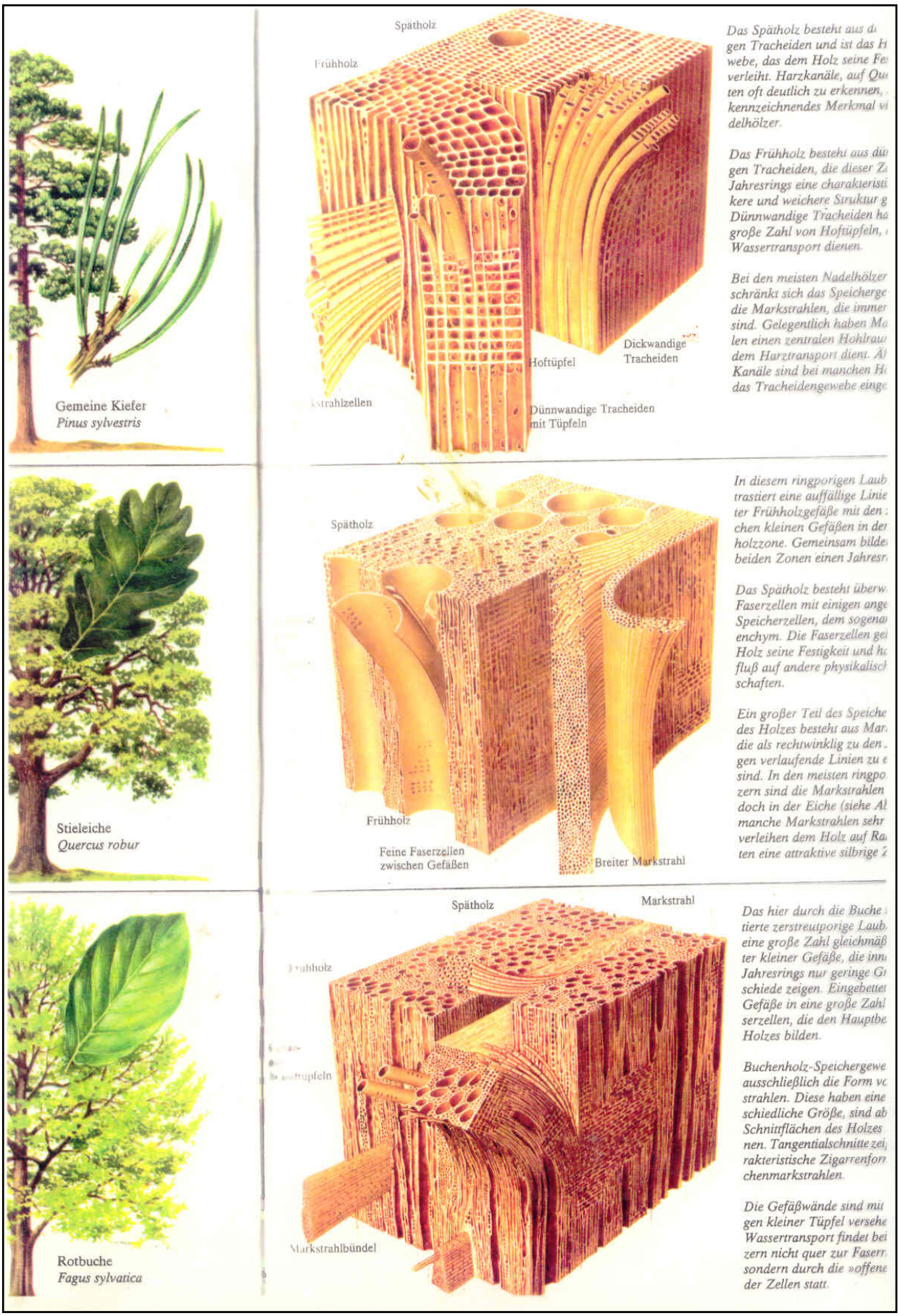
rasterelektronen-
mikroskopische
Aufnahme (Birke)
Vergrösserung 58,6×

Tangentialschnitt

rasterelektronen-
mikroskopische
Aufnahme (Birke)
Vergrösserung 58,6×



Quelle: STÄHLI, 1992[11]



Eiche = Ringporer Buche = Zerstreutporer

Quelle: AUTORENKOLLEKTIV, 2003[2]

2.1.3 Schnittrichtungen des Holzes

Zur Holzartenbestimmung müssen die folgenden drei Schnittrichtungen an einem x-beliebigen Holzstück erkannt werden.

Der **Hirnschnitt (auch Querschnitt)** wird bei der Holzartenbestimmung als erster geprüft, da er den umfangreichsten Einblick in den anatomischen Bau gibt, z.B. ringporig, zerstreutporig, Nadelholz oder Laubholz.

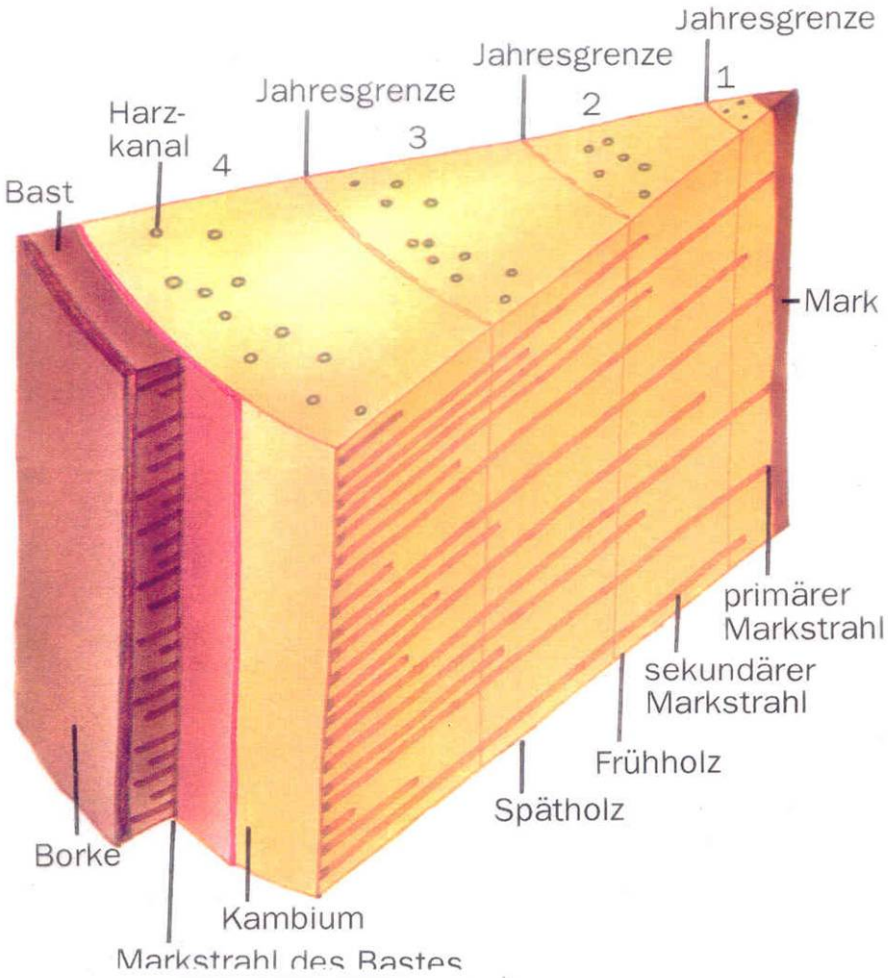
Der **Tangentialschnitt (auch Fladerschnitt)** ist als Längsschnitt der übliche Brettschnitt. Er wird im Sinne einer Tangente am Jahrring geführt. Holzstrahlen werden dabei im rechten Winkel durchtrennt.

Der **Radialschnitt (auch Spiegelschnitt)** ist ebenfalls ein Längsschnitt, führt aber immer auf einem Radius des Stammquerschnittes entlang. Holzstrahlen werden dabei der Länge nach aufgeschnitten, aber nicht immer genau getroffen, da ihr Verlauf annähernd wellenförmig ist. Ihre **Schnittflächen werden als Spiegel bezeichnet,** z.B. bei:

Eiche, Platane, Buche, Ulme, Ahorn (sehr deutlich zu sehen)

Nadelholz , Birke, Pappel (ohne deutlichen Spiegel)

Erle, Hainbuche (ohne Glanz, da Scheinholzstrahlen)



2.1.4 Jahrringaufbau und Verkernung

Definitionen von Holz: Von der Rinde umschlossene Teile der Bäume und Sträucher, ohne das in der Mitte liegende Mark.

Laut Holzlexikon(S. 341): Durch die Tätigkeit des Kambiums erzeugtes sekundäres Dauergewebe. Im makroskopischen Sinne aus verschiedenartigen Zellen zusammengesetzte Gewebemasse unter der Rinde von Bäumen und Sträuchern.

Im mikroskopischen Sinne ist es die verholzte Zellwand. Kommt nur bei Dikotyledonen und Gymnospermen, nicht bei Monokotyledonen vor. Bambus und Palmen sind in diesem Sinne kein Holz!

Jahrringe sind Grenzen im Holz, die sich durch jahreszeitlich bedingte Wachstums- und Ruhephasen abzeichnen. Bei Tropenhölzern sind solche Grenzen wegen des andauernden Wachstums nur schwer zu erkennen. Es gibt aber auch Wachstumszonen, da sich dort nasse und trockene Zeiten abwechseln.

2.1.4.1 Zeitlicher und räumlicher Verlauf von Wachstum und Verkernung

Die Zellen des Kambiums erzeugen während der Vegetationszeit von Mai bis September nach außen Bastzellen und nach innen Holzzellen im Verhältnis 1 : 30

Bast ist der lebende Teil der Rinde (Assimilate wandern dort abwärts zur Einlagerung im Holz)

Beginn des Dickenwachstums: Bei Nadelhölzern beginnt die Zellteilung mit der Bildung neuer Nadeln, bei Lärche auch schon früher.

Bei Ringporern beginnt die Zellteilung vor Laubausbruch, während bei Zerstreutporern die Zellteilung erst nach der Blattentfaltung erfolgt.

Frühholzzellen sind bei Nadelholz großlumig wegen des Nährstofftransportes. Spätholzzellen sind dagegen englumiger und dickwandig, da die Saftzufuhr im Herbst abnimmt. Von Oktober bis Februar erfolgt keine Holzbildung.

Durch den plötzlichen Beginn der Holzbildung im März ist der Übergang vom engen Spätholz zum weiten Frühholz nur als dünne markante Linie zu erkennen, das ist die Jahrringgrenze.

Vom Frühholz zum Spätholz ist der Übergang dagegen unterschiedlich, z.B. allmählich bei Douglasie oder schroff bei Lärche.

Bei den Laubhölzern ist die Jahrringgrenze nur bei den Ringporern gut zu erkennen, da sich die Poren der Frühholzgefäße durch ihre Größe vom übrigen Gewebe abheben und ringförmig an der Jahrringgrenze angeordnet sind.

Die Poren im Spätholz sind dagegen kleiner und nahezu regellos verteilt. Bestimmte Anordnungen können bei genauer Betrachtung auch hier den Holzarten zugeordnet werden. Bei den zerstreutporigen Hölzern ist die Jahrringgrenze meist unscharf.

Anormalitäten sind:

Ausbleiben von Jahrringen

Bildung falscher Jahrringe (Doppelter Jahrring innerhalb eines Jahres bei plötzlichem Wechsel von extrem trockener zu feuchter Witterung), auch bei Entlaubung durch Insektenfraß und plötzlicher Regeneration (experimentell durch Lang- und Kurztagsbehandlung nachgewiesen).

Die Verkernung beginnt je nach Holzart und Individuum zu unterschiedlichen Zeitpunkten, z.B.:

Lärche: ab 5 Jahre

Ei, Ki: ab 20 Jahre

Der Verkernungsvorgang beginnt jahreszeitlich im Sommer, setzt aber mitunter auch einige Jahre aus.

Kern- und Splintanteile sind sehr unterschiedlich:

hoher Kernanteil im Alter: Eiche, Robinie und Lärche

hoher Splintanteil : Kiefer, Douglasie

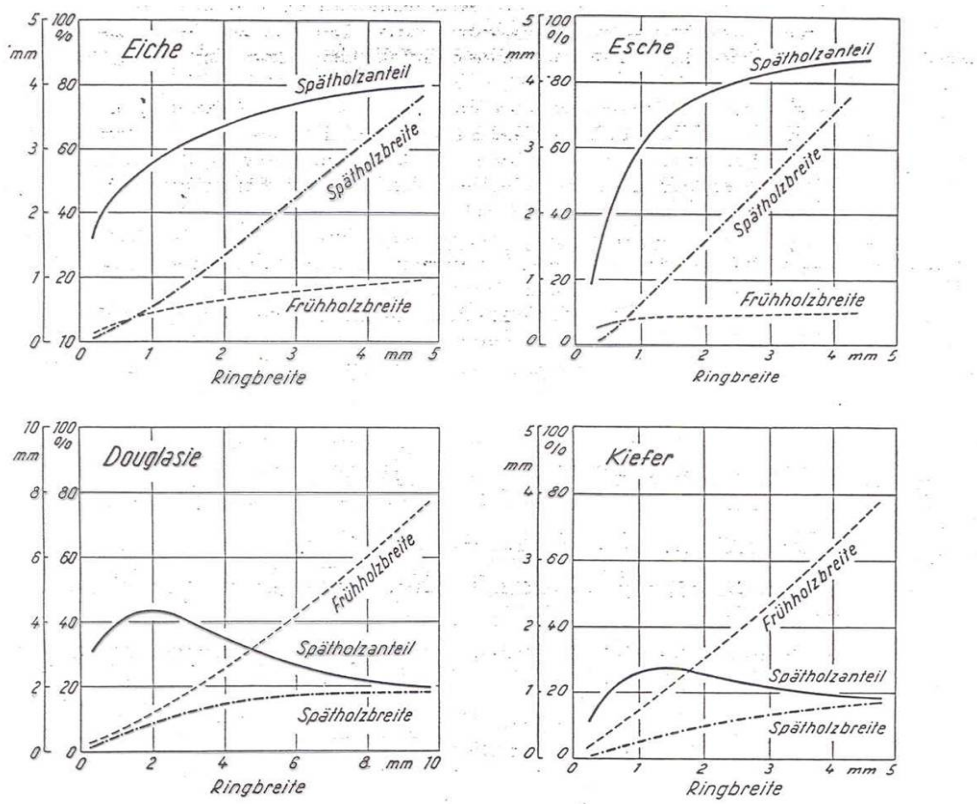
2.1.4.2 Früh- und Spätholz

Welches Holz ist besser?

Von Bedeutung ist die Frage nur für Hölzer, die eine deutliche Unterscheidung von Früh- und Spätholz zulassen, also wo sich deutliche Jahrringgrenzen abzeichnen, z.B. bei Nadelhölzern und bei ringporigen Hölzern.

Bei Nadelhölzern ist das Spätholz dunkler und englumig, also schwerer und fester.

Bei breitringigen Nadelhölzern vergrößert sich hauptsächlich der Anteil von Frühholz, so dass dieses Holz weniger begehrt ist, als engringig gewachsenes.



bhängigkeit der Frühholz- und Spätholzbreite sowie des Spätholzanteils
gbreite in Eiche, Esche, Douglasie und Kiefer (Esche und Kiefer aus R. T
u. H. MAYER-WEGELIN 1955; Douglasie aus W. KNIGGE 1958; Eiche
H. SCHULZ 1959)

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

Bei Laubhölzern dagegen steigt mit zunehmender Jahrringbreite der Spätholzanteil.

Bei Hartlaubhölzern muss nicht unbedingt der Anteil schweren und spröden Holzes erhöht werden, z.B. ist so genannte „milde Eiche“ bei Tischlern begehrt. Sie hat geringe und gleichmäßige Jahrringbreiten. Für konstruktive Teile ist breitringige Eiche oder Esche besser, da sie fester ist.

Die Anteile von Früh- und Spätholz sind unterschiedlich im Verlaufe eines Baumalters. Mit zunehmender Höhe des Schaftes nimmt der Frühholzanteil zu.

2.1.4.3 Jahrringbreite

Die Jahrringbreite schwankt im Minimum um 1 mm z. B. bei Eibe und im Maximum um einige cm, z.B. bei Pappel und Küstentanne.

Sie ist abhängig von:

Holzart, Alter, Pflege

Angebot von Wasser, Licht, Wärme und Bodennährkraft

Beeinträchtigungen durch Schäden, wie Insekten und Waldbrand

Bei Hölzern mit breiten Jahrringen ist die Schwankungsbreite zwischen schmalen und breiten Jahrringen größer als bei engringig aufgewachsenen Hölzern. Solcher unregelmäßiger Holzaufbau ist als Nachteil anzusehen.

Die Jahrringbreite gilt als wichtiger Weiser für einige Holzeigenschaften, denn sie gibt Hinweise auf:

innere Astigkeit

Gewicht

Gleichmäßigkeit der Holzbeschaffenheit

Oberflächeneigenschaften der Holzprodukte

Form- und Maßhaltigkeit

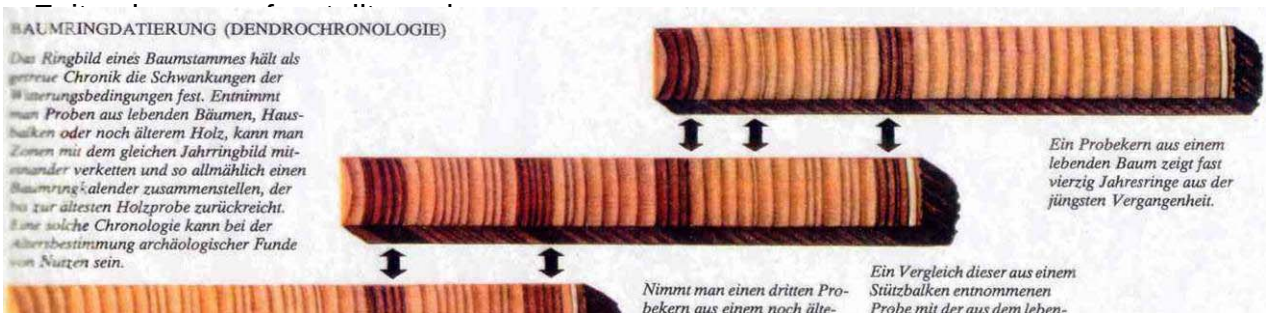
Die Jahrringmessung bzw. -auszählung erfolgt nach verschiedenen Methoden, z.B. anhand von Bohrspänen mittels Messmikroskop, über elektrische Widerstandsmessung oder über direkte Auszählung am Querschnitt.

Die Jahrringbreite innerhalb eines Baumes verändert sich im Stammquerschnitt und mit zunehmender Höhe im Stamm:

die Häufigkeit schmaler Jahrringe steigt mit zunehmenden Alter

die breiteren Jahrringe liegen in der Regel am Stammfuß, die engeren Jahrringe in Zopfnähe

Die Dendrochronologie baut als eigenes Fachgebiet auf diesen Grundlagen auf, um über viele Jahrhunderte und über viele Baumalter hinaus die zeitliche Herkunft von verbautem oder lagerndem Holz festzustellen (auch Baumringchronologie oder Jahrringchronologie). Aus Jahrringanalysen von mitteleuropäischen Trauben- und Stieleichen konnte ein so genannter Baumringkalender bis zum Jahre 6255 vor der



Quelle: AUTORENKOLLEKTIV, 2003[2]

Für die Klimaforschung (Dendroklimatologie) ist jeweils derjenige Faktor von größerer Bedeutung, der sich unter den gegebenen Standortsbedingungen im Minimum befindet. Langzeitklimauntersuchungen mit Hilfe von Dendrochronologie wurden an Kiefern in Skandinavien angestellt (Nährstoffe und Wasser sind und waren ausreichend vorhanden, aber Wärme ist im Mangelfaktor).

2.1.4.4 Verkernung und Dauerhaftigkeit

Kambiumferne Holzschichten, die nicht mehr für die Wasserführung benötigt werden, verändern sich. Diese Veränderung ist häufig mit Farbwechsel folgender Art verbunden:

heller wasserführender Splint

dunklerer Kern, der für wässrige Lösungen wenig durchlässig ist

Je nach Ausbildung des Innenholzes lassen sich die Holzarten in verschiedene Gruppen einteilen. BOSSHARD (1974) unterteilt in:

helle Kernholzbildner (Kernholz unterscheidet sich vom Splintholz visuell nicht, z.B. Ta)

verzögerte Kernholzbildner (Kernholz ist meist hell, z.B. HBu)

obligatorische Kernholzbildner (neben dem Splintholz gibt es einen andersfarbigen Kern, Ei)

fakultative Kernholzbildner (wahlweise tritt eine Farbveränderung des Kernes auf, z.B. Bu)

Frühere Einteilung der Hölzer nach Verkernungstypen:

obligatorische Kernhölzer, im höheren Alter in jedem Falle mit einem Farbkern, dessen Grenzen häufig den Jahrringen folgen, außen liegt ein mehr oder weniger breiter Splint:

Kiefer, Lärche, Douglasie, Eiche, Eibe, Ulme, Robinie, Pappel, Weide

Splinthölzer (ohne Farbkern) mit geringen und unsystematischen Feuchtigkeitsunterschieden zwischen Innen- und Außenholz:

Hainbuche, Erle, Birke, Aspe

Reifhölzer (ohne Farbkern), mit starken Feuchtigkeitsunterschieden zwischen Innen- und Außenholz:

Fichte, Tanne, Buche, Esche, Linde

Hölzer mit fakultativer Kernausbildung als Falschkern, dessen Grenzen nicht dem Jahrringverlauf folgen. Die Verfärbung erfolgt nicht zwangsläufig, sondern nur gelegentlich: Buche, Esche, auch Ahorn und Birke

Diese Farbveränderungen werden hervorgerufen durch:

Einlagerungen

Oxydationen

Umwandlung von Stoffen Vorort

Die natürliche Dauerhaftigkeit des Holzes wird vom Anteil fungizider und insektizider Inhaltsstoffe geprägt, die insbesondere in den Kernhölzern vorherrschend sind. Es werden Kernstoffe in den Zellhohlräumen und Zellwänden eingelagert, z.B.: Harze, Gerbstoffe, Farbstoffe.

Splintholz ist weniger dauerhaft. Bei den Kernhölzern ist das dunklere dauerhafter als das helle.

Zu den sehr dauerhaften Hölzern gehören deshalb vorwiegend die dunklen Kernhölzer. Dazu gibt es DIN- und Europa-Normen, sie werden im Kapitel Holzschutz behandelt.

Einige Beispiele:

sehr dauerhaft sind: Robinie, Eibe (über 25 Jahre)

wenig dauerhaft sind: Pappel, Ahorn, Hainbuche, Buche, Erle, Birke, Linde (0 bis 5 Jahre)

Lassen Sie sich dabei nicht von der Härte des Holzes als möglichen Weiser für die Dauerhaftigkeit täuschen!

Die Eigenschaften von Kern- und Splintholz unterscheiden sich z. T. erheblich. Kernholz ist häufig schwerer, arbeitet weniger und ist widerstandsfähiger gegen Insekten- und Pilzbefall.

Die natürliche Dauerhaftigkeit versteht sich ohne Behandlung mit Holzschutzmitteln und bei Erd- bzw. Wasserkontakt.

2.1.4.5 Besonderheiten der Zellbildung

Wundholzzellen bilden sich dort, wo die geschlossene Kambiumschicht unterbrochen ist, z. B.

durch abgestorbene und abgefallene Äste

äußere mechanisch verursachte Wunden

Witterungseinflüsse wie Frost und Blitz

Das Kambium bildet ein Kallusgewebe, welches die Wunde überwallt bis wieder ein geschlossener Kambiummantel entstanden ist.

In der Nähe der Wundstelle werden andere Holzzellen ausgebildet als im übrigen Holz, sie sind

nicht lang gestreckt und englumiger

mehr Parenchymzellen kommen vor

weniger Faserzellen sind vorhanden

Harzgänge können auch vorkommen, wenn sie im übrigen Holz nicht zu finden sind

Reaktionsholz ist eine Veränderung, die sich auf die Holzfasern bezieht. Die Ablagerung von Reaktionsholz erfolgt halbmondartig innerhalb der Jahrringverbreiterung und ist meist mit exzentrischem Wuchs verbunden.

Diese Erscheinung wird bei Nadelholz als

Druckholz (auch Rotholz oder Buchs)

und bei Laubholz als

Zugholz (auch Weißholz) bezeichnet.

Druckholz kommt an der Unterseite von Ästen und an einer der Beanspruchung entgegengesetzten Stammseite z.B. bei Schiefstellung oder bei Wind vor. Makroskopisch ist Druckholz an verbreiterten Jahrringen und an der rötlichen Farbe zu erkennen. Es dehnt sich in Faserrichtung aus und wirkt so wie ein Stützpfosten, der den Ast nach oben drückt. Chemisch ist Druckholz durch höheren Ligningehalt und geringeren Cellulosegehalt charakterisiert. Druckholztracheiden sind dickwandige Tracheiden, welche die Abgrenzung zwischen Früh- und Spätholz verwischen.

Zugholz liegt an der Oberseite geneigter Sprossachsen und sieht weiß glänzend aus. Es zeichnet sich durch einen geringeren Ligningehalt und durch einen höheren Cellulosegehalt aus. Es befindet sich an der dem Zug ausgesetzten Seite (Oberseite) schiefstehender oder einseitig belasteter Bäume. Zugholz verkürzt sich, bewirkt Zugspannungen und Verformungserscheinungen. Laubbäume bilden z.B. auf der Astoberseite Zugholz, welches sich in Faserrichtung verkürzt und so wie eine Seilwinde den Ast nach oben zieht.

2.1.5 Makroskopische Bestimmung forstlich bedeutender Holzarten Mitteleuropas

2.1.5.1 Holzanatomische Merkmale zur makroskopischen Holzartenbestimmung

Die Holzartenbestimmung findet in Übungen statt. Als Grundlagen für diese Übungen müssen bekannt sein:

unterschiedliche Gefäße im Früh- und Spätholz mit verschiedenen Größen, Strukturen und Anordnungen

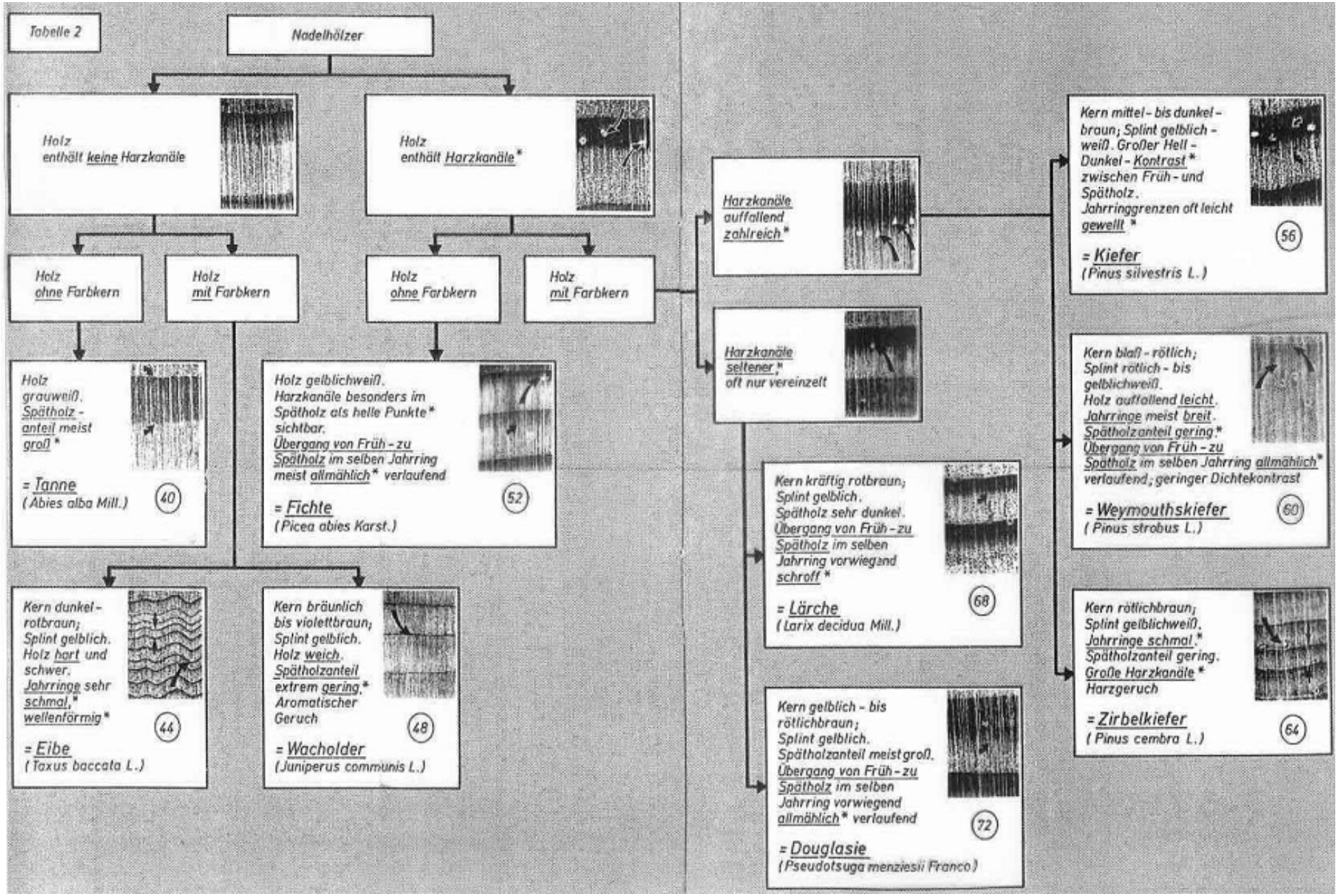
Harzkanal leer (schwarz), mit Schleifstaub gefüllt (weiß), ausgelaufen (groß und dunkel)

verschiedene Größen, Farben, Formen, Anordnungen und Häufigkeiten von Holzstrahlen

Ringporer und Zerstreutporer

Nadelhölzer und Laubhölzer

Splintholz und Kernholz (Splintholzanteile dabei beachten)



Quelle: SACHSSE, H., 1984[10]

2.1.5.2 Hilfsmittel, Tabellen, Bestimmungsbücher und Computerprogramme

Als Hilfsmittel für die zur Vorlesung gehörenden Übungen kommen in Frage:

Lupe 8 bis 10fach (keine Lesegläser oder minderwertige Lupen, da sie kein geebnetes Bild liefern)

Stereomikroskop

scharfes Messer oder Skalpell mit flachem Schliff, um einen ziehenden, sauberen Messerschnitt herstellen zu können

Tabellen aus Bestimmungsbüchern z. B. SCHWANKL, SACHSSE

Computerprogramm DELTA INTKEY (BFH Hamburg)

Computerprogramm HORDAT (IHD Dresden)

Kerblochkarten (veraltet, siehe Holzatlas SCHREIBER)

Computerprogramm macroHolzdata (BFH Hamburg) zur makroskopischen Bestimmung von ca. 40 Holzarten in Ausbildung, Beruf und Praxis (zur Zeit in Erprobung)

MACRODATA© – Holzartenkunde auf CD

Auswahl der in MACRODATA© bebilderten und beschriebenen Holzarten

- Abachi (*Triplochiton scleroxylon*)
- Afzelia (*Afzelia* spp.)
- Ahorn (*Acer* spp.)
- Buche (*Fagus sylvatica*)
- Dark Red Meranti (*Shorea* spp.)
- Esche (*Fraxinus* spp.)
- Fichte (*Picea abies*)
- Hevea (*Hevea brasiliensis*)
- Iroko (*Milicia excelsa*)
- Khaya (*Khaya* spp.)
- Kiefer (*Pinus sylvestris*)
- Kirschbaum (*Prunus* spp.)
- Light Red Meranti (*Shorea* spp.)
- Limba (*Terminalia superba*)
- Pockholz (*Guaiacum* spp.)
- Radiata Pine (*Pinus radiata*)
- Rio Palisander (*Dalbergia nigra*)
- Robinie (*Robina pseudoacacia*)
- Roteiche (*Quercus rubra*)
- Soft Pines (*Pinus* spp., Sektion Strobus)
- Tanne (*Abies alba*)
- Teak (*Tectona grandis*)
- Weißeiche (*Quercus* (w) spp.)
- Wengé (*Millettia laurentii*)
- Zebrano (*Microberlinia brazzavillensis*)

MACRODATA©

Holzfachschule Bad Wildungen e.V. Fachbereich Holzbearbeitung
Universität Hamburg Ordinariat für Holzbiologie

MACRODATA© – Holzartenkunde auf CD

Was bietet und leistet MACRODATA©?

- Dialog geführte Erkennung und Bestimmung von wichtigen Nutzholzarten anhand von makroskopischen, mit bloßem Auge und/oder einer Lupe erkennbaren Merkmalen.
- Umfangreiche, farbige Abbildungen von Holzmerkmalen in allen Schnittrichtungen.
- Stichwortverzeichnisse und Erklärungen von holzanatomischen und biologischen Fachbegriffen.
- Holzarten-Datenbank mit technologischen und verarbeitungsrelevanten Informationen.
- Hervorragendes didaktisches Lehrmittel für Berufs – und Fachschulen in der Holzwirtschaft (auch zum Selbststudium geeignet).

Weitere Informationen

Für Rückfragen und weitere Informationen zur CD MACRODATA©

Dipl.-Holzwirt Georg Krämer
Technologie Transferstelle Holzwirtschaft
Holzfachschule Bad Wildungen e.V
Giflitzer Strasse 3 - 34537 Bad Wildungen
Tel.: 05621/7919-56 Fax: 0521/7919-55
E-Mail: kraemer@holzfachschule.de

Holzfachschule Bad Wildungen e.V. Fachbereich Holzbearbeitung
Universität Hamburg Ordinariat für Holzbiologie

MACRODATA©

Holzartenbestimmung auf CD für Ausbildung, Beruf und Praxis

Eibe-Maser (*Taxus baccata*)

Holzfachschule Bad Wildungen e.V. Fachbereich Holzbearbeitung
Universität Hamburg Ordinariat für Holzbiologie

2.2 Chemischer Holzaufbau

2.2.1 Elementarzusammensetzung des Holzes

Holz besteht überwiegend aus folgenden organischen Verbindungen:

Kohlenstoff	ca. 50%
Sauerstoff	ca. 43%
Wasserstoff	ca. 6%
Stickstoff	unter 1%
Mineralstoffe (Kalzium, Kalium, Magnesium, Phosphor, Mangan, Eisen, Schwefel, usw.)	unter 1%

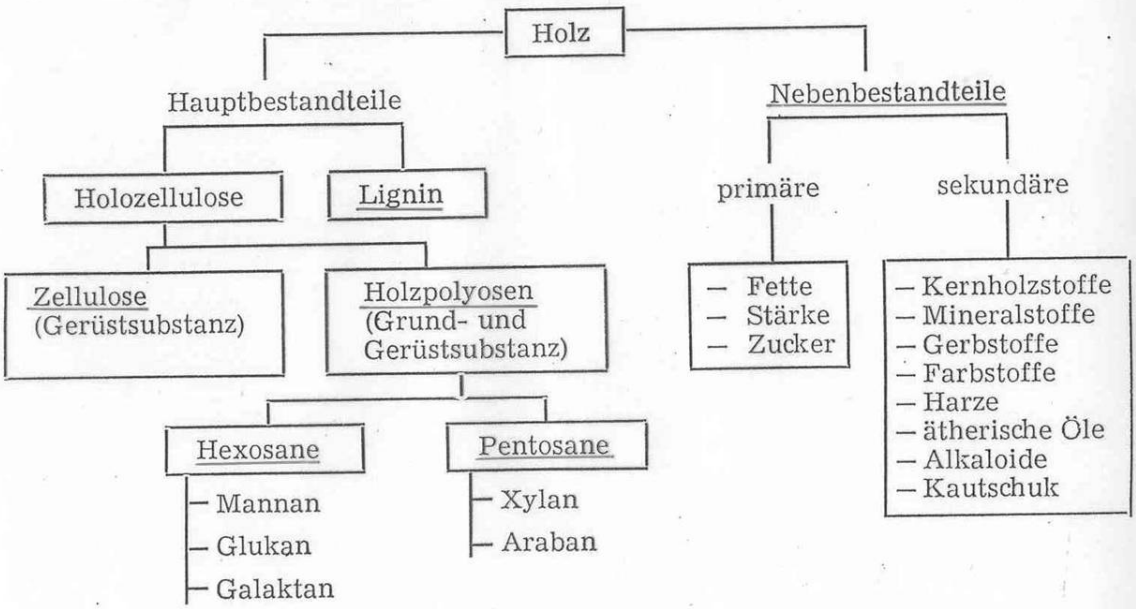
Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung von trockenem Holz in %

Die Zusammensetzung schwankt baumartenweise und innerhalb eines Stammes geringfügig, wie am Beispiel auch zwischen Stamm und Zweigen zu sehen ist.

Nicht der Prozentsatz der chemischen Elemente, sondern die unterschiedliche chemische Bindung der genannten Elemente bewirkt die Unterschiede der Eigenschaften bei der Holzverwendung. Vom Stickstoffgehalt wird auf die Dauerhaftigkeit des Holzes geschlossen, da Stickstoff vorwiegend als Eiweiß gebunden wird und Eiweiß häufig die Ernährungsgrundlage für Holzzerstörer bildet. Der Kohlenstoffgehalt ist überall dort von Interesse, wo es um Verbrennung, Verkohlung und Vergasung des Holzes geht.

Das Holz als ein inhomogener organischer Roh- und Werkstoff besteht im wesentlichen aus Verbindungen der Grundelemente Kohlen-, Sauer-, Wasser- und Stickstoff und aus Eiweißverbindungen.

Bild 3. Chemische Zusammensetzung des Holzes



Quelle: WAGENFÜHR, R., 1989[14]

Tabelle 13. Elementarzusammensetzung verschiedener Baumteile (in %)
(Nach G. LANGE 1923, A. SERGEJEWA 1959)

Baumart	Stamm				Zweige			
	C	H	O	N	C	H	O	N
Eiche	50,64	6,23	41,85	1,28	50,89	6,16	41,94	1,01
Buche	50,89	5,07	42,11	0,93	50,08	6,23	42,61	1,08
Birke	50,61	6,23	42,04	1,12	51,93	6,31	40,69	1,07
Kiefer	51,39	6,11	41,56	0,94	52,04	6,07	39,77	1,12
Fichte	51,39	6,11	41,56	0,94	—	—	—	—

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

2.2.2 Chemische Hauptgruppen

Aus den genannten Elementen sind auch die drei Hauptbaustoffe des Holzes zusammengesetzt:

Cellulose ca. 45 %

Holzpolyosen ca. 22 % (18-27%)

Lignin ca. 26 % (22-30%)

sowie aus Nebenbestandteilen, so genannten akzessorischen Bestandteilen. Die Anteile der chemischen Hauptgruppen in Gewichtsprozenten unterscheiden sich bei den einheimischen Holzarten nur wenig. Jeweilige Höchstwerte sind bei Pappel (56,5%), Birke (27,1%) und Fichte (30,0%) zu erkennen. Der Anteil von Lignin ist bei Nadelhölzern etwas höher als bei den aufgeführten einheimischen Laubhölzern. Der Ligningehalt der Exoten liegt z. T. beträchtlich höher als bei einheimischen Holzarten.

1.2.4 Anteile der chemischen Hauptgruppen in Gewichtsprozenten (%)

Die Aufstellung gibt nur grobe Anhaltswerte; mit der Art der Analyse ändern sich d Anteile der chemischen Gruppe z. T. beträchtlich.

Tabelle 1

Holzart	Cellulose	Holzpolyosen	Lignin	Akzessorische Bestandteile
Weißtanne	45,4	22,5	28,6	3,5
Kiefer	44,5	21,5	29,5	4,5
Fichte	41,0	24,3	30,0	4,7
Rotbuche	52,8	22,2	22,7	2,3
Esche	45,5	25,0	26,0	3,5
Pappel	56,5	18,2	21,6	3,7
Birke	41,6	27,1	27,3	4,0
Okoumé[1]	44,7	12,6	26,7	16,0
Limba[1]	45,5	15,1	31,3	8,1
Mahagoni[1]	42,8	18,9	33,5	4,8
Bongossi[1]	44,4	13,7	40,0	1,9

[1] nach TRENDELENBURG/MAYER-WEGELIN, 1955

Quelle: Nach KÖNIG, J., und BECKER, E., 1919

Quelle: GRAMMEL, R., 1989[3]

2.2.2.1 Cellulose

Cellulose bildet die Gerüstsubstanz der unverholzten Zellwand. Sie besteht aus einem fadenförmigen Makromolekül, welche aus d-Glukose-Einheiten aufgebaut ist, wie eingangs erwähnt ca. 45%. Diese Glukose-Einheiten werden mit Hilfe der Energie des Sonnenlichtes, des Bodenwassers und des Kohlendioxyds der Luft gebildet.

Die Cellulose besteht aus:

49 % Sauerstoff

45 % Kohlenstoff

6 % Wasserstoff

Das Makromolekül der Cellulose besteht aus dem Glukoserest (Kohlehydrat) $C_6H_{10}O_5$ mit drei Hydroxylgruppen.

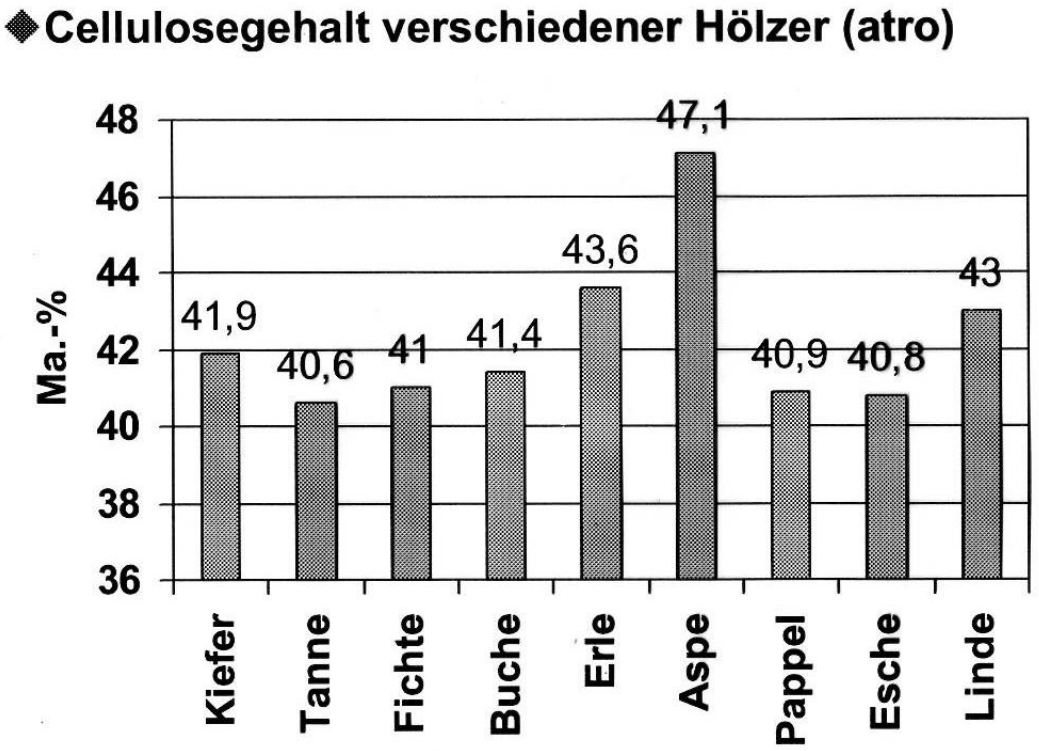
Ein hoher Polymerisationsgrad (1000 bis 5500) bewirkt die besondere Struktur der Cellulose und ist die Voraussetzung für den Aufbau eines gerichteten, elastischen und zugfesten Zellwandgerüstes. Unter Polymerisationsgrad wird die durchschnittliche Anzahl der Anhydroglukose-Einheiten je Makromolekül verstanden, z. B.:

Birke 5500

Kiefer, Aspe 5000

Fichte, Buche 4000

Der Polymerisationsgrad sinkt durch die Einwirkung von Licht, Chemikalien und Fermenten. Liegt der Polymerisationsgrad unter 200, so hat die Cellulose keine Fasereigenschaften mehr.



Quelle: KÖNIG, BECKER, SCHWALBE, STAUDINGER, HUSEMANN, JAYME, KLAUDITZ

2.2.2.2 Holzpolyosen

Die Zellmembranen enthalten außer Cellulose noch andere Kohlehydrate. Sie wurden früher unter dem Sammelbegriff Hemicellulosen zusammengefasst, heute heißen sie Holzpolyosen, wie eingangs erwähnt sind es ca. 22%. Die Holzpolyosen unterscheiden sich von der Reincellulose dadurch, dass sie sich leichter hydrolysieren lassen und ihr Durchschnittspolymerisationsgrad nur bei 70 bis 150 liegt.

Holzpolyosen sind Polysaccharide, zu ihnen gehören unter anderen:

Pentosane, Hexosan, und amorphe Polyosen

Pentosane = 5 Kohlenstoffatome

Hexosane = 6 Kohlenstoffatome

Die Laubhölzer sind im wesentlichen aus Pentosanen aufgebaut, die Nadelhölzer aus Hexosanen mit Ausnahme von Lärchenholz. Die Aufgaben der Holzpolyosen in der Zellwand sind verschieden:

stützende Stoffe im Zellwandgerüst

Reservestoffe

als Quellstoffe steuern sie die Durchlässigkeit der Membran

als Klebstoff sorgen sie für die Verkittung der Zellmembran

Die Holzpolyosen haben unterschiedliche Bedeutung bei der Holzverwendung im Bereich der Platten- und Zellstoffproduktion. Beim Dämpfen oder Kochen des Holzes als Vorbehandlung zur Herstellung von Faserplatten, Braunschliff und zur Furnierherstellung werden die Holzpolyosen mit den Kondensaten und Abwässern der stofflichen Nutzung entzogen. Bei Papierzellstoffen ist aber ein hoher Anteil an Holzpolyosen erwünscht wegen

höherer Ausbeute

besserer Faser-Faserverbindung

höherer Papierfestigkeit

Bei der Herstellung von Textilzellstoff sind Holzpolyosen nicht wegen des erhöhten Chemikalienverbrauch nicht erwünscht.

2.2.2.3 Lignin

Lignin tritt nicht als selbständiger Baustein auf, sondern als Begleiter von Cellulose. Lignin (wie eingangs erwähnt, mit Anteilen von ca. 26% des Holzes) besteht aus

60 % Kohlenstoff

34 % Sauerstoff

6 % Wasserstoff

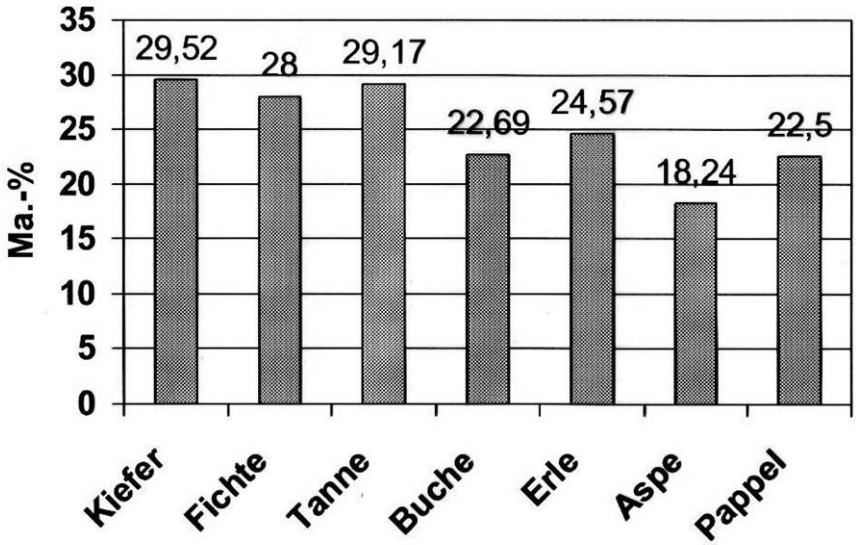
Ligninreiche Hölzer sind demzufolge kohlenstoffreicher als ligninarme. Lignin ist ein bräunlich-weißer, krümeliger, aromatischer, völlig amorpher Stoff. Lignin lässt sich durch Säuren nicht hydrolysieren und hat einen geringen Polymerisierungsgrad. Seine Bausteine sind nicht wie bei der Cellulose zu langen Ketten aneinandergereiht, sondern zu einem dreidimensionalen Molekül vernetzt.

Die Isolierung des Lignins aus der Zellwand ist nicht möglich, ohne dass das Lignin angegriffen und in seiner ursprünglichen Beschaffenheit zerstört wird. Lignin füllt die Zwischenräume in den Fibrillen und zwischen ihnen quasi als Imprägnierungsmittel. Die einzelnen Ligninarten weisen wesentliche Unterschiede auf, je nachdem, ob es sich um Laubholz oder Nadelholz handelt.

Für Lignin des Fichtenholzes gilt z. B. die chemische Formel:

C_9H_8,1 O 2,4 (OCH_3)0,9

◆Ligningehalt verschiedener Hölzer (atro)



Quelle: KÖNIG, BECKER, SCHWALBE, JAYME, KOLOC

Lignin ist ein wenig strukturierter Füllstoff, der das pflanzliche Gewebe erst zum Holz macht, ähnlich dem Beton im Stahlbeton.

Der Lignin- bzw. Cellulosegehalt hängt von den Wuchsgebieten ab. So wird die Ligninbildung z.B. durch Wärme gefördert (siehe Tropenhölzer). Die Druckfestigkeit steigt mit dem Ligningehalt.

Lignin ist ein Abfallprodukt bei der Zellstoffherstellung. Nach Forschungen des Frauenhoferinstitutes konnte Lignin gießbar gemacht werden. Eine Firma stellt, darauf aufbauend, so genanntes flüssiges Holz her, z.B. für Uhrengehäuse.

2.2.3 Weitere Bestandteile des Holzes

Diese weiteren Bestandteile werden auch akzessorische Bestandteile genannt. Diese Stoffe sind für verschiedene Baumarten charakteristisch und werden wirtschaftlich genutzt. Es betrifft insbesondere die Speicherstoffe.

2.2.3.1 Ätherische Öle und Harze

Sie kommen vor allem in Koniferen vor und befinden sich dort in interzellulären Hohlräumen.

Sie sind ökonomisch von Bedeutung als

Lösungsmittel

Geruchstoffe

Harz für Kolophonium und Terpentinöl (besonders bei Kiefern und deren Stockholz, weniger bei Lärche, Fichte und Douglasie)

2.2.3.2 Stärke und Fette

Sie sind wichtige Speicherstoffe des Holzes. Sie werden in den Parenchymzellen des Holzes eingelagert und ermöglichen bei Laubhölzern z.B. schon vor dem Laubausbruch die Holzbildung.

Der Gesamtanteil am Volumen beträgt nur etwa 2 %. Ein besonders hoher Stärkegehalt ist bei Bergahorn und Ulme zu verzeichnen.

Je höher der Gehalt an Stärke und Fett, desto anfälliger ist der Baum für den Befall durch Pilze oder Insekten.

2.2.3.3 Gerbstoffe

Gerbstoffe verwandeln tierische Haut in Leder. Sie kommen in den Parenchymzellen der Markstrahlen vor und sind besonders bei Kastanie und Eiche zu finden. Bei Edelkastanie kommen sie im Splint- und im Kernholz vor. Bei Fichte sind die Gerbstoffe fast nur in der Rinde (Lohrinde) zu finden.

Durch ihre Oxydationsprodukte wird die Farbe vieler Kernhölzer bestimmt.

2.2.3.4 Übrige Bestandteile

→ **Phenolische Substanzen:**

Diese Stoffe sind nur in geringen Mengen vertreten und haben als Kerninhaltsstoffe eine praktische Bedeutung, z. B. im Kernholz der Kiefer als Pinosylvin, welches stark toxisch gegen Bakterien, Pilze und Insekten wirkt (außer bei Ki-Baumschwamm). Außerdem ist dieser Stoff dafür verantwortlich, dass sich Kiefernholz nicht in saurer Sulfitkochung zu Zellstoff aufschließen lässt. Zu dieser Gruppe zählen auch verschiedene Farbstoffe tropischer Baumarten, z.B. das Hämatoxylin im Blauholz.

→ **Tropolone** kommen in Cypressengewächsen z. B. als

Thujaplicin bei Thuja plicata

Nootkatin bei Chamaecyparis nootkatensis (nach einem Indianerstamm benannt, Holz ist leicht, dauerhaft, widerstandsfähig gegen Pilze und Insekten gut zu bearbeiten

Taxin bei Taxus baccata

→ **Mineralstoffe und Aschegehalt**:

Die anorganischen Verbindungen können nach einer Verbrennung des Holzes in seiner Asche nachgewiesen werden.

Der Aschegehalt beträgt 0,3 bis 1 % der Holztrockensubstanz. Dabei ist der Aschegehalt der Laubhölzer höher als jener der Nadelhölzer.

Tabelle 16. Anteil und Zusammensetzung der Asche im Holz verschiedener Baumarten (in %)

(Nach A. S. SERGEJEWA 1959)

Baumart	Aschengehalt	Anteile an					
		K_2O	Na_2O	MgO	CaO	P_2O_5	SiO_2
Buche	0,55	0,09	0,02	0,06	0,31	0,03	0,03
Birke	0,26	0,03	0,02	0,02	0,15	0,02	0,01
Eiche	0,51	0,05	0,02	0,02	0,37	0,03	0,01
Lärche	0,27	0,04	0,02	0,07	0,07	0,03	0,01
Kiefer	0,26	0,04	0,01	0,03	0,14	0,02	0,04

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

2.2.4 Chemische Zusammensetzung von Normalholz und Richtgewebe

Die Angaben zeigen, dass sich im Druckholz der Koniferen wesentlich weniger Cellulose befindet als im Normalholz, dafür aber wesentlich mehr Lignin nachgewiesen werden kann. Im Zugholz der Laubhölzer sind die Verhältnisse genau umgekehrt. Hier befindet sich wesentlich mehr Cellulose, dafür etwas weniger Lignin im Zugholz. Vergleicht man Normalholz von Fichte und Kiefer, so stellt man fest, dass der Cellulosegehalt praktisch gleich hoch ist. Große Unterschiede gibt es hingegen bei den Holzpolyosen:

Fichte 24,3 %

Buche 32,5 %

Holz im lebenden Stamm ist schwach sauer bei pH-Werten von 4,1 bis 6,2.

2.3 Physikalische Eigenschaften des Holzes

2.3.1 Dichte und Gewicht des Holzes

Die Bedeutung der Dichte ist groß, da auch Korrelationen zu anderen physikalischen Parametern bestehen.

Die Dichte ist ein Weiser für:

Festigkeitseigenschaften des Holzes

Härte

Abnutzungswiderstand

Heizwert des Holzes

Ausbeute bei der Industrieholzverwertung (atro)

Holzernte und Transportkosten

Die Dichte eines Stoffes ist der Quotient aus Masse und Volumen, angegeben in g/cm³ bzw. in kg/m³. Es gibt verschiedene Dichtebegriffe für Holz, demonstriert am Beispiel Kiefer:

Reindichte (Durchschnitt 1,53 g/cm³ für alle Hölzer, 1,53 für Cellulose 1,6 für Lignin 1,4)

Rohdichte 0,52

Darrdichte 0,49

Raumdichte 0,43

Die **Reindichte** bezieht sich auf das Volumen der Festsubstanz *ohne* Poren (eine sehr theoretische Angelegenheit), bei u = 0 %, gleiches gilt für die Ermittlung der Masse.

Die **Rohdichte** bezieht sich auf das Volumen der Festsubstanz *mit* Poren, aber bei einem bestimmten Feuchtigkeitsgehalt. (z.B. u = 12 % - 15 %), die Masse des Holzes wird im gleichen Zustand ermittelt. Rohdichtewerte sind von größerem praktischen Bezug, da sie sich auf Gleichgewichtsfeuchte von 12 % in temperierten und 15 % in tropischen Regionen und auf Gebrauchsfeuchten für bestimmte Verwendungen, z.B. Holzfußböden in Innenräumen von 8 % beziehen.

Die **Darrdichte** geht ebenfalls vom Volumen der Festsubstanz mit Poren aus, bezieht sich aber auf Masse und Volumen d. absolut trockenen Holzes, also u = 0 %.

Die **Raumdichte** bezieht sich auf das Frischvolumen, also Volumen in wassergesättigtem, gequollenem Zustand des Holzes, während die Masse des Holzes im absolut trockenem Zustand, also ohne Wasser, für u = 0 %, ermittelt wird. Hier ergibt sich rechnerisch ein kleinerer Wert gegenüber Rohdichte und Darrdichte, da im Nenner immer ein höherer Wert steht, als bei den anderen beiden Dichtebegriffen. Zur besseren Unterscheidung wird die Raumdichte in kg/m³ angegeben.

Bestimmung der Dichte:

Massenermittlung durch Wägung

Volumenermittlung:

- stereometrisch (Messung der Kantenlängen)
- xylometrisch (Messung der Wasserverdrängung)
- hydrostatisch (Messung der Kraft des Auftriebes in Flüssigkeiten bekannter Dichte)

Fehlerquellen:

Rauhigkeit der Holzkörper

parallelogrammartige Hirnflächen

Luftblasenbildung beim Eintauchen

nicht zurückfließende Wassertropfen an der Gefäßwand

Holz nimmt beim Eintauchen Flüssigkeit auf und verändert Gewicht und Volumen

Ausgewählte Darrdichten in g/cm³:

Tabelle 21. Mittel- und Grenzwerte der Darrdichte und Raumdichte einiger Baumarten

(Nach W. KNIGGE 1958, 1960, 1961, H. SCHULZ 1959, 1961, L. VORREITER 1949)

Baumart	Darrdichte (r_0) Mittelwert g/cm³	Darrdichte (r_0) Grenzwerte g/cm³	Raumdichte (R) Mittelwert kg/m³
Balsa	0,13	0,07—0,23	120,8
Strobe	0,37	0,31—0,46	338,6
Küstentanne	0,42	0,28—0,61	332,0
Fichte	0,43	0,37—0,54	377,1
Pappel	0,37	0,27—0,65	376,8
Sitkafichte	0,46	0,35—0,66	401,7
Douglasie	0,47	0,36—0,63	412,4
Kiefer	0,49	0,30—0,86	430,7
Lärche	0,55	0,40—0,82	487,3
Ahorn	0,59	0,48—0,75	522,2
Ulme	0,64	0,44—0,82	555,5
Esche	0,65	0,41—0,82	564,2
Eiche	0,64	0,38—0,90	561,1
Buche	0,66	0,54—0,84	554,3
Robinie	0,73	0,54—0,87	646,8
Bongossi	1,04	0,72—1,21	890,2
Pockholz	1,23	1,20—1,32	1045,5

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

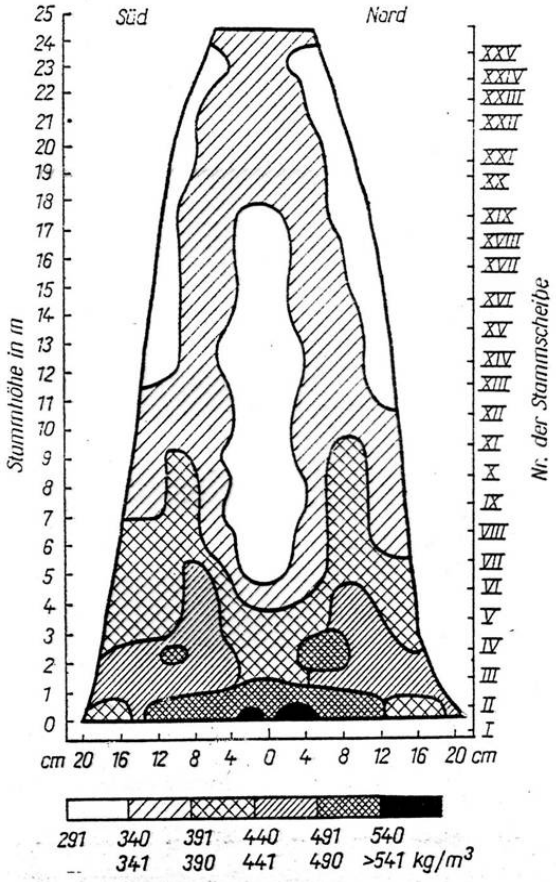
Rohdichteveränderungen im Stamm:

Am Querschnitt

- Beim Nadelholz: Zunahme der Dichte von der Rinde zum Mark nur im unteren Stammbereich bei Ki.
- Beim Laubholz: Häufig Abnahme der Dichte vom Mark zur Rinde (abnehmende Jahrringbreite bedeutet mildes Holz).

Am Längsschnitt

- Beim Nadelholz: Häufig Abnahme der Dichte nach oben.
- Beim Laubholz gibt es keine eindeutigen Aussagen.



Quelle: AUTORENKOLLEKTIV, 1990[1]

Die Rohdichteunterschiede zwischen verschiedenen Stämmen und Beständen sind sehr groß. Wegen der hohen Variabilität innerhalb einzelner Stämme ist eine statistische Sicherheit für bestimmte Gruppen schwer zu erbringen.

Es gibt Untersuchungen an einer Vielzahl von Bohrspänen, um z.B. Mittelwerte für verschiedene Kiefernarten und für verschiedene Wuchsgebiete zu berechnen. Solche

Stratifizierungen sind wichtig für die so genannte Gewichtsvermessung von Industrieholz. Die Streuung der Rohdichte beträgt etwa 30 % um den Mittelwert. Unterschiede bestehen auch zwischen Ast-, Stamm- und Wurzelholz.

Das Gewicht (besser: die Masse) des Holzes hat z.B. Bedeutung beim Transport und beim Verkauf nach Gewicht.

Beispiele des Holzgewichtes von Sägeblöcken in kg/m³:

Lärche:	frisch 900 , lutro 590, atro 550
Buche:	frisch 1070
Hainbuche:	lutro 830, Hainbuche atro 730
Kiefer:	IS atro pro rm: 290 bis 320 kg, waldfrisch: 500 kg (bei ca. 50 % Holzfeuchte)

2.3.2 Holzfeuchtigkeit

Der Wassergehalt des Holzes hat Einfluss auf:

Holzdichte (wegen Quellen und Schwinden, Rohdichte deshalb u = 12 %)

Holzgewicht (wegen Transportkosten, Gewichtsverkauf atro und lutro)

Heizwert

Festigkeitseigenschaften (1 % Wasseraufnahme = 3 bis 5 % Festigkeitseinbuße)

elektrische Eigenschaften

Dauerhaftigkeit

2.3.2.1 Feuchtigkeitsgehalte des Holzes

Der Feuchtigkeitsgehalt (Wassergehalt) des Holzes ist stark wechselnd, denn er ist

holzartenspezifisch

unterschiedlich von Baum zu Baum

und ändert sich nach der Fällung und Aufbereitung

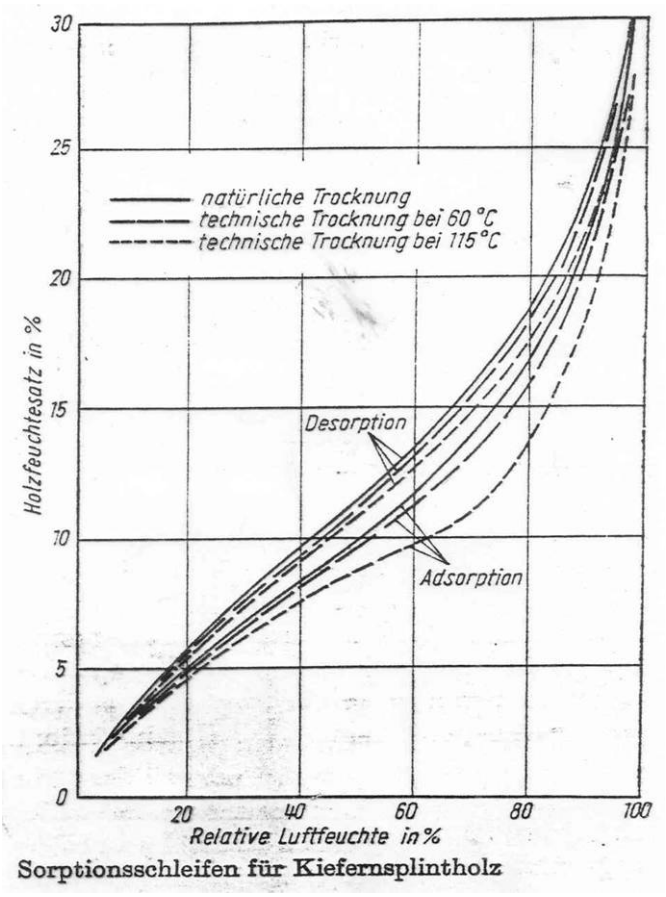
Die Holzfeuchte wird mit folgenden Formeln über drei Begriffe in der Literatur angeboten:

Feuchtigkeitsgehalt = Gewichtsunterschiede zwischen feuchter und trockener Holzprobe bezogen auf das Gewicht der trockenen Holzprobe nach $\mathbf{F_0 = (m_u - m_0)*100/m_0}$

Wassergehalt = Gewichtsunterschiede zwischen feuchter und trockener Holzprobe bezogen auf das Gewicht der feuchten Holzprobe nach $\mathbf{F_u = (m_u - m_0)*100/m_u}$

Trockengehalt = Quotient aus dem Gewicht der Trockensubstanz und Gesamtgewicht (incl. Wasser) in Prozent, also wird auch hier vor dem Trocknen und nach dem Trocknen gewogen und die Ergebnisse dividiert.

$T = m_0 * 100/m_u$



Quelle: AUTORENKOLLEKTIV, 1990[1]

Arten der Wasserbindung im Holz:

Als **freies Wasser** in den Kapillaren des Holzes (in Poren und Hohlräumen des Holzes): über 30 %

bei Pappel bis 220 % und bei Balsa bis 600 % möglich

Als **gebundenes Wasser** in den Zellwänden bis 30 %

Durch Adsorption an der Oberfläche **interfibrillärer** und **intercellulärer** Räume: 6 - 15%

über 30 % keine Volumenveränderung nur Gewichtsveränderung

Durch **Chemo-Sorption** als chemische Bindung an freien Hydroxylgruppen von Cellulose und Polyosemolekülen (molekulare Anziehungskräfte): 0 - 6%

Darrtrockenes Holz nimmt bis zur Fasersättigung begierig Wasser auf als gebundenes Wasser in den Zellwänden der Micelle und Fibrillen. Oberhalb der Fasersättigung verändert sich die Zellwand nicht mehr. Dieser Wert liegt zwischen 22 % und 35 % (durchschnittlich 30 %) Feuchtigkeitsgehalt. *Nur bis zu diesem Wert finden demzufolge Volumenveränderungen statt*. Wasseranteile darüber hinaus werden in Kapillaren eingelagert und führen zu keiner weiteren Volumenveränderung mehr, *lediglich das Gewicht des Holzes verändert sich weiterhin*.

Der Fasersättigungspunkt hängt vom hygroskopischen Verhalten der Zellwand ab, also von Lignin, Cellulose und Holzpolyosen. Es stellt sich ein hygroskopisches Gleichgewicht zwischen dem Wassergehalt der Luft und dem Wassergehalt des Holzes ein, z.B. 53 % rel. Luftfeuchte und 10 % Wassergehalt des Holzes bei x °C.

Außerdem gibt es folgende Begriffe zum Thema Wasser im Holz:

lutro = lufttrocken, 12 % bis 15 % Holzfeuchte, Wert ändert sich je nach Luftfeuchtigkeit

atro = absolut trocken (theoretisch nicht exakt, da sich ohne Zerstörung nicht sämtliches Wasser aus dem Holz eliminieren lässt) Zustand, der durch technische Trocknung erreicht wird, die solange dauert, bis sich die Masse der Prüfkörper nicht mehr verändert, in der Regel 12 Stunden bei 103°C ± 2°C, für wissenschaftliche Untersuchungen 24 Stunden

2.3.2.2 Möglichkeiten der Holzfeuchtemessung

Die Holzfeuchtemessung erfolgt generell im Stichprobeverfahren.

Darrmethode

Ermittlung des Frischgewichtes m_u

Ermittlung des Trockengewichtes nach dem Trocknen bis zur Gewichtskonstanz, in der Regel nach ca. 12 Stunden bei 103°C, m0

Elektrische Widerstandsmessung:

Vom atro-Zustand bis zum Fasersättigungszustand nimmt der elektrische Widerstand stark ab, temperaturabhängig, größte Messgenauigkeit liegt zwischen 6 % und 25 % Holzfeuchte, unter 6 % Holzfeuchte ist keine Messung möglich

Holzhygrometer im Bohrloch

Fühler wird in das Bohrloch eingebracht

Indikatorpapier

Papier färbt sich je nach Feuchtigkeit unterschiedlich

Messung der Dielektrizitätskonstante

über die unterschiedliche Ausbreitung des elektrischen Magnetfeldes, besonders bei Hackschnitzelschüttungen

Mechanische Trennung des freien Wassers

durch Zentrifugieren

über radioaktive Strahlen

bei Hackschnitzelschüttungen

indirekte Feuchtigkeitsmessungen über die Rohdichte

bei gleichmäßiger Darrdichte

Die Genauigkeit der Ermittlungen ist unterschiedlich, den kleinsten Fehlerrahmen hat die Darrmethode.

Holzfeuchte Meßgeräte

Protimeter Timbermaster
mit großer Digitalanzeige
Zur Schnellbestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes von ca. 150 Holzarten – entweder an der Oberfläche oder bis zu einer Tiefe von 37 mm mit Hilfe der Protimeter-Hammerelektrode, die als Zubehör lieferbar ist.
- Mißt den Feuchtegehalt in einem Bereich ab ca. 7 % Holzfeuchte bis Fasersättigung (die Fasersättigung ist, abhängig von der Holzart, bei ca. 30 % bis max. ca. 80 % Holzfeuchte erreicht)
- Mißt Temperatur im Bereich von –50 °C bis +100 °C mit Temperatursonde (Sonderzubehör)
- Temperaturausgleich für größte Meßgenauigkeit
- Stromversorgung: 9-V-Batterie
- Größe: 23 x 13 x 9 cm, Gewicht: 750 g

Nr. 86-202 **DM 769,00**

Protimeter Mini C
Automatischer Ein- und Ausschaltmechanismus beim Abheben der Schutzkappe.
- Feuchteanzeige über 20 Leuchtdioden, grün, gelb, rot mit Meßbereichserweiterung bis ca. zweimal Fasersättigung
- Anzeigebereich: 6–60 % Holzfeuchte
- Eingebauter Meßkopf wird durch Entfernung der Stifte in eine Sonde für empfindliche Furniere umgewandelt
- Anschlußbuchse für Meßkabel für schwer zugängliche Stellen und für die Hammerelektrode
- Automatischer Temperaturausgleich des Gerätes. Funktionskontrolle wird mitgeliefert
- Stromversorgung: 9-V-Batterie
- Größe: Taschenformat 16 x 6 x 5 cm, Gewicht: 230 g

Nr. 86-200 **DM 310,00**

Protimeter Hammerelektrode
Da die zwei Meßstifte einen isolierten Schaft haben, kann die Feuchtigkeit im Holz zerstörungsfrei, z. B. bis zu einer Tiefe von 37 mm, gemessen werden – unabhängig von der Oberflächenfeuchte.
Die Meßergebnisse sind aussagefähiger als der Darrtest, der nur den durchschnittlichen Feuchtegehalt angibt.
Anschluß an alle Protimetergeräte möglich.

Nr. 86-203 **DM 252,30**

Elektronisches Zweifach-Meßgerät HYDROMETTE HT 85 T
- **Holz- und Baufeuchtemesser mit LCD-Digitalanzeige,** Meßbereich 4–100 % Holzfeuchte bzw. 0–75 Digits/Anzeigeeinheiten, Vierfach-Holzsortenkorrektur, automatische Temperaturkompensation und Holzartentabelle.
- **Handlicher Schnellfeuchtemesser** für blitzschnelle Einzel- und Reihenmessungen. L 180 x B 115 x H 53 mm.
- **Direkte Ablesung** für große LCD-Digitalanzeige, Ablesegenauigkeit 0,1 % bzw. 0,1 Digit.
- **Vollautomatischer Geräteabgleich** – keine Justierung von Hand erforderlich.
- **Holzsorten-Umschaltung** zur automatischen Meßwertkorrektur von **über 300 Holzarten.**
- **Automatische Temperaturkompensation** bei der Holzfeuchte-Messung (–10 °C bis +90 °C).
- **Stromversorgung** über eine **9-V-Blockbatterie** (internat. Bez. IEC 6 F 22) oder über aufladbaren **Ni-Cd-Akku.**
- **Anschlußbuchsen für externe Elektroden** zur Feuchtemessung und externe Temperaturfühler.
- Gewicht mit Zubehör 1450 g

Nr. 86-960 **DM 986,00**

Quelle: Werbung

Eine Veränderung der Holzfeuchtigkeit findet während der Lagerung in 3 Phasen statt:

waldfrisch: Holz nach dem Einschlag

waldtrocken: unbestimmter Zustand zwischen waldfrisch und lufttrocken

lufttrocken: nach mehrjähriger Trocknung wird ein Zustand des hygroskopischen Gleichgewichtes mit der Luft erreicht

2.3.2.3 Quellen und Schwinden des Holzes

Quellung: Einlagerung von Wasser in die Zellwandsubstanz (Micelle und Fibrillen rücken auseinander)

Schwindung: Entweichen dieses dort eingelagerten Wassers

Schwindmaße sind je nach Schnittrichtung unterschiedlich im Verhältnis

	Längsschwindmaß	Radialschwindmaß	Tangentialschwindmaß
	1	10	20
Kiefer	0,4 %	4 %	8,1 %

Quellen und Schwinden bedeutet nicht nur eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Holzkörpers (Raumänderungsmaß) an sich, sondern auch eine Veränderung der Form (Verwerfung) aufgrund unterschiedlicher Schwindmaße in den 3 Schnittrichtungen.

Die Ursache der unterschiedlichen Schwindmaße ist in der unterschiedlichen Anzahl der Zellwände pro Längeneinheit in verschiedenen Richtungen und in der Anordnung der Markstrahlen zu sehen. Dabei *quillt Spätholz mehr* als Frühholz, weil Spätholz stärkere Zellwände hat.

Die Aufnahme oder Abgabe von Feuchtigkeit aus der Luft beim Quellen und Schwinden sind nicht schlechthin gleiche Vorgänge in umgekehrter Richtung, sondern auch mit anderen Werten verbunden. Dieser Umstand wird als hygroskopische Hysterese bezeichnet.

Die Vorgänge beim Einstellen der Feuchtegleichgewichte im Holz mit der umgebenden Luft bewirken bei Erreichen des Wertes von darunter liegenden Ausgangsfeuchten eine niedrigere Sorptionsmasse als bei darüber liegenden.

128 *Physikalische Eigenschaften des Holzes*

Tabelle 20. Schwindmaße einiger Wirtschaftsbaumarten

(Nach W. KNIGGE 1958, 1959, 1960, H. SCHULZ 1954, 1960, L. VORREITER 1949)

Baumart	Schwindmaße (in %)			
	β_l	β_r	β_t	β_v
Strobe	0,2	2,3	6,0	8,5
Küstentanne	0,2	3,3	7,0	10,4
Pappel	0,3	4,9	8,1	13,4
Fichte	0,2	3,7	7,9	11,8
Kiefer	0,4	4,0	8,1	12,5
Douglasie	0,4	4,2	7,0	11,6
Lärche	0,3	3,3	7,8	11,4
Linde	0,3	5,6	9,3	15,2
Eiche	0,4	4,6	8,9	13,9
Buche	0,4	5,5	11,4	17,3
Hainbuche	0,5	6,8	11,5	18,8
Buchsbaum	0,7	11,0	15,0	26,7

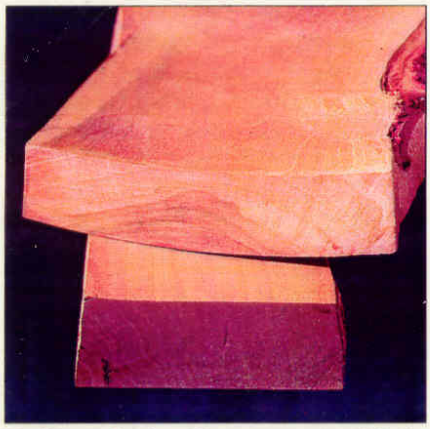
Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

Anisotropie ist die Verschiedenartigkeit der Holzeigenschaften (nicht nur der Quellung) in den unterschiedlichen Schnittrichtungen. Isotrop ist ein gleichförmiger und homogener Rohstoff, z.B. Glas. Bei Holz wird mitunter auch von Orthotropie als eingeschränkte Anisotropie gesprochen, da sich die Unterschiede des Holzes nur in den 3 verschiedenen Schnittrichtungen zeigen. **Orthotropie** hat Bedeutung z.B. bei Verwerfung, Rissbildung, Quellung, Schwindung, bei Übermaßberechnungen von Frischholzzuschnitten (Rohfriesenherstellung).

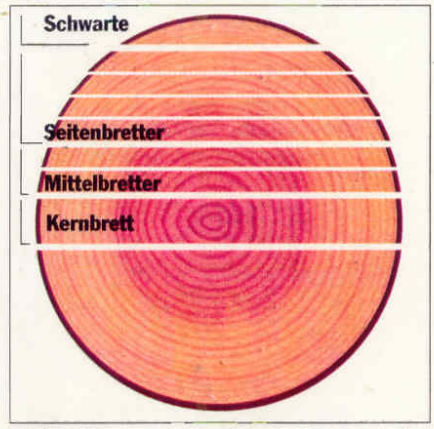
Beispiele für Formveränderungen:

Fotos: René Lauert; Zeichnungen: Hugo Lobeck

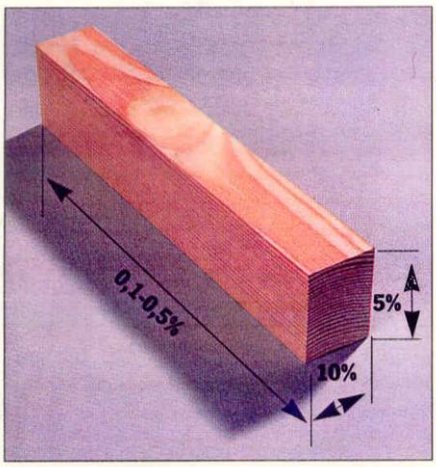
Der im ganzen getrocknete Stammabschnitt ist bis ins Mark eingerissen. Die äußere Zone ist stärker geschrumpft als das verkernte Holz im Inneren des Stammes.



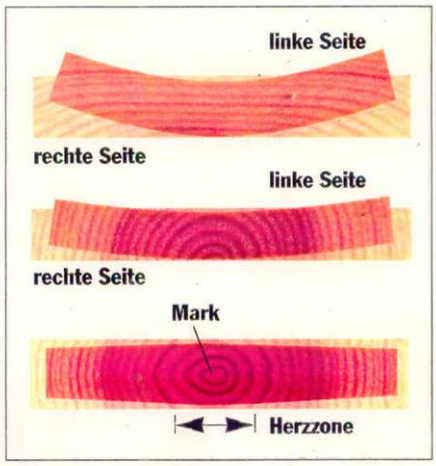
Zur Kernseite des Stammes rundet sich die „rechte" Seite des Brettes. Die Gegenseite, die als „linke" Seite bezeichnet wird, wölbt sich nach innen, sie „schüsselt".



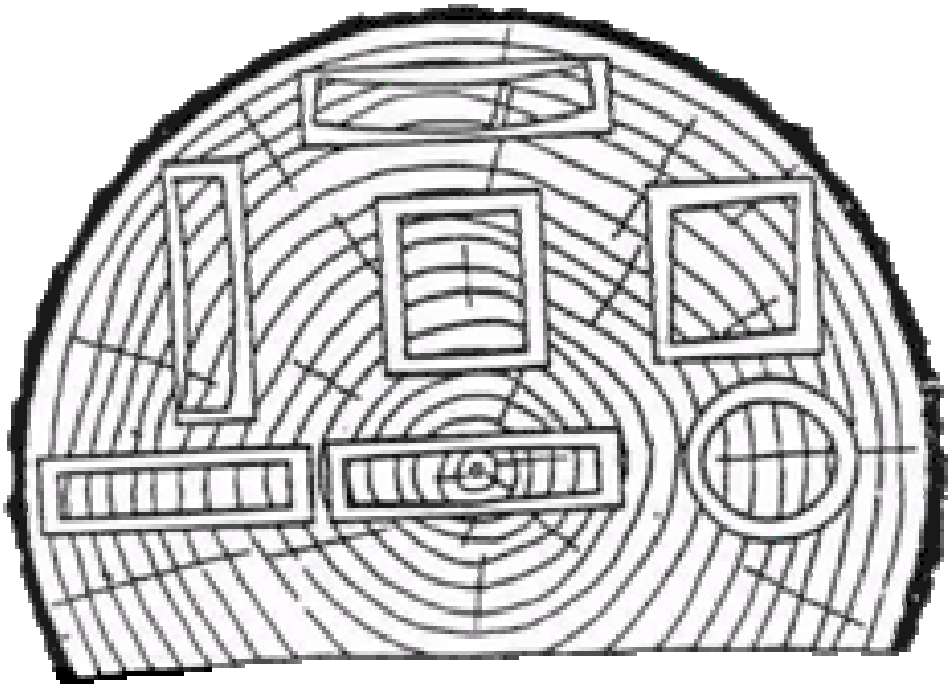
Die Verformung findet in allen Brettern des Stammes unterschiedlich stark statt. Der hier gezeigte Stamm wurde im Scharfschnitt Schicht für Schicht aufgetrennt.



Holz schwindet in den drei Schnittrichtungen unterschiedlich stark. Die angegebenen Prozentwerte gelten von der Fasersätti-

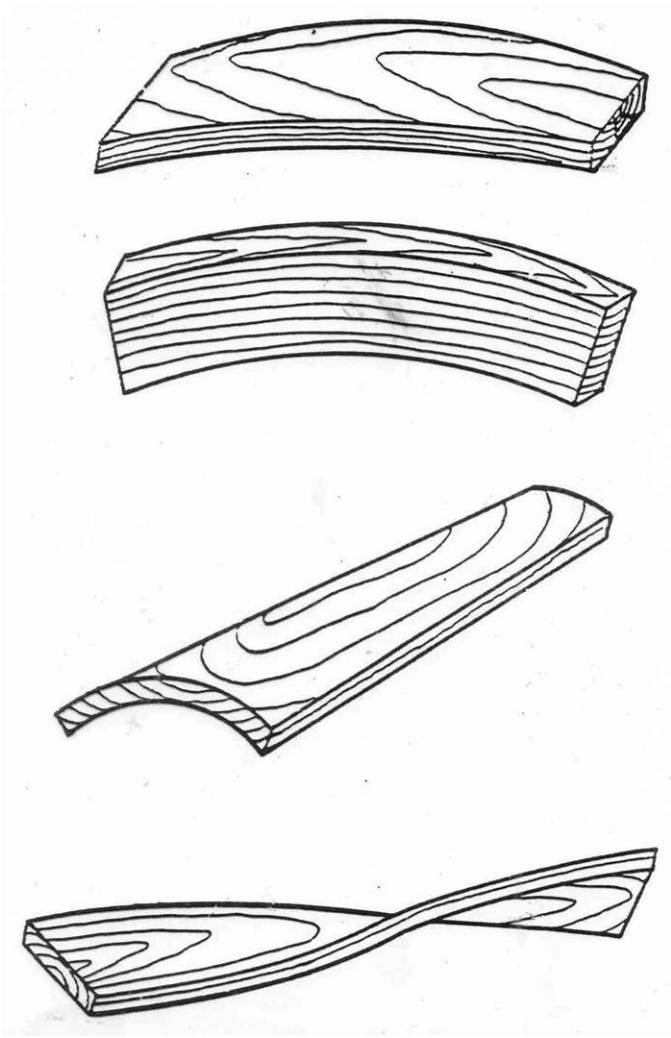


Das Herzbrett (unten) mit stehenden Jahresringen bleibt gerade, Mittelbretter (Mitte) wölben sich leicht zur linken Seite,



Quelle:

http://www.bs-cham.de/Fachbereiche/Bautechnik/astwuem/2004_2005/10bb/10bbdi3.gif



2.3.3 Mechanische Eigenschaften

2.3.3.1 Elastizität

Elastizität ist die Fähigkeit eines Körpers, eine durch Belastung hervorgerufene Verformung nach Wegfall der Belastung wieder rückgängig zu machen. Der **Elastizitätsmodul** ist ein reziproker Wert und gibt an, welche Spannung nötig ist, um einen Prüfkörper in seiner Länge zu verdoppeln. Es gibt Biege-, Druck- und Zug-E-Modul. Am häufigsten wird der Biege-E-Modul berechnet, dessen Werte für einheimische Hölzer zwischen 7000 und 16000 N/mm² liegen. Ein hoher Wert steht also für wenig Elastizität und ein niedriger Wert für hohe Elastizität.

→ Stahl 200000 →Kautschuk 1

Eigenschaften nach DIN 68 364.
Die mittleren Kennwerte für den Elastizitätsmodul und die Bruchfestigkeiten gelten für fehlerfrei gewachsene Holzproben und eine Holzfeuchtigkeit von u = 12%

	Kiefer	Fichte
mittlere Rohdichte bei u = 15% Holzfeuchte g/cm³	0,52	0,47
Elastizitätsmodul aus Biegeversuchen N/mm²	11000	10000
Druckfestigkeit N/mm²	45	40
Zugfestigkeit N/mm²	100	80
Biegefestigkeit N/mm²	80	68
Scherfestigkeit N/mm²	10	7,5
Schwindmaß ß (%) vom frischen bis zum gedarrten Zustand bezogen auf die Abmessungen im frischen Zustand		
Längs (ß)	0,4	0,3
Radial (ß)	4,0	3,6
Tangential (ß)	7,7	7,8
Volumen (ß)	12,4	12,0
Prozentuales Quelmaß je 1% Holzfeuchtigkeitsänderung		
(= differentielle Quellung q) radial	0,19	0,19
tangential	0,36	0,36
Quellungsanisotropie Aq	1,9	1,9

2.3.3.2 Festigkeit

Festigkeit wird durch die mechanische Beanspruchung des Holzes gekennzeichnet, die eine Spannung hervorruft, welche die Zerstörung des Holzes zu Folge hat. Die Festigkeit hängt von der Dauer der Belastung, von der Richtung zum Holzschnitt, von der Temperatur, von der Holzfeuchte, von der Rohdichte und von der Holzart ab.

Zugfestigkeit = längs, Kraft parallel zur Faserrichtung, Größenordnung von 100 N/mm², auch Querzugfestigkeit

Reißlänge = gedachte Länge eines Materialstranges einheitlichen Querschnittes, der durch sein Eigengewicht abreißt, z. B. bei Papier 8 km, Holz 15-30 km, Baustahl 5 km, ist eine Interpretation, bei der die Längszugfestigkeit ins Verhältnis zum Gewicht des Prüfkörpers gesetzt wird

Spaltfestigkeit = von Bedeutung zur Zeit der Schindelherstellung

sehr leicht spaltbar: Fichte, Tanne

leicht spaltbar: Buche, Kiefer

schwer spaltbar : Eiche, Esche

sehr schwer spaltbar: Ulme, HBuche

Druckfestigkeit = Widerstand des Holzes gegen Zerstörung des Holzes durch Druck quer bzw. parallel zur Faserrichtung

Kennwerte von Holzarten
Festigkeit, Elastizität, Resistenz

Holzart	Rohdichte g/cm3	Bruchfestigkeit Fichte = 100	Elastizität Fichte = 100	Resister
Fichte	0,47	100	100	4
Tanne	0,47	100	100	4
Kiefer	0,52	120	110	3,5
Lärche	0,59	130	120	3
Sipo	0,55	142	110	2
Iroko	0,63	122	130	1,5
Birke	0,65	168	140	5
Eiche	0,67	137	130	2
Buche	0,69	166	140	5
Esche	0,69	152	130	5
Teak	0,69	145	130	1
Meranti	0,71	172	145	2,5
Robinie	0,73	181	135	1
Afzelia	0,79	162	135	1
Greenheart	1,00	263	220	1
Azobe	1,06	240	170	2

Quelle: DIN 68 364
Eigene Berechnungen

Resistenz-klasse	Eigenschaften des ungesch. Kernholzes bei Feuchtigkeit oder Erdkontakt
1	sehr resistent
1 bis 2	sehr resistent bis resistent
2	resistent
2 bis 3	resistent bis mäßig resistent
3	mäßig resistent
3 bis 4	mäßig resistent bis wenig resistent
4	wenig resistent
5	nicht resistent

Knickfestigkeit = bei Hölzern, die mehr als 5,5mal länger als breit sind, auch als Längsdruckfestigkeit bezeichnet, von Bedeutung bei Grubenholz (Warnfähigkeit = Knistern des Holzes bei Erreichen von 70 % der Bruchgrenze)

Fi, Lä, Ki, Ro, Ei, nicht Strobe

Biegefestigkeit = bei einheimischen Hölzern 60 bis 130 N/mm², ist eine Kombination aus Zug- und Druckfestigkeit, demzufolge geht nicht nur die durch die

Kraft belastete Fläche des Querschnittes in die Gleichung ein, sondern auch Höhe (h^2), Breite (b) und Stützweite (l)

Scherfestigkeit

Torsionsfestigkeit

Dehnungsmessung mit Dehnungsstreifen und Widerstandsmessung

2.3.3.3 Härte und Abnutzungswiderstand

Härte nach BRINELL oder JANKA wird durch Eindrücken einer Stahlkugel bestimmten Durchmessers ermittelt. Es wird entweder die Tiefe (bei BRINELL) des Kugelabdruckes (der so genannten Kalotte) bei gleichem Kraftaufwand oder der entgegengebrachte Widerstand (bei JANKA, bei gleicher Tiefe) gemessen. Außerdem gibt es für Holz noch die Härte nach KRIPPEL, sie wird wie oben, aber mit einer größeren Stahlkugel und anschließender Umrechnung auf BRINELL-Härte, bestimmt. Auch eine Härtebestimmung nach MEYER-WEGELIN mit Stahlnadel als Härtetaster ist möglich.

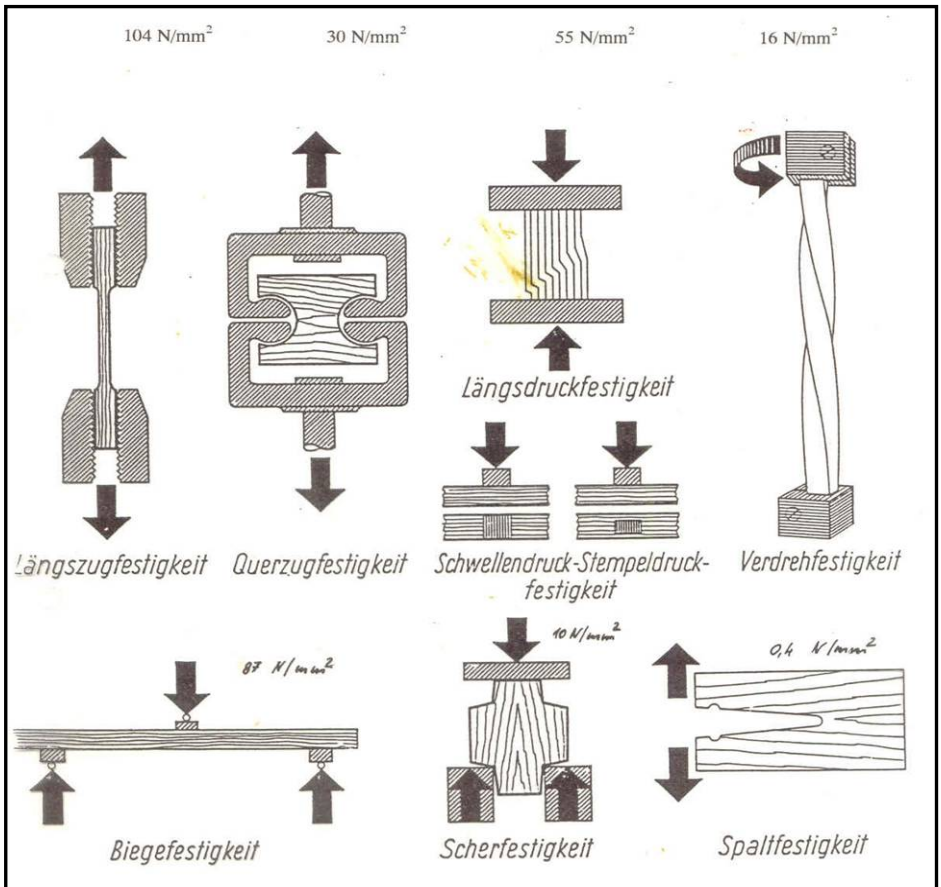


Abb. 54. Schematische Darstellung der Prüftechnik sowie der Prüfkörperformen zur Ermittlung der verschiedenen statischen Festigkeiten im Rahmen der Holzwerkstoffprüfung

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

Beispiele für weiche und harte Holzarten in Mpa:

unter 40: Bi, Pa, Li, Wei, Erl

40-55: Nussbaum

55-70: Ahorn, Eiche, Esche, Rüster

70-90: Hainbuche, Robinie

Abnutzungswiderstand = Beanspruchung des Holzes durch Begehen, Befahren oder Schleifen (Scherfestigkeit)

2.3.4 Thermische Eigenschaften des Holzes

Wärmeleitfähigkeit wird ausgedrückt durch die Wärmemenge, die durch einen Würfel mit 1m Kantenlänge also einem Volumen von 1 m³ in 1 Stunde bei einem Temperaturunterschied von 1 Grad hindurchgeht. Die Wärmeleitfähigkeit ist von Rohdichte, bedingt durch mehr oder weniger porigen Aufbau des Holzes, sowie Feuchte, Temperatur und Richtung des Wärmestromes abhängig.

Holz 0,42 kJ

Wasser 17 kJ

Eisen 1400 kJ

Spezifische Wärme ist diejenige Wärmemenge, die nötig ist um 1 kg um 1 Grad zu erwärmen.

Holz 1670 kJ/kg

Eisen 420 kJ/kg

Die **Wärmeausdehnung** von Holz ist gering. Sie ist nur wichtig bei Temperaturen unter 0°C, da sie sonst von der Quellung überlagert wird.

Feuerwiderstand ist wichtig für Feuerwiderstandsklassen und bei der Plattenherstellung.

F 30 feuerhemmend

F 60/90 feuerbeständig

Es wird der Feuerwiderstand von Bauteilen gegenüber Feuer und Wärme in Minuten in 5 Feuerwiderstandsklassen angegeben. Je nach Funktion und Querschnitt der Bauteile kommen unterschiedliche Werte zustande. Generell positiv zu bewerten ist die geringe thermische Längenausdehnung des Holzes, dadurch werden im Brandfall Zwangskräfte auf benachbarte Bauteile vermieden (siehe Informationsdienst Holz, „Wohngesundheit im Holzbau“ 3/98, S. 22, WESCHE) „Brandschutz“: „Ein weiterer Vorteil ist der Erhalt der vollen Tragfähigkeit im unverbrannten Kern z.B. von Stützen und Trägern aus Holz. Dies senkt das Risiko bei der Rettung und Brandbekämpfung“).

Entflammbarkeit sagt aus, bei welcher Umgebungstemperatur Holz sich ohne offene Flamme entzündet oder wieweit Holz erhitzt werden kann bis eine offene Flamme entsteht. Eine offene Flamme entsteht bei ca. 250°C.

Heizwert von Holz beträgt 13000 bis 19000 kJ/kg

Briketts 20000

Heizöl 42000

Der **Heizwert** von Holz ist von seinem Wassergehalt abhängig, z.B. beträgt er für Fichte bei 15 % Feuchtigkeit 4,3 kWh/kg

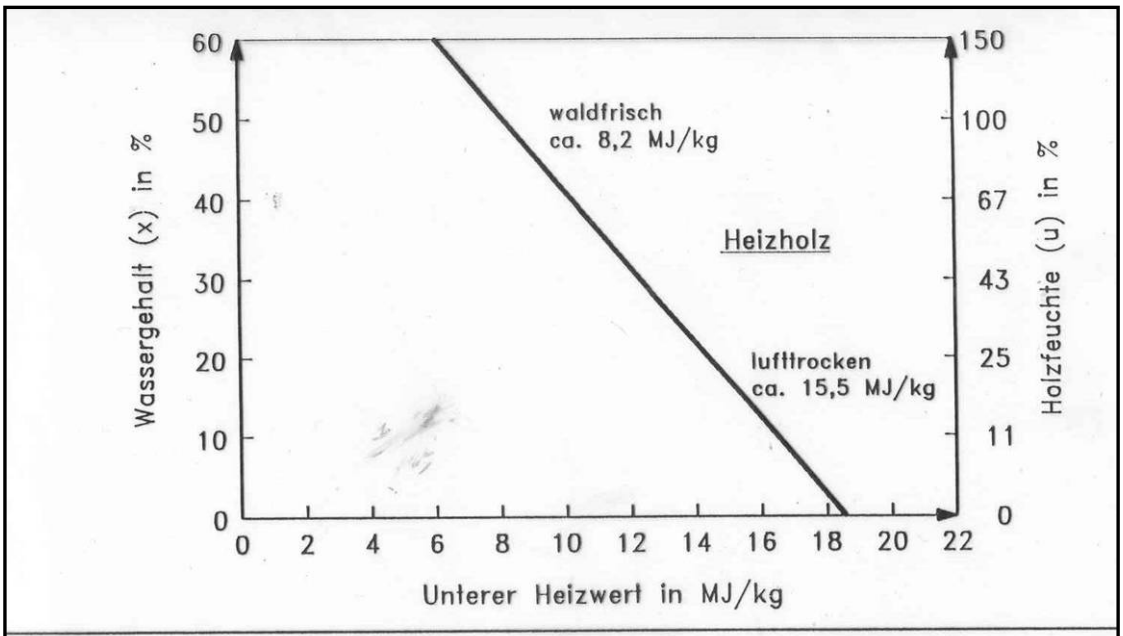


Abbildung 4: Heizwert des Holzes in Abhängigkeit vom Wassergehalt bzw. von der Holzfeuchte

Beispiel Kiefer:

Kiefer

Atrogewicht: 510 kg/fm

Wassergehalt	Unterer Heizwert	Festmeter		Ster 1 Ster = 0,7 fm		Schüttkubikmeter 1 fm = 2,5 Sm³	
%	kWh/kg	kg	kWh	kg	kWh	kg	kWh
15	4,329	600	2596	420	1817	240	1039
20	4,035	638	2572	446	1801	255	1029
25	3,74	680	2543	476	1780	272	1017
30	3,446	729	2511	510	1758	292	1005
35	3,151	784	2472	549	1730	314	989
40	2,856	850	2428	595	1700	340	971
45	2,562	927	2375	649	1663	371	950
50	2,267	1020	2312	714	1619	408	925
55	1,973	1132	2234	793	1564	453	894
60	1,678	1275	2139	893	1498	510	856

2.3.5 Elektrische, magnetische und akustische Eigenschaften

Darrtrocken ist Holz ein ausgezeichneter Isolator. Die Dielektrizitätskonstante als Maß für die elektrische Flussdichte und für die elektrische Feldstärke beträgt für

→ Luft 1 → Holz 3 → Wasser 81

Die besten Isolatoren haben die kleinsten Werte.

Holz ist ein diamagnetischer Körper, also von unbedeutender Magnetisierbarkeit.

Schallgeschwindigkeit für Holz 1000 bis 5000 m/s (→ Luft 330 m/s)

Sie ist unterschiedlich je nach Schnittrichtung und Feuchte des Holzes

Schallwiderstand, Widerstand gegen Schallausbreitung

Bedeutung bei Resonanzböden für Musikinstrumente

Beispiele für ausgewählte holzphysikalische Parameter:

Nr.	Begriff	Definition	Werte	Dimension
1	Reindichte	Masse pro Festsubstanz ohne Poren u=0%	1,5	g/cm^3
2	Rohdichte	Masse pro Volumen u=15%	0,52	g/cm^3 Ki
3	Darrdichte	Masse pro Volumen u=0%	0,49	g/cm^3 Ki
4	Raumdichte	Masse ohne Wasser pro Volumen mit Wasser	430	kg/m^3 Ki
5	Feuchtigkeitsgehalt	Gewichtsdifferenz bezogen auf trockene Holzprobe (auch Holzfeuchtigkeit)	12-40	%
6	Wassergehalt	bezogen auf feuchte Holzprobe		
7	Trockengehalt	Quotient aus Masse der Trockensubstanz und Gesamtgewicht		
8	E-Modul	Spannung, um einen Prüfkörper in Länge zu verdoppeln	7000 - 16000	N/mm^2
9	Reißlänge	gedachte Länge eines Materialstranges einheitlichen Querschnittes, der durch sein Eigengewicht abreißt	15-30	km
10	Zugfestigkeit	Kraft parallel zur Faserrichtung (längs)	104	N/mm^2
11	Spaltfestigkeit	tangential oder radial	0,4	N/mm^2
12	Druckfestigkeit	quer	8	N/mm^2
13	Knickfestigkeit	längs	55	N/mm^2

14	Biegefestigkeit	Durchbiegung	87	N/mm^2
15	Scherfestigkeit	auf der Oberfläche	10	N/mm^2
16	Torsionsfestigkeit	Verdrehung	16	N/mm^2
17	Härte	Kugeldruck, Kalotte	30	Mpa = N/mm^2
18	Wärmeleitfähigkeit	Wärmemenge, die durch einen Würfel von 1 m^3 bei einem Temperaturunterschied von 1 °C in 1 Stunde hindurchgeht	0,42	kJ = 0,14 kcal/mh°
19	Feuerwiderstandskl.	F 30, F 60, F90	30; 60; oder 90	min
20	Heizwert		15000	kJ/kg = 5000 kcal/kg
21	Spezifische Wärme	Wärmemenge, um 1 kg um 1 °C zu erwärmen	1670	kJ/kg
22	Dielektrizitätskonst.	Maß für elektrische Flussdichte	3	
23	Schallgeschwindigk.	Ausbreitung des Schalls im Holz	1000	m/s
24	Schwindmaße	Kiefer: längs radial tangential	0,4 4,0 7,7	% % %
25	Entflammbarkeit	Erhitzen bis offene Flamme ausbricht	ca. 250	°C
26	Holzgewichte	1 rm IS Ki frisch bei ca. 50 % Holzfeuchte 1 rm IS Ki atro 1 m^3 Sägeholz Buche frisch	ca. 500 ca. 300 ca. 1070	Kg

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H. 1966[6]

Baumart	Darrdichte	Stat. E-Modul aus Biegevers.	Zugfestigkeit Längs ∥	Zugfestigkeit Quer ⊥	Druckfestigkeit Längs ∥	Druckfestigkeit Quer ⊥	Biegefestigkeit ⊥	Scherfestigkeit ∥	Torsionsfestigkeit ∥	Spaltfestigkeit ∥ t	Spaltfestigkeit ∥ r	Wechselbiegefestigkeit ⊥	Bruchschlagarbeit	Härte n. JANKA
	g/cm³	kp/cm²	kp/cm²										mkp/cm²	kp/cm²
Balsa	0,13	26000		10	94		190	11		0,4			0,22	80
Abachi	0,35			12	270		550						0,46	
Strobe	0,37	90000	800	21	340	32	540	60	150				0,38	230
Küstentanne	0,37		640		361		802						0,43	
Tanne	0,40	110000	840	23	400		620	50	135	3,6	2,7		0,42	340
Okoumé	0,42	30000	660		400		960			2,3			0,21	284
Fichte	0,42	110000	900	27	430	58	780	67	90	3,4	2,5	200	0,46	270
Pappel	0,43	82000	670		338		600	50		7,4	5,1		0,36	320
Sitkafichte	0,46	110000	780	26	390	42	630	74	150			190	0,35	350
Douglasie	0,47	126000	815		460	62	903	80	150	2,8		315	0,53	320
Kiefer	0,49	120000	1040	30	550	77	870	100	160	3,7	3,6	230	0,40	300
Linde	0,50	74000	850	86	440	18	900	45	150	12,1	7,3		0,50	300
Erle	0,50	77000	940	20	470	65	850	45			3,6		0,50	440
Roßkastanie	0,51	53600	810		380		635		170	8,1	6,5		0,35	350
Limba	0,52	94000	1120	20	540	90	1060	75	210	6,6	4,5		0,35	430
Weide	0,52	72000	640		340	35	370	70		7,1	5,7		0,70	330
Lärche	0,55	138000	1070	23	550	75	960	90	130		3,4		0,60	380
Echtes Mahagoni	0,55	135000		25	500	70	650	104					0,53	700
Castanea	0,56	90000	1350		500		770	80	115	5,1	4,7		0,57	420
Platane	0,57	105000		53	460	65	700	100					0,70	520
Kirsche	0,57				450		850							510
Ahorn	0,59	94000	820		490	150	950	90	260	16,0	10,0		0,65	670
Birke	0,60	165000	1370	70	510	110	1250	120	200		5,2	350	0,85	490
Walnuß	0,64	125000	1000	35	580	120	1190	70	300	9,1	5,7	420	0,95	720
Ulme	0,64	110000	800	40	470	100	720	70		7,4	6,0		0,60	640
Eibe	0,64				580									650
Teak	0,64	134000	1200	90	580	110	1200	90		3,5			0,50	450
Eiche	0,64	123000	900	40	600	110	940	110	200	5,3	4,8		0,60	670
Esche	0,65	134000	1650	70	520	110	1200	128	190	7,3	4,7	360	0,68	760
Roteiche	0,66	133000	1638	56	612	86	1300	133	207	5,9	4,8	310	1,28	720
Rotbuche	0,66	160000	1350	70	620	90	1050	80	150	3,5	4,5		1,00	730
Sapeli	0,67				580	95	920							425
Birne	0,70	80000			460		750		230	14,2	8,2		0,31	790
Apfel	0,70				490									720
Robinie	0,73	113000	1360	88	719	190	1360	128	250		6,2	425	1,35	870
Zwetsche	0,76				560									870
Makoré	0,78			37	570		1300						0,95	620
Hainbuche	0,79	162000	1350	245	660	120	[illegible]	85	[illegible]	15,0	6,2		0,92	800
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	45	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]			[illegible]	[illegible]

2.4 Holzfehler, ihre Ursache, Diagnose und Wirkung

Was ist ein Holzfehler, was ist fehlerfrei, was ist fehlerhaft? Die Beantwortung dieser Frage ist problematisch, weil gewisse negative Veränderungen der Holzeigenschaften auch häufig nur bestimmte Verwendungen beeinflussen. Es steht auch die Frage, was ist normal und was anormal? Gesunde Äste z. B. gehören zum Baum und sind normal. In diesen Fällen spricht man heute von Wuchsmerkmalen. Sie beeinträchtigen trotzdem die spätere Verwendung und werden bei bestimmter Größe und Anzahl als Fehler angesehen. Aus diesem Grunde unterscheidet ERTELD in technische Eigenschaften des Holzes wie Krümmung, Abholzigkeit, Querschnittsausbildung, Astigkeit, Drehwuchs und in Fehler des Holzes wie Jahrringaufbau, Fehlverkernung, Farbfehler, biotische Schädigungen. Eine andere Einteilung der Fehler erfolgt nach Wuchsfehlern, Klimaschädigungen, technische Schädigungen und Schäden durch Organismen. Im Folgenden werden Holzfehler eingeteilt nach Fehlern

in der Stammform

in der Beschaffenheit des Holzes

durch Beschädigungen und Erkrankungen (z.B. Insekten, Pflanzen und Witterung)

Kursiv gedruckt sind im folgenden Fachbegriffe, normal gedruckt sind Texte aus, Kommentar zu „Rohholzaushaltung Rohholzverkauf“‘, und fett gedruckt sind erklärende Ergänzungen.

2.4.1 Fehler in der Stammform

2.4.1.1 Krummschäftigkeit

(85) ***Krümmung*** ist die Abweichung der Stammachse von der Geraden. Bezüglich der Geradschaftigkeit bzw. Krümmung gibt es die Begriffe zweischnürig, einschnürig und unschnürig. **Der Grad der Krümmung könnte am stehenden Stamm gemessen werden, indem der Abstand eines Senklotes zum inneren Krümmungsbogen gemessen wird. Daher kommen auch die drei genannten Begriffe.**

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

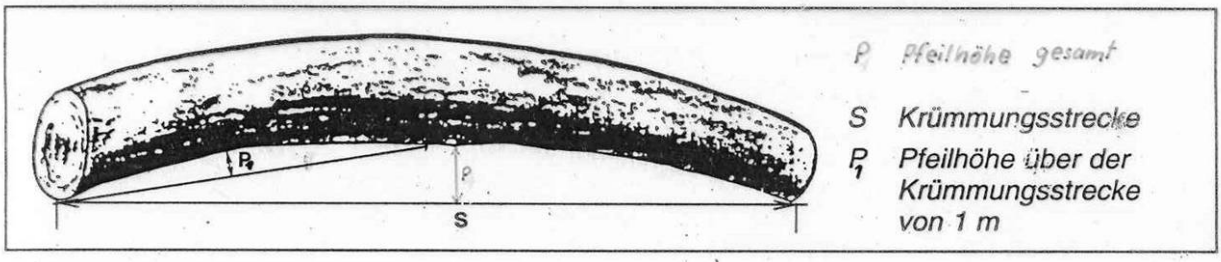
Zweischnürig ist ein Stamm, wenn er gerade ist bzw. sich seine Mantelfläche nahezu parallel zur Stammachse befindet.

(86) ***Einschnürig*** ist ein Stamm, wenn sich eine oder mehrere Krümmungen nur in einer Ebene befinden. Die Homogenität der Krümmung ist für die Einschnürigkeit kein Entscheidungskriterium.

Unschnürig ist ein Stammstück dann, wenn Krümmungen in mindestens zwei Ebenen vorhanden sind. Dabei ist zu beachten, dass es zumutbar ist, ein Langholzstück in Teilstücke von 4 m zu zerlegen und die Beurteilung der Unschnürigkeit auf eben diese Länge von 4 m begrenzt werden muss. Nach einer Strecke von 4 m kann also eine weitere einschnürige Krümmung in einer anderen Ebene beginnen, ohne dass der ganze Stamm als unschnürig gilt.

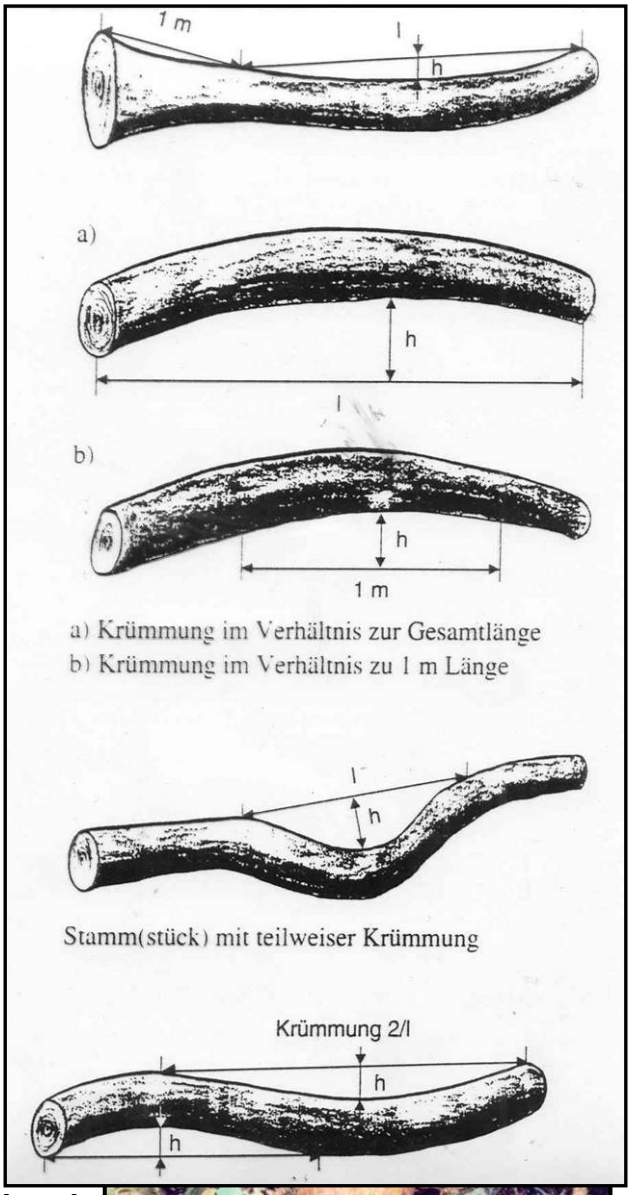
Die Krümmung wird bestimmt, indem man die Pfeilhöhe über einer Sehne von 1 m misst. Die Pfeilhöhe ist der maximale Abstand zwischen dem Stamm und der Sehne, welche die Krümmung schneidet. Die zulässige Krümmung wird in cm/lfm angegeben. Sie sollte aus mehreren Gründen auch auf dieser Längeneinheit gemessen werden, nicht wie auf S. 26 der HKS demonstriert, auf der gesamten Krümmungslänge.

Quelle: FROMMHOLD, H.



In der ENV wird ausgesagt, dass die Krümmung ermittelt wird, indem die Pfeilhöhe über der gesamten Krümmung gemessen wird & durch die Länge der Krümmungsstrecke geteilt wird. Dieses Vorgehen führt bei unterschiedlich langen Strecken-abschnitten trotz gleicher Krüm-mungsradien zu unterschiedlichen Pfeilhöhen pro laufenden Meter, weil mathematisch am Kreisbogen nicht die Gleichung: Krümmung [cm/lfm] gleich Pfeilhöhe [cm] durch Streckenabschnitt der Krümmungs-länge [m] gilt. Stattdessen gilt näherungsweise für große Krümmungsradien (über 8 m), für Krümmungsstrecken bis 4 m und für homogene Krümmungen die Beziehung:

$$P_1 \approx \frac{P}{S^2}$$



Deshalb und aus folgenden Gründen sollte die Pfeilhöhe über einer Sehne von 1 m Länge gemessen werden. Erstens ist es höchst unpraktisch, im Wald auf Bezugsstrecken von 2 m, 3 m oder 4 m die Pfeilhöhe zu messen, weil dafür eine entsprechende Meßlatte fehlt oder mit Schnur bzw. Messband Zweimannarbeit erforderlich ist und sich dabei Messfehler ergeben können. Zweitens ist eine Rückrechnung der Pfeilhöhe (P) von einer längeren

Quelle: o.V. , 1994[8]

Bezugsstrecke (S) auf die wahre Pfeilhöhe eines laufenden Meters (P1) nicht über die einfache Division durch die Bezugsstrecke (S) möglich (Abb.1), sondern nach der o. g. näherungsweisen Gleichung als Krümmung am Kreisbogen zu vollziehen. Drittens sind Krümmungen am Stamm in der Regel inhomogen, so dass bei langen Bezugsstrecken nur ein Mittelwert errechnet wird. Grundsatz bei der Messung und Bewertung von Holzfehlern ist es aber, den Fehler an der für den Bearbeiter ungünstigsten Stelle zu messen bzw. zu bewerten. Als maximal messbare Krümmungslänge kommt nur eine Länge bis zu 4 m in Frage, weil dem Sägewerker zuzumuten ist, an dieser Stelle den Stamm in Blöcke zu teilen und somit die negative Wirkung der Krümmung zu vermindern.

Zweifellos ist aber z.B. eine einmalige kurze Krümmung von 4 cm auf 1 lfm für den Sägewerker weniger hinderlich, als eine Krümmung von 4 cm, die sich auf jedem Meter der 4 lfm kontinuierlich fortsetzt, denn in diesem Fall läuft das Sägeholzstück am Zopfende 16 cm aus der Mitte und damit aus dem Gatter. Aus diesem Grunde sind Krümmungen gleicher Größe auf langen Strecken ungünstiger zu bewerten als auf kurzen Strecken. Die nachteilige Auswirkung der Krümmung beim Einschneiden hängt neben der Länge auch vom Durchmesser des jeweiligen Stammstückes ab. Je schwächer das Stück ist, umso ungünstiger wirkt sich die Krümmung auf die Einschnittquote aus. In der HKS ist dieser Umstand nur bei Kiefer in der Güteklasse B extra zahlenmäßig berücksichtigt.

Foto: FROMMHOLD, H.

Bei der Messung der Krümmung sind Wurzelanläufe nicht einzubeziehen. Es ist üblich, in solchen Fällen mit der Messung 1 m oberhalb des Fällschnittes zu beginnen.

Eine besondere Form der Krümmung ist der Knick = kurze scharfe Krümmung = plötzliche Richtungsänderung des Längenwachstums des Baumes, verursacht durch biotische oder technische Schädigungen, wie z. B. Posthornwuchs bei Kiefer durch den Kiefernknospentriebwickler oder durch Windbruch. Dabei wird ein Seitentrieb nach einiger Zeit zum Wipfeltrieb, auch als Bajonettwuchs bezeichnet. Kurze scharfe Krümmungen sind bei Stammholz nicht erlaubt.

Quelle: http://www.ento.psu.edu/extension/factsheets/images/EuPineShtPost.gif

(87) Wegen einer *kurzen starken Krümmung* sollte ein Stammholzstück nicht gänzlich in die nächst niedrigere Güteklasse eingestuft werden. Stattdessen wird empfohlen, das entsprechende Längenmaß der Krümmung herauszurechnen und demzufolge nicht in Rechnung zu stellen. Unter kurz sind dabei Krümmungen zu verstehen, die sich auf einer Strecke bis zu einem Meter ausdehnen. Vorausgesetzt wird dabei, dass sich vor und hinter der kurzen starken Krümmung jeweils ein mindestens 3 m langes Stammstück befindet. Als stark sind Krümmungen dann zu bezeichnen, wenn sie die zugelassenen Pfeilhöhen der Güteklasse B überschreiten.

Eine ansonsten zugelassene Krümmung sollte am Zopfende eines Langholzes auf einer Länge bis zu 3 m als so genannter „Lämmerschwanz“ nicht vorhanden sein, weil der Sägewerker hier keine Variationsmöglichkeiten für seinen Sägeblock hat.

Durch nennenswerte Unschnürigkeit wird Stammholz nicht mehr sägefähig. Auch einschnürige Krümmungen bestimmter Beträge schließen bei Stammholz

definierte Güteklassen aus und führen dazu, dass dieses Holz nicht mehr sägefähig ist. Aus diesem Grunde wurde folgendes festgelegt:

(88) Noch *sägefähig* ist ein einschnüriges Stammstück dann, wenn das Hauptprodukt beim Sägen nicht aus der Bearbeitungsmaschine herausläuft, d.h. die Pfeilhöhe (Krümmung) darf bei Nadelholz der Stärkeklassen bis 2a bis 3 cm/lfm der Stärkeklassen ab 2b bis 5 cm/lfm und bei Laubholz der Stärkeklassen 2b und 3a bis 8 cm/lfm der Stärkeklassen ab 3b bis 10 cm/lfm betragen. Zu beachten ist hier wiederum, dass auf einem x-beliebigen 1-m-Stück an keiner Stelle die o. g. erlaubte Pfeilhöhe (Krümmung) überschritten werden darf.

Anlage 2
Güteklassenabgrenzungen für Stammholz

Merkmals-definitionen

Krümmung wird gemessen, indem man die Pfeilhöhe durch den Abstand in Metern teilt, der die beiden Enden der Krümmung trennt. Die Pfeilhöhe wird in vollen Zentimetern ausgedrückt (Rundung auf den nächstliegenden vollen Zentimeter).
Die Krümmung wird in Zentimeter pro Meter angegeben. Die Pfeilhöhe ist der maximale Abstand zwischen dem Stamm und der Sehne, die von einem Ende der Krümmung zum anderen läuft.
Einschnürige Krümmung ist eine gleichmäßige Krümmung auf einer Ebene, die bei Langholz auf einer Länge von 4 m beurteilt wird.

Die **Abholzigkeit** wird festgelegt, indem jeweils 1 m vom Stammfuß bzw. Stammende entfernt die Durchmesser – forstüblich gerundet – gemessen werden und die sich ergebende Durchmesserdifferenz

oben: Buche mit einschnüriger Krümmung und markierter Pfeilhöhe

Narbe nach einer Rindenverletzung

Quelle: o.V., 1992[9]

Bei Klammerstämmen ist die Stärkeklasse des jeweiligen Teilstückes für die Beurteilung der Sägefähigkeit maßgebend. Noch sägefähig ist ein unschnüriges Stammstück mit aufsummierten Krümmungen in zwei Ebenen von jeweils nicht mehr als einem Viertel des Durchmessers auf einer Länge von 3 m. Für Profilzerspaner und Kreissägen gelten vertraglich vereinbarte Grenzwerte.

Nicht sägefähig ist ein einschnüriges Stammstück, wenn die zugelassene Krümmung von Satz 1 und Satz 2 überschritten ist. Nicht sägefähig ist ein unschnüriges Stammstück, wenn die Summe der Krümmungen die zugelassenen einschnürigen Krümmungen überschreitet.

Auch bei den Güteklassen des Industrieholzes gilt die Krümmung als einschränkender Faktor, so ist z. B. bei ISN keine starke Krümmung erlaubt. STEUER definiert in diesem Sinne für Schichthölzer starke Krümmung mit größer 5 cm/lfm.

Eine besondere Form der Krümmung ist der Säbelwuchs bei Lärche. Das ist eine Krümmung, die säbelähnlich am Stammfuß mit der stärksten Krümmung beginnt und dann allmählich gerade wird.

Eine weitere Sonderform der Krümmung ist der Schraubenwuchs bei Kirsche und einigen Exoten.

Ursachen der Krummschaftigkeit sind Boden, Wind, Exposition, waldbauliche Maßnahmen, Bodenbewegungen, Endknospenschädigung und genetische Veranlagung (holzart- und rassebedingt).

Bei Spezialhölzern, so genannten Krummhölzern für Landwirtschaft, Schiffs- und Bootsbau macht man sich diesen Holzfehler zu nutze.

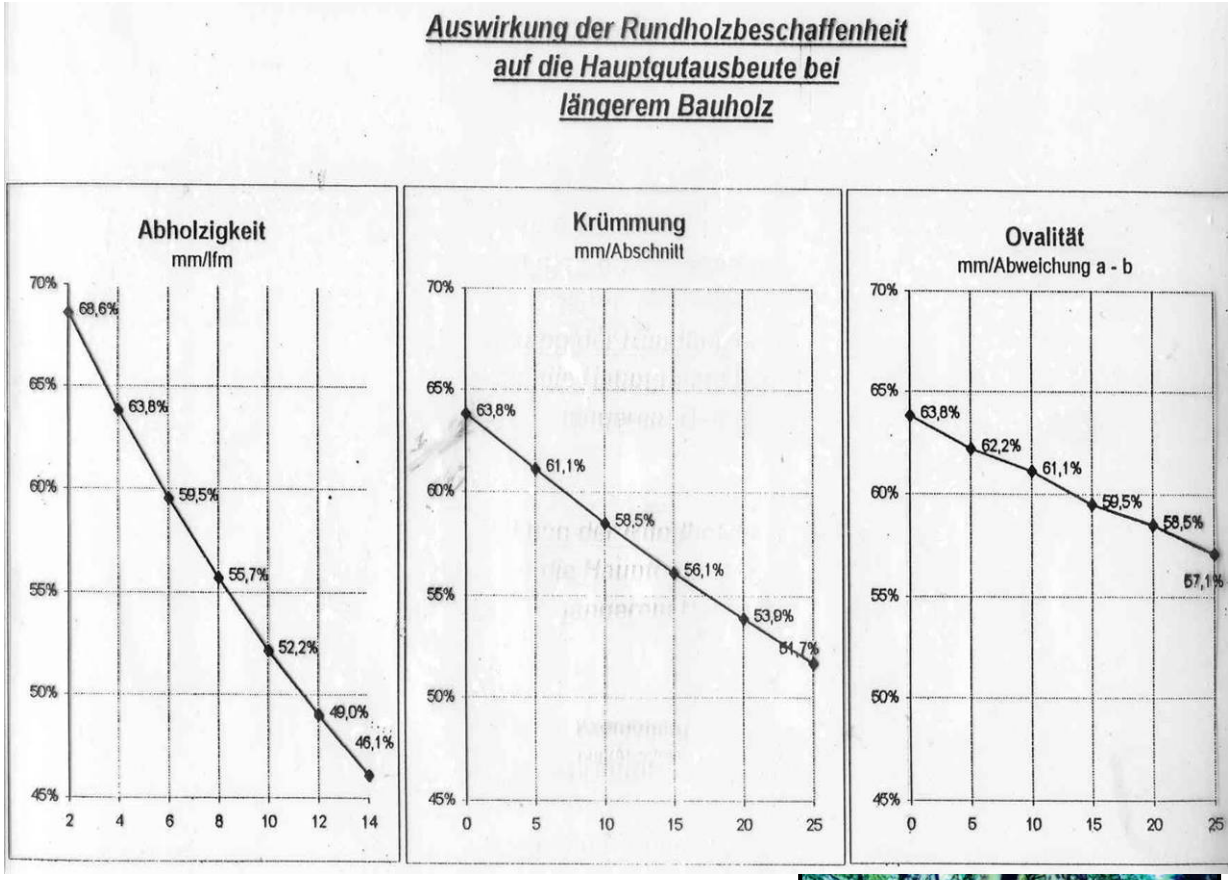
Um die Auswirkungen dieses Fehlers zu mindern, wird folgendes empfohlen:

kurze Bearbeitungslängen

notwendige Querschnitte in die größte Krümmung oder in den Krümmungswechsel legen

einschnürige Krümmungen werden auf dem Krümmungsbogen liegend eingeschnitten

Begleitende Holzfehler sind meist Kernverlagerung, Reaktionsholz, Unrundigkeit und unregelmäßiger Jahrringaufbau.



2.4.1.2 Gabelwuchs (Zwiesel, Zwilling, Zwillen, Drilling, Garbenbaum oder Mehrkernigkeit)

Es gibt **echte Zwiesel**, auch *Verwachsungszwiesel* genannt, in Form von *Zwillingen*, *Drillingen* und *Garbenbäumen* und **unechte Zwiesel**, auch *Gabelungszwiesel* genannt. Hier unterscheidet man *Hochzwiesel* und *Tiefzwiesel*. Verwachsungszwiesel

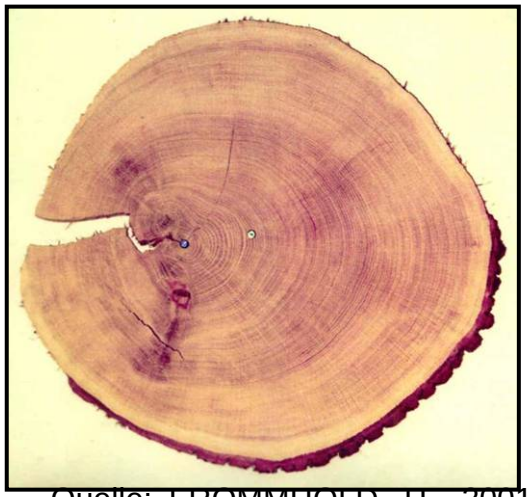
oder echte Zwiesel entstehen als Folge des Zusammenwachsens zweier Bäume am Stammgrund. Unechte oder Gabelungszwiesel entstehen durch Knospen-schädigungen (z.B. bei Esche durch Eschen-zwieselmotte), auch durch Wildverbiss oder als Folge von genetischen Ursachen. Tiefer angesetzte Zwiesel sind wertmindernder als höher angesetzte Zwiesel, da bei letzteren eine schnittholztaugliche Stammlänge mit starkem Durchmesser verbleibt. Bei der Stammholzverwendung ist die Zwieselstelle herauszuschneiden oder in Ausnahmefällen, insbesondere bei Gefahr von Rissbildung als Schutzstück geringer Länge, z.B. bei Buchen-Wertholz ohne Einbeziehung in das Verkaufsmaß zu belassen. Wenn der Zwieselansatz als Schutzstück am Stamm belassen wird, gilt die Teilung der Markröhren unterhalb der sichtbaren Zwieselung als Beginn des Schutzstückes, in der Regel von etwa 30 cm Länge. Ansatzstellen von Zwieseln sind im Schnittholz nicht erwünscht. Im Furnier können sie z.B. als Pyramidenfurnier (bei Exoten) mit besonderer Zeichnung wertvoll sein. Gabelwuchs führt zur Verringerung des Zuwachses und des Wertes. Außerdem können Fäulnisherde und Verfärbungen, z.B. Falschverkernung bei Buche, entstehen, außerdem sind Zwiesel auch häufig mit Rindeneinwüchsen und Faserverwirbelungen verbunden. Durch Herausschneiden der Ansatzstelle kommt es zu Mengenverlusten.

2.4.1.3 Abholzigkeit

Unter Abholzigkeit versteht man die Verringerung des Durchmessers pro Längeneinheit, also die Abweichung von der ideellen Säulenform. Abholzigkeit und Vollholzigkeit sind Ausdruck für das Maß des Durchmesserabfalles eines Stammes vom Stammfuß zum Zopf hin, gemessen in cm pro lfdm. Ein Durchmesserabfall bis zu 1 cm/lfdm gilt als Vollholzigkeit. Größere Werte sind ein Zeichen von Abholzigkeit. Vollholzigkeit wirkt werterhöhend. Abholzigkeit in unterschiedlichem Maße grenzt holzartenspezifisch bestimmte Güteklassen beim Stammholz aus. Weniger abholzig sind Fichte und Tanne, größere Werte der Abholzigkeit sind bei Kiefer und den Laubbaumarten zu verzeichnen. Bei kurzen Verarbeitungslängen wie z. B. bei Schälfurnieren mit Verarbeitungslängen bis zu 80 cm spielt die Abholzigkeit keine so bedeutende Rolle wie bei großen Verarbeitungslängen z.B. bei scharfkantigen Listenschnitten von Kanthölzern über 8 m Länge. Der Grad der Abholzigkeit entscheidet u. a. über die Menge von Schwarten und Säumlingen. Nachteilig ist auch, dass beim Einschnitt stark abholziger Stämme viele Fasern durchgetrennt werden, wodurch die Festigkeit sinkt. Abholzigkeit ist von der Art der Bestandesbegründung und von der Bestandespflege abhängig. Randbäume und Solitäre sind besonders abholzig.

2.4.1.4 Exzentrischer Wuchs

(97) Als *Markverlagerung* ist die exzentrische Lage der Markröhre zu verstehen. Die Lage der Markröhre wird in den Tabellen in „Prozent aus der Mitte“ angegeben. Die Berechnung des jeweiligen Prozentsatzes wird dabei nicht erläutert. Sie sollte über die Messung der Strecke von der Markröhre zum Mittelpunkt des größten Durchmessers erfolgen. Dieses Maß wird ins Verhältnis zum größeren Durchmesser gesetzt. Markröhrenverlagerung kommt auch bei nahezu kreisrunden Stammquerschnitten vor und sollte deshalb rechnerisch nicht mit Unrundigkeit in Verbindung gebracht werden. Es gilt der Durchmesser ohne Rinde gemessen. Bei Messungen am

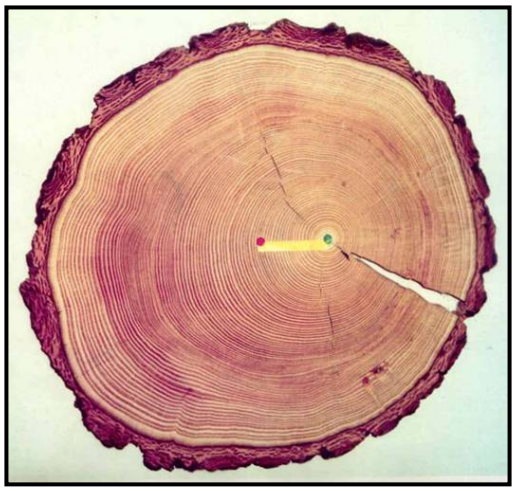


Quelle: FROMMHOLD, H., 2001

Stammfuß mit Wurzelanläufen ist das ermittelte Maß um den Betrag der Wurzelanläufe zu reduzieren.

***Exzentrizität* wird auf Seite 28 der HKS erläutert und als abweichende Querschnittsform beschrieben, ist aber vom Wortsinn her etwas, das aus dem Zentrum verlagert ist, z.B. die Markröhre (97). Eine abweichende Querschnittsform (Ovalität, auch Unrundigkeit) ist zwar ein häufig mit Exzentrizität einhergehendes Wuchsmerkmal, bedeutet aber, dass es keine kreisrunde Querschnittsfläche gibt.**

Die nicht zentrische Lage des Kerns bzw. der Markröhre wird als exzentrischer Wuchs, Kernverlagerung, oder Markverlagerung bezeichnet. Vielfach ist sie mit ovalen Wuchsquerschnitten verbunden. Die Verlagerung der Markröhre kann in Prozent der Abweichung vom Mittelpunkt des jeweiligen Hirnschnittes zum Durchmesser oder als absoluter Wert der Abweichung angegeben werden von z. B. 10 oder 20 % bei den Güteklassen A oder B für Kiefer. Absolute Angaben in cm , z.B. 10 cm sind in der HKS Brandenburg auch genannt, haben aber keinen Bezug zum aktuellen Durchmesser, also wird mit größer werdenden Durchmesser ein geringerer Prozentsatz zugelassen.



Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

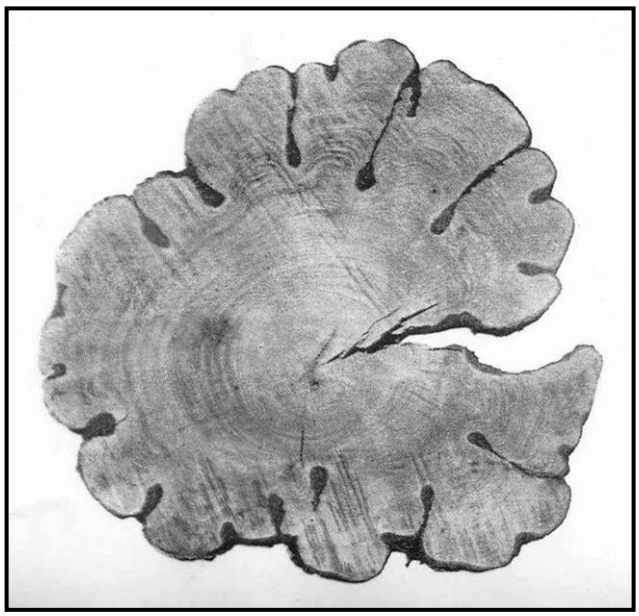
Die Verlagerung der Markröhre wird sowohl in der HKS als auch in der ENV in Prozent angegeben. Die Berechnung des jeweiligen Prozentsatzes erfolgt über die Messung der Strecke von der Markröhre zum halben maximalen Durchmesser der Querschnittsfläche (Abb. 2). Dieses Maß wird in Prozent zum maximalen Durchmesser gesetzt. Es gilt der Durchmesser ohne Rinde gemessen. Bei Messungen am Stammfuß mit Wurzelanläufen ist das ermittelte Maß um den Betrag der Wurzela*nläufe zu reduzieren. Eine einfachere Methode zur Bewertung dieser Verlagerung besteht in der Messung des kleinen und des großen Radius von der Markröhre aus. Von beiden Messwerten wird der Quotient ermittelt, indem der größere Wert durch den kleineren geteilt wird, z.B. 30 cm dividiert durch 20 cm = 1,5. Dieses in Messung und Berechnung simple Verfahren wird leider in der ENV nicht genutzt, obwohl es schon von mehreren Autoren, z. B. in [2] beschrieben wurde.*

Mitunter ist starke Kernverlagerung auch mit empfindlich gestörtem Jahrringaufbau verbunden. Wenn gleichmäßiger Jahrringaufbau gefordert wird, so ist diese Forderung folglich bei starker Kernverlagerung nicht zu erfüllen. Exzentrischer Wuchs ist häufig mit der Bildung von Druckholz oder Zugholz verbunden. Druckholz lässt sich sehr schlecht bearbeiten, es verwirft sich leicht und führt oft zum Verlaufen im Gatter. Schnittholz mit Druckholzanteilen arbeitet stark, verwirft sich leicht und ist aus diesem Grunde für tragende Teile nicht zulässig. Ist besonders ungünstig bei technischer Trocknung.

Ursachen für den exzentrischen Wuchs sind einseitige Beanspruchung durch Wind, Sonne, Schneeschub, Kronenform und Hanglage.

2.4.1.5 Spannrückigkeit

Alle Abweichungen vom kreisförmigen Querschnitt eines Stammes werden als Rundungsabweichungen bezeichnet, dazu zählt auch die Spannrückigkeit bei Hainbuche, Eibe, Wacholder, Hickory und Robinie. Bei Spannrückigkeit ist der Umfang des Stammquerschnittes durch viele mehr oder weniger tiefe Einbuchtungen gekerbt. Diese Ein- und Ausbuchtungen betreffen nicht nur die Rinde, sondern pflanzen sich auch im Holz in Form von grob wellenförmigen Jahrringverläufen fort. Unrundigkeit in all seinen Formen ist ein Mangel, der die Massenausbeute beeinträchtigt. Aus diesem Grunde ist dieser Fehler bei der Durchmesserermittlung zu berücksichtigen. Von Nachteil ist dieser Fehler insbesondere bei der Holzverwendung als Schälfurnier, da hier das unrund gewachsene Holz als Anschäler der späteren Furnierverwendung verloren geht. Es besteht außerdem die Gefahr der Verwerfung und der Verringerung der Festigkeit. Bei der Messerfurnierherstellung können durch Spannrückigkeit besondere Effekte erzielt. Die Abweichung von der Rundigkeit wird durch die Differenz des kleinsten und des größten Durchmessers in cm bestimmt. Auch bei der Verwendung des Holzes als Masten ist die Unrundigkeit von Nachteil, da Masten bei der Bearbeitung auf der ganzen Länge rund geschält werden. Ursache der Spannrückigkeit ist eine ungleichmäßige Teilungstätigkeit im Kambium. Sie kann hervorgerufen werden durch Verletzungen, genetische Disposition oder Wurzelanläufe.



Quelle: METTE, H.-J., 1989[7]

2.4.1.6 Hohlkehligkeit

Hohlkehlen sind einzelne Einbuchtungen am Stammmantel meist unter den Ansatzstellen starker Äste beginnend und sich lang am Stamm hinziehend. Sie entstehen durch Unterernährung des Kambiums und bewirken Unregelmäßigkeiten der Stammquerschnittsfläche. Hohlkehlen treten häufig bei Buche auf. An jungen Bäumen auftretende Hohlkehlen werden durch späteres Dickenwachstum oft wieder ausgeglichen. Bei Befall von Kiefernbaumschwamm kann unterhalb der Infektionsstelle (Astabbruchstelle) eine ähnliche Erscheinung beobachtet werden. Bei großer Länge und Dicke stellen sie eine Beeinträchtigung der Verwendungsfähigkeit des Holzes in ähnlicher Weise wie bei Spannrückigkeit dar. An der Stelle der größten Abweichung vom normalen Stammverlauf wird unter Ausschluss der Wurzelanläufe die Tiefe der Einbuchtung gemessen. Bei Durchmesservergütung gibt es kaum Verkaufseinschränkungen. Bei der Herstellung von Schälfurnieren wird der Anfall von Anschälern erhöht. Für die Herstellung von Schnittholz bestimmt die tiefste Hohlkehle die Wahl der Bearbeitungsebene.

2.4.2 Fehler in der Beschaffenheit des Holzes

2.4.2.1 Unregelmäßiger Jahrringaufbau

2.4.2.1.1 Wechsel der Jahrringbreiten

Nur ein deutlicher Wechsel der Jahrringbreiten gilt als Holzfehler. Geringfügige Änderungen der Breite einzelner Jahrringe und allmähliche Zunahme oder Abnahme der Jahrringbreite über größere Strecken haben wenig Einfluss auf die Holzverwendung.

Im Wesentlichen sind 3 extreme Fälle von Jahrringverläufen zu unterscheiden:

innen breite, außen schmale Jahrringe Das ist der Normalfall bei allen durch Pflanzung begründeten Beständen. Bis zum Bestandesschluss werden wegen des ausreichenden Standraumes breite Jahrringe gebildet. Danach geht wegen der gegenseitigen Behinderung die Jahrringbreite zurück.

innen schmale, außen breite Jahrringe Dieser Zustand tritt auf, wenn Bestände aus dichter Naturverjüngung oder dichter Saat entstanden sind. Das Dickenwachstum ist durch Dichtstand und durch den Oberbestand (bei schattenertragenden Baumarten) in der Jugend stark unterdrückt. Erst bei Auflichtung werden die Jahrringe breiter.

wechselnde Jahrringbreiten können durch Klimaeinflüsse hervorgerufen werden, besonders kommen sie an Solitärbäumen, aber auch in Mittelwaldbeständen oder als Folge von Insektenschäden und Klimaanomalien vor.

Mit gleichmäßigem Jahrringaufbau sind oft wertvolle Qualitätseigenschaften des Holzes verbunden. Bei Kiefer deuten enge Jahrringe im inneren Kern auf Feinastigkeit im Jugendstadium bzw. im unteren Stammbereich hin. In der TGL wurde damals deshalb festgelegt, dass mindestens 15 Jahrringe im inneren Kreis mit einem Durchmesser von 5 cm ausgezählt werden mussten, um Furniertauglichkeit zu erreichen.

OLBERG (1930) forderte eine durchschnittliche Jahrringbreite von weniger als 2,7 mm im Durchmesserbereich von 10 bis 12 cm, um sicher zu sein, dass nur dünne und kurze Äste im Erdstamm bis auf etwa 6 m Länge enthalten sind.

HILF (1931) klassifizierte feinastiges Kiefernwertholz nach der Anzahl der Jahrringe in einem 5-cm-Kreis um die Markröhre und konnte damit nur sehr grob die Holzgüte eines Erdstammes von 3 m Länge bestimmen.

Neuere Untersuchungen von BUES, veröffentlicht 1995, ergeben, dass die mittlere Jahrringbreite sich im Verhältnis zum Astkegeldurchmesser in bestimmter Höhe wie 1 : 100 verhält, also 2,7 mm entsprechen einem inneren Astkegeldurchmesser von 27 cm, darüber ist der Mantel astfrei. Die bisherigen Korrelationen erbrachten nicht die geforderte statistische Sicherheit und ergaben nur in etwa 30 % der Fälle eine brauchbare Übereinstimmung. Die von OLBERG geforderten 2,7 mm werden angeblich nicht einmal bei Kiefernvollsaaten mit 30000 Pflanzen/ha erreicht.

Bei Nadelholz verbessern enge Jahrringe die physikalischen Eigenschaften des Holzes, da dann der Spätholzanteil erhöht wird. Bei Laubholz, insbesondere bei Eiche, deuten schmale Jahrringe auf mildes, also relativ weiches Holz hin. Breite Jahrringe sind bei z.B. Eiche ein Zeichen für hartes Holz, da bei breiten Jahrringen der Spätholzanteil größer ist und dieser ein Zeichen für Härte ist. Ein Wechsel der Jahrringbreiten bedeutet demzufolge auch einen Wechsel der Härte des Holzes, was sich u. a. auf die Bearbeitung der Oberflächen negativ auswirkt.

Ein gleichmäßiger Jahrringaufbau erhöht die Resonanzfähigkeit des Holzes. Das ist insbesondere dort von Bedeutung, wo das Holz zur Herstellung von Musikinstrumenten verwendet wird.

Die Messung der Jahrringbreite erfolgt in mm für Mindest- oder Höchstbreiten. Für mittlere Werte werden die Jahrringe auf einen Teil des Radius ausgezählt und die Messstrecke durch die Anzahl geteilt. Bei einigen Holzarten wird der gleichmäßige Jahrringaufbau nicht am Fällschnitt, sondern am 2. Hirnschnitt beurteilt. Bedingt durch starke Wurzelanläufe sind die Jahrringe in den äußeren Bereichen breiter, als an Stellen normalen Stammwachstums, z.B. bei Eiche. Bei Eichenfurnier wird ein möglichst enger Jahrringbau wegen der damit verbundenen gleichmäßigen Textur bevorzugt. Von der Jahrringbreite hängt vor allem auch die Dichte als Weiser für zahlreiche andere holzphysikalische Parameter ab. Holz mit unterschiedlichen Jahrringbreiten hat demzufolge auch sehr unterschiedlichen mechanische Eigenschaften, wie z.B. Schwindung, Elastizität, was zu Verwerfungen und Rissbildung führen kann. Ungleicher Jahrringaufbau tritt bei Reaktionsholz als Begleiterscheinung auf.

Die Jahrringbreite ist demzufolge ein Weiser für:

innere Astigkeit

Dichte und Festigkeit

Oberflächenbeschaffenheit nach der Bearbeitung

Gleichmäßigkeit der Holzeigenschaften

Maßhaltigkeit

Wachstumsabläufe

2.4.2.1.2 Wimmerwuchs

Unter diesem Begriff sollen auch weitere Veränderungen der Textur = Maserung, Zeichnung, Holzbild behandelt werden, die bei der Bearbeitung unterschiedlich angeschnittene Holzgewebe entstehen:

schlicht

gefladert

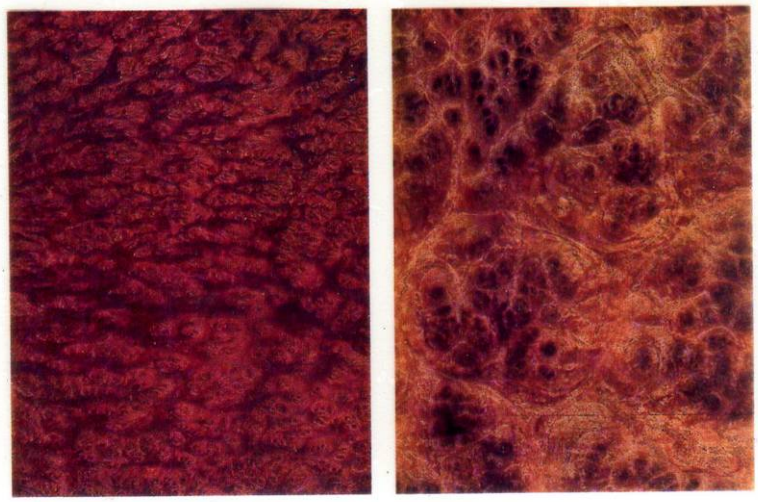
gestreift

gespiegelt

gefeldert

geriegelt

gewellt



a) b)

geflammt

pommeliert

gemasert

gehaselt

gedaugt

Pyramidentextur

Quelle: WAGENFÜHR, R., 1996[15]

Wimmerwuchs ist eine Abweichung vom normalen Faserverlauf.

Bild 1.26. Gestreifte Textur (R)
a) durch Früh- (hell) und Spätholzzonen (dunkel) hervorgerufen; Fichte
b) infolge Ringporigkeit hervorgerufen; Frühholz dunkel, Spätholz hell; Rotrüster (am/n)
c) infolge breiter Parenchymbänderung hervorgerufen; Parenchym hell, Faserbereiche dunkel, grob-nadelrissig; Lati (af/w)
d) durch Zweifarbigkeit (Aderung) hervorgerufen; Zinganga (af/w)
e) durch Wechseldrehwuchs hervorgerufen; Sapelli (af)

Quelle: STEUER, W., 1990:
Vom Baum zum Holz

Beispiele:

Schlicht

Erscheinungsform: Einheitliche Zeichnung des Holzes ohne auffällige farbliche oder optische Effekte; im allgemeinen anzutreffen bei farbeinheitlichen, geradfaserigen, leicht dreh- bis leicht wechseldrehwüchsigen Holzarten (Bild 1.24).
Hauptschnittrichtung: R, T

Typische Holzarten

Acer spp. (Ahorn), *Alnus spp.* (Erle), *Aucoumea klaineana* Pierre (Okoumé), *Betula spp.* (Birke), *Cariniana spp.* (Jequitiba), *Gossweilerodendron balsamiferum* Harms (Tola), *Mitragyne spp.* (Abura), *Pyrus communis* L. (Birnbaum), *Populus spp.* (Pappel), *Pycnanthus angolensis* Exell (Ilomba), *Tilia spp.* (Linde), *Virola spp.* (Baboen) u. a.

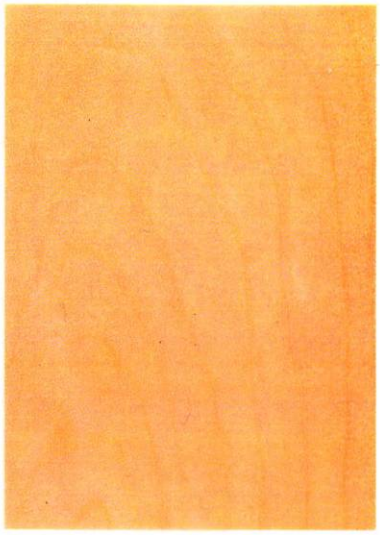
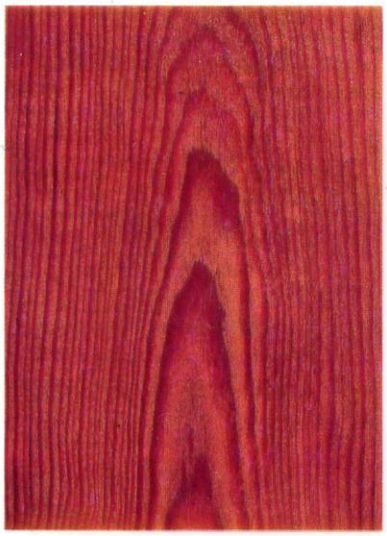
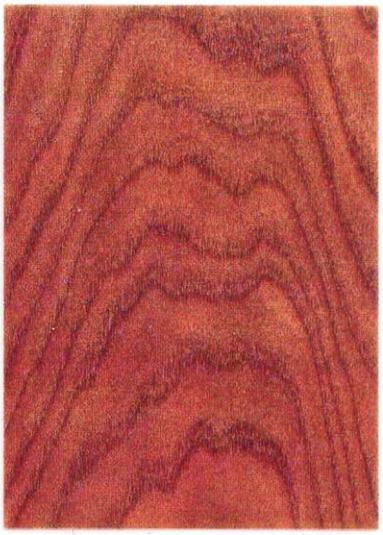


Bild 1.24. Schlichte Textur (T); Birke

Gefladert

Erscheinungsformen: Durch auffälligen Jahrring- oder Zuwachszonenverlauf sowie durch Parenchymbänder, Zuwachszonen, bandförmigem Längsparenchym, Farbbändern oder Interzellularkanälen.





Farbstoffeinlagerungen (Aderung) oder Interzellularkanäle hervorgerufene, nahezu ellipsenförmige, buchtige oder zackige Zeichnung des Holzes, im Splintholzbereich auch parallel ausgebildet (Bild 1.25).
Hauptschnittrichtung: T

Typische Holzarten

Nadelhölzer, ringporige Laubhölzer, zerstreutporige Laubhölzer – insbesondere tropische Laubhölzer – mit deutlichen

a) b) c) d)

Bild 1.25. Gefladerte Textur (T)
a) durch Früh- (hell) und Spätholzzonen (dunkel) hervorgerufen; Lärche
b) infolge Ringporigkeit hervorgerufen; Frühholz dunkel, Spätholz hell; Rüster
c) infolge breiter Parenchymbänder hervorgerufen; Parenchym hell, Faserbereiche dunkel, dabei grob-nadelrissig; Wengé (af/w)
d) durch Zweifarbigkeit (Aderung) hervorgerufen; Makassar-Ebenholz (as/so)

Quelle: WAGENFÜHR, R., 1996[15]

Als **Längswimmerung**, auch unechte Wimmerung, werden tangential wellig verlaufende, waschbrettartige Einkerbungen bezeichnet. Sie sind am Stammmantel äußerlich sichtbar. Am Querschnitt ist die Längswimmerung nicht zu erkennen.

Querwimmerung, auch echte Wimmerung genannt, ist ein feinwelliger Jahrringverlauf, der auf der Querschnittfläche sichtbar wird. Also verlaufen die Jahrringe entweder in starken kurzen Wellenlinien oder die Wellenbildung setzt sich im Verlauf der Holzfaser fort.

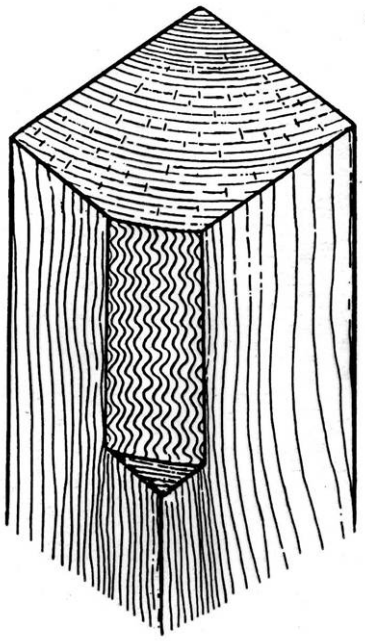


Abb. 154 Schematische Darstellung welligen Verlaufes der Holzfaser (Spaltfläche entspricht der Jahrringgrenze; die Jahrringe selbst verlaufen normal (nach König)

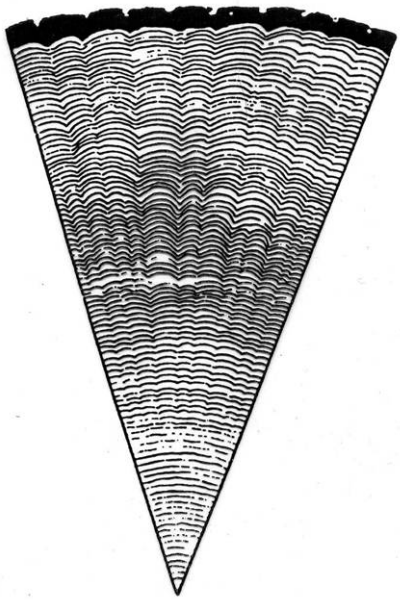


Abb. 152 Welliger Jahrringverlauf bei einer „Haselfichte". Die Jahrringe sind bei den Hauptmarktstrahlen regelmäßig eingekerbt, eine Wuchseigenschaft, die in bestimmten Hochgebirgslagen bei Fichte vereinzelt vorkommt (nach König)

Quelle: STEUER, W., 1990[12]

Die Längswimmerung wird angeblich durch Druck in Längsrichtung an Wurzelansatzstellen, unter starken Ästen und an Stammkrümmungen durch wellenartiges Zusammenschieben von Rinde und Kambium hervorgerufen. Längswimmerung kommt vor bei Buche, Kastanie, Linde, Birke.

Querwimmerung ist seltener und ist vor allem bei Fichte und Tanne in Höhenlagen zwischen 800 und 1500 m, auch bei Ahorn und Esche, zu finden. Querwimmerung an Nadelholz wird auch als Haselung bezeichnet. Haselfichte ist ein bevorzugtes Klangholz für Streichinstrumente Außer dieser Wimmertextur gibt es noch geflammte, blumige, schlichte und Riegeltextur. Bei der geflammten Textur verlaufen die Jahrringe auf den Tangentialschnitten flammenartig. Bei blumiger Textur ist ein unregelmäßiger wolkenartiger Faserverlauf zu erkennen. Schlichte Textur ergibt sich bei gleichmäßigem normalen Jahrringaufbau.

Riegeltextur ist eine quergestreifte Unregelmäßigkeit des Faserverlaufes. Sie wird z.B. bei Ahorn für die Produktion von Musikinstrumenten sehr gewünscht. Dabei sind diese Unregelmäßigkeiten bereits an der Rinde erkennbar.

Beispiel: Riegelahorn auf der Versteigerung in Nidda 1996 brachte 12639.-DM/m³

Bei Eiche ist eine ruhige und schlichte Textur gefragt, während bei den übrigen Laubholzarten, insbesondere bei den zerstreutporigen eine Abweichung von der normalen Textur höher bewertet wird. Das trifft für alle Sichtflächen im Bereich der Verwendung von Schnittware und Furnieren zu. Für Holzverwendungen im Längsschnitt sind Wimmerungen hinderlich. Sie setzen die Spaltbarkeit herab, ergeben ungleiche Spaltflächen und verringern die Festigkeit durch gehäufte auftretende Faseranschnitte.

2.4.2.1.3 Maserwuchs, Maserknollen, Maserkröpfe, Wasserreiser und Wirbel

Unter Textur versteht man die durch den Faserverlauf und durch die Art der Schnittführung sichtbar werdende Zeichnung des Holzes. Die bekannteste Art der unregelmäßigen Textur ist die Maserung. Maserwuchs wird hervorgerufen durch Austreiben und Absterben gehäuft auftretender schlafender Knospen.

Bekannt ist die karelische Braunmaserbirke, ihre unterschiedlichen Ausbildungsformen sind auf den Einschluss von Rindenteilen, auch auf Viruserkrankungen und Wuchsstörungen zurückzuführen. Gepfropfte Rindenstücken übertragen die Maserung auch auf darunter liegendes neu entstandenes Holz (AFZ 14/96, S.767). Harte Maserung befindet sich im Stamminneren. Bei weicher Maserung hinterlassen schlafende Knospen ihre Spuren nur an der Peripherie des Baumes. Maserkröpfe können sich so stark ausbilden, dass regelrechte Knollen entstehen, deren äußere Hülle mit Knospen oder Wasserreisern überhäuft ist.

Stark wechselnder meist welliger Faserverlauf führt zu Flammung. Sie kommt häufig bei Birke vor und ist genetisch bedingt. Ursache ist vermutlich unterschiedliche Teilungsgeschwindigkeit des Kambiums.

Wasserreiser sind Klebäste, also feine, dünne Äste, die durch Austreiben schlafender Knospen z.B. bei plötzlicher Freistellung und damit verstärkter Lichteinwirkung bei Eiche entstanden sind. Das geschieht bis zum hohen Alter der Bäume, z.B. 100 bis 120 Jahre. Die Astbasis befindet sich aus diesem Grunde in mehr oder weniger großer Entfernung vom Mark. Wasserreiser treten besonders gehäuft bei Eiche, Ulme, Ahorn, Erle und Lärche auf. Außer bei Furnierholz sind diese Äste unerheblich, da sie den schädlichen Durchmesser nicht erreichen. Bei Furnieren ergeben die abgestorbenen, vertrockneten Wasserreiser im Furnierblatt kleine schwarze Punkte, welche die Ware untauglich machen. Bei Eiche sind diese Reste äußerlich an der Rinde als kleine Erhebungen, den so genannten Nägeln, zu erkennen.

Foto: NAFFIN, C.

Kreisförmig verwirbelten Faserverlauf, z.B. über überwallten Ästen nennt man Wirbel. Es sind angeschnittene Jahrringausbuchtungen von überwachsenen Beulen. Bei schlichten Messerfurnieren, z.B. bei Eiche sind diese Wirbel nicht erwünscht.

Nachteilig sind auch hier:

Minderung der Festigkeiten

schlechte Spaltbarkeit

schlechte Oberflächenbeschaffenheit

2.4.2.2 Reaktionsholz

2.4.2.2.1 Druckholz

(115) *Reaktionsholz* kommt an Nadelhölzern in Form von Druckholz vor und hebt sich durch seine rötliche Farbe sowie durch seinen erhöhten Anteil an Spätholz vom übrigen Holz ab. (116) Unter *geringer Reaktionsholzbildung* ist ein Anteil bis zu 10 % seiner größten radialen Ausdehnung im Verhältnis zum mittleren Durchmesser der Querschnittsfläche zu verstehen. Druckholz lässt sich schwer von seiner druckholzfreien Umgebung abgrenzen. Außerdem kommt es auch partiell an einzelnen Jahrringen vor und kann durch normales Holz unterbrochen sein. Deshalb wird eine Messung erst dann vorgenommen, wenn mindestens 3 benachbarte Jahrringe Druckholz aufweisen. Sind mehrere Druckholzparzellen an einem Querschnitt sichtbar, so werden ihre radialen Ausdehnungen zu einem Gesamtbetrag addiert.

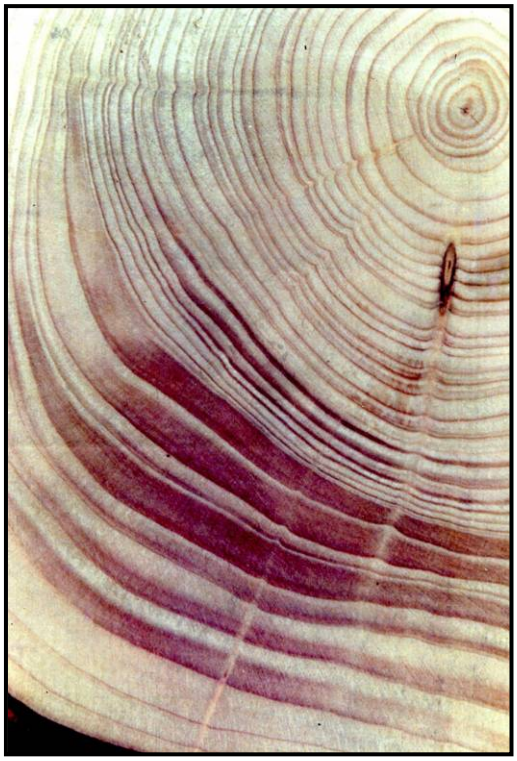


Foto: FROMMHOLD, H.

Druckholz wird auch als Rotholz oder Buchs bezeichnet. Rotholz wird es deshalb genannt, weil sich dieses Sondergewebe durch rotbraune Färbung hervorhebt. Druckholz wird häufig als Folge von Windbeeinflussungen gebildet. Eine Kernverlagerung nach der dem Winde zugekehrten Seite geht damit einher. Druckholz unterscheidet sich vom übrigen Holz durch hohe Dichte und starkes Schwinden bzw. Quellen. Infolge der erhöhten Quell- und Schwindmaße arbeitet Druckholz sehr stark. Bretter mit Druckholzanteilen, so genannte rotharte Bretter, verwerfen sich leicht. Die Bearbeitbarkeit ist wegen der Härte und Sprödigkeit des Druckholzes eingeschränkt. Chemisch zeichnet sich Druckholz durch einen höheren Ligningehalt aus.

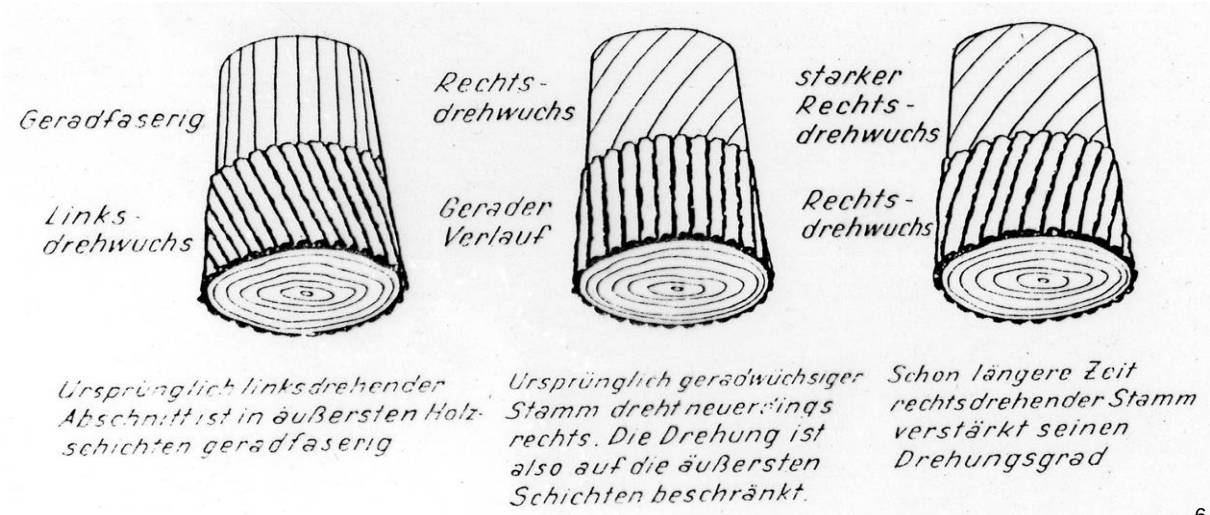
2.4.2.2.2 Zugholz

Ähnlich dem Druckholz von Nadelhölzern bildet sich Zugholz bei Laubhölzern bei besonderen Belastungen aus, insbesondere an schiefstehenden Bäumen. Zugholz sieht weißlich, glasig ohne erkennbaren Jahrringaufbau aus. Es hat einem höheren Cellulosegehalt. Hinsichtlich dem Verhalten beim Quellen und Schwinden ist es ähnlich negativ zu beurteilen wie Druckholz. Es ist vielfach oberhalb von Astansatzstellen zu beobachten. Zugholz ist ohne Hilfsmittel an den Querschnittsflächen schwerer erkennbar. Durch Anfärben mit Cellulosereagenzien lässt sich Zugholz an Schnittflächen wegen seines höheren Cellulosegehaltes gut erkennen.

2.4.2.3 Drehwuchs

Unter Drehwuchs versteht man die Abweichung des Faserverlaufes von der Parallelität zur Stammachse, oder anders ausgedrückt:

Von Drehwuchs spricht man bei spiraligem Verlauf der Holzfasern um die Stammachse. Am Rundholz ist Drehwuchs nur an den äußeren Stammpartien und an der Rinde zu erkennen. In geringem Umfang weist fast jedes Holz Drehwuchs auf.



Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

Es gibt Rechts- und Linksdrehwuchs. Bei Rechtsdrehwuchs verläuft die Faser am stehenden Stamm von links unten nach rechts oben. Bei Linksdrehwuchs ist der Faserverlauf umgekehrt. Im Jugendstadium der Bäume ist meist Linksdrehwuchs festzustellen, der später in Rechtsdrehwuchs übergeht. Hier spricht man von Wechseldrehwuchs.

Bei Ahorn, Buche und Kiefer ist Drehwuchs häufig zu finden, während er bei Birke seltener vorkommt. Mit zunehmendem Alter verstärkt sich dann der Rechtsdrehwuchs. Der Drehwuchs wird gemessen an der Rindenrillenabweichung von der Richtung der Stammachse an der Stammperipherie auf einer Länge von 1 m in cm. Gut erkennbar und messbar ist Drehwuchs auch am Verlauf von Hohlkehlen, Frostleisten und Mantelrissen. Allerdings kann daraus nur bedingt auf den Drehwuchsverlauf aller Holzschichten geschlossen werden. Je nach Holzart und Güte sind unterschiedliche Grenzen für den Drehwuchs erlaubt. Bei Furnierholz Eiche z.B. ist mehr Drehwuchs erlaubt als bei Sägeholz Eiche der Güte B. Auch wurde bei Furnieren Linksdrehwuchs anders beurteilt als Rechtsdrehwuchs. Das hängt mit der Stellung des Furniermessers im Winkel von 75° bis 80° zur Stammachse zusammen. Rechtsdrehwuchs wurde geringfügig mehr toleriert, weil das schräg zum Stamm laufende Furniermesser bei Rechtsdrehwuchs in

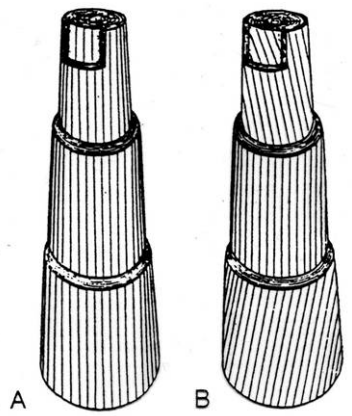
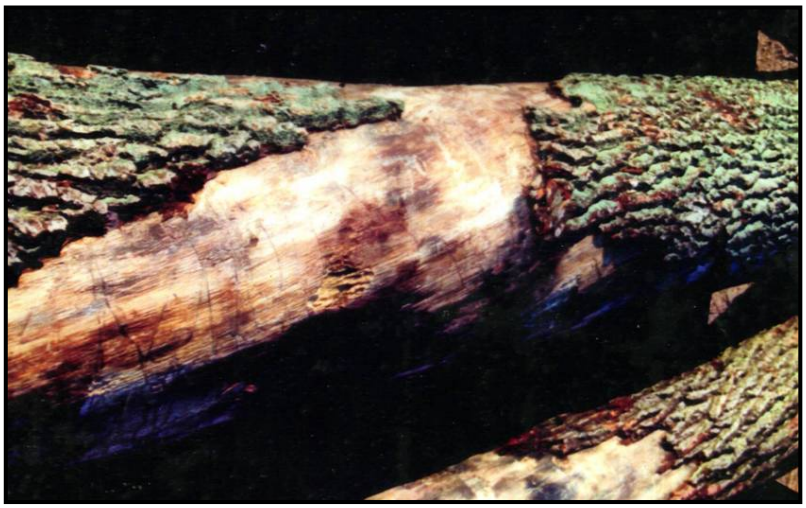


Abb. 160 Schematische Darstellung.
(A) des in allen Holzschichten geraden Faserverlaufes; (B) des Umsetzens der Faserrichtung von links nach rechts.
Ein Umsetzen der Faserrichtung von links nach rechts kann bei unseren Nadelhölzern als Regel gelten (nach König)

Quelle: STEUER, W., 1990[12]

Faserrichtung und bei Linksdrehwuchs gegen die Faserrichtung schneidet. Rechtsdrehwuchs ergibt folglich glattere Furnieroberflächen.

(124) *Drehwuchs* ist in der Güteklasse A für Furniere mit einem 4fach höheren Betrag zugelassen als beim übrigen A-Holz, weil sich drehwüchsige Schnittware stark verwirft, während es bei Furnierblättern nicht auf Festigkeit und Verwerfungen, sondern auf eine glatte und saubere Oberfläche ankommt. Beim Messern kann der halbierte Furnierblock so eingespannt werden, dass nicht gegen die Faser geschnitten werden muss.



Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Am Rohholz sichtbarer Drehwuchs macht sich beim bearbeiteten Holz durch Abweichungen des Faserverlaufes bemerkbar. So erkennt man beim Schnittholz den Drehwuchs auch an der Form der schrägverlaufenden Schwindungsrisse an der Mantelfläche. Drehwuchs wirkt sich bei Rundholz als Verringerung der Druckfestigkeit und bei Schnittholz durch Verwerfen und Rissbildung aus. Für Rammpfähle, Masten, Schwellen und Grubenholz ist stärkerer Drehwuchs nicht zulässig.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Weitere Nachteile sind:

Festigkeitseigenschaften verschlechtern sich, wegen häufiger Faseranschnitte

die Spaltbarkeit wird herabgesetzt

es gibt größere Differenzen im Quell- und Schwindverhalten

die Oberflächenbearbeitbarkeit wird erschwert

mit einem Verlaufen der Säge ist zu rechnen

bei technischer Trocknung verzieht sich das Holz in Drehrichtung

Bei einigen Exoten, wie Sipo und Mahagoni wirkt sich Wechseldrehwuchs wegen der Streifenbildung an der Schnitt- oder Furnierware vorteilhaft aus.

Ursachen sind genetischer Art, durch Rasse und Holzart bedingt und sollen angeblich auch in der Hauptwindrichtung und einseitigen Benadlung bzw. Belaubung liegen.

2.4.2.4 Harzgallen und Harzrisse

Gallen sind durch Verletzung des Kambiums entstandene Beschädigungen, die nach Überwallung in Form örtlich begrenzter Verfärbungserscheinungen am Holz sichtbar bleiben. Häufig wird dieses Bild verstärkt durch eingewachsene kleine Rindenpartien oder Schmutzteilchen. Bei Buche entstehen Gallen auch durch Hagelschlag. Die Hagelkörner verursachen Rindeneinwüchse, die auch als Steingallen bezeichnet werden. Diese Gallen sind nur im Entstehungsstadium als Rindennarben erkennbar. Später lassen sie sich nur noch am Hirnschnitt feststellen.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

(108) *Harzgallen* sind mit Harz gefüllte Tangentialrisse im Inneren des Holzes. Als groß können Harzgallen dann gelten, wenn ihre Breite in tangentialer Richtung mehr als 2 cm beträgt. Die Messung erfolgt auf Hirnflächen.

Harzgallen sind im Kambium harzführender Nadelhölzer durch Windeinwirkung zu Beginn der Vegetationszeit entstandene Tangentialrisse, die mit Harz ausgefüllt im Holz erhalten bleiben. Sie kommen bei Fichte, Lärche und Kiefer, nicht bei Tanne vor. Bei Lärche führen Harzgallen (auch als Harztaschen bezeichnet) häufig zu unvollständiger Verkernung. Bei der Verarbeitung werden sie unter verschiedenen Winkeln angeschnitten und gelten an der Schnittware als Fehler, der sich durch Festigkeitsverluste, Farbveränderungen und durch schlechtes Aussehen beim Verbau im sichtbaren Bereich bemerkbar macht.

Harzknollen sind Ansammlungen von kolophoniumreichen Harz (Terpentinöl hat sich bereits verflüchtigt). Dabei sind auch zahlreiche Schmutzbestandteile enthalten. Bei Fichte entstehen sie häufig an Rändern von Schälstellen. Harzknollen sind zulässig, insofern damit keine Krankheitserscheinungen am Holz verbunden sind, wie es z.B. bei rotwildgeschädigten Fichtenstämmen zu vermuten ist.

Harzrisse sind Kernrisse in Lärchen und Douglasienstämmen, die mit Harz gefüllt sind. Sie werden auch als Pechlarsen bezeichnet.

2.4.2.5 Anormale Kernbildung

Unter anormaler Kernbildung (auch Fehlverkernung, fakultative Verkernung oder Falschkern) wird die Umwandlung von Splintholz in Kernholz bei Holzarten verstanden, die normalerweise keinen Farbkern ausbilden.

Rotkern bildet sich bei Buche durch Verthyllung (Gefäßverschluss), Oxydation und Farbstoffeinlagerung, also Farbveränderung im Kernholz. Im Zuge dieser Verthyllung verliert das Kernholz seine Wasserleitungsfähigkeit Die Rotkernbildung führt zu mangelhafter Tränkbarkeit, daher ist bei Schwellenverwendung nur ein geringer Kernanteil erlaubt. Diese Farbveränderungen schreiten schalenförmig oder wolkenartig von innen nach außen fort. Fraglich ist, ob sich diese Farbveränderung auch nach dem Fällen weiterentwickelt.

(134) *Rotkern* ist ähnlich dem Spritzkern ein unregelmäßig ausgebildeter Falschkern, gekennzeichnet durch seine wolkige Umrandung und durch sein schubweises zonales Vordringen in Partien mit unterschiedlicher rotbrauner

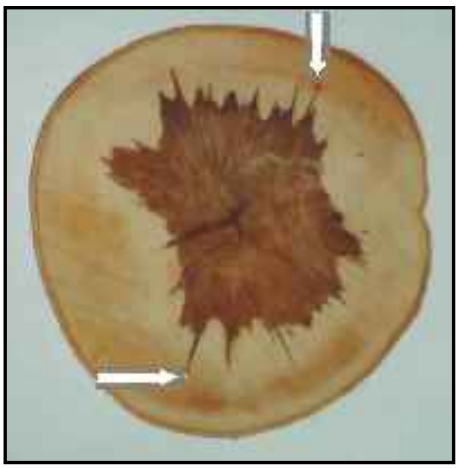
Färbung. Der Spritzkern (127) unterscheidet sich demzufolge vom Rotkern äußerlich durch seine gezackte bzw. sternartige Form. Rotkern ist die am häufigsten vorkommende Variante der Falschverkernung bei Buche. Entlang der Stammachse dehnt sich der Rotkern meist spindel- oder kegelförmig aus. Liegen bei Klammerstämmen Prozentsätze seiner Ausbreitung vor, die zu unterschiedlichen Güteklassen gehören, so kann wie beim Spritzkern ein Trennschnitt erfolgen. Seine Messung erfolgt analog zur Messung des Spritzkernes (127). Graukern wird ebenso gemessen, unterscheidet sich aber im Farbton vom Rotkern. Wundkern und abnormer Kern sind weitere Variationen der Falschverkernung, werden aber in der HKS nicht genannt.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Nach ZYCHA ist die Rotkernbildung eine physiologische Erscheinung, die an einen bestimmten Wassergehalt von kleiner 60 % im Holz gebunden ist. Dann sind die Hohlräume der Gefäße wasserfrei. In das Stamminnere gelangt über Astabbrüche oder Verletzungen sauerstoffreiche Luft als Voraussetzung für die Bildung von Parenchymzellen und für die beginnende Verthyllung. Die rotbraune Färbung ist eine Oxydationserscheinung und wird durch die Sauerstoffspannung hervorgerufen. Mit dem Verkernungsprozeß geht der Abbau der in den Parenchymzellen enthaltenen Stärke und der Aufbau der Kerninhaltsstoffe einher, deren Oxydation im Verlaufe der sinkenden Feuchtigkeitsgehalte die für den Buchenrotkern typische Verfärbung hervorruft. Auf bestimmten Standorten bleiben Buchen länger rotkernfrei, weil dort das erforderliche Luft-Wasser-Verhältnis im Holz nicht erreicht wird. Der Beginn der Verkernung setzt sonst im Alter zwischen 50 und 80 Jahren ein. Klimaextreme und Vitalitätsschwächung forcieren diesen Prozess.

Neuerdings ist man bemüht, rotkerniges Holz marktfähig zu machen. Nachteilig ist dabei die Unbeständigkeit der rotbraunen Färbung gegenüber UV-Strahlung.

Ein Forschungsbericht aus dem Jahre 1999 beschreibt ein zerstörungsfreies Diagnosegerät zu Rotkernerkennung am stehenden Baum auf der Basis unterschiedlicher elektrischer Widerstände.



Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

(127) *Spritzkern* ist ein unregelmäßig gezackter Falschkern, der sich durch seine rotbraune Farbe deutlich vom übrigen Holz abhebt. Seine Längsausdehnung im Stamm ist meist kegelförmig. Er wird an seiner extremsten Ausdehnung, also von einem Zackenende zum anderen, auf der Querschnittsfläche mit seiner ungünstigsten Ausbreitung gemessen und prozentual angegeben.

leisten, wurde ein spezieller Elektrodenkonfigurationsring für die Baumdiagnose am stehenden Baumstamm entwickelt und im Juni 2000 beim Deutschen Patent- und Markenamt als Vorrichtungs- und Verfahrenspatent angemeldet.

Nach einem Prototyp ohne feste Verkabelung der 24 Messelektroden wurden drei weitere Konfigurationsringe mit fester Verkabelung aus unterschiedlichen Materialien gefertigt, die zu einer weiteren Beschleunigung des Messablaufes geführt haben (s. Abb. 3 und 4). Im Rahmen der Feldversuche wurden die Nadelelektroden in Bezug auf ihre Ankopplung an den Baumstamm optimiert und in ihrer Ausformung an die unterschiedliche Rindenstruktur von Laub- und Nadelholzarten angepasst.

Abb.3: Elektrodenkonfigurationsring an wertvoller Elsbeere

Abb. 4: Äquidistante Verteilung der Nadelelektroden am Baum

Die bisher fast ausschließlich auf geologische Fragestellungen ausgerichtete Messwerterfassungssoftware wurde in Zusammenarbeit mit der Partnerfirma Geolog aus Augsburg an die Bedürfnisse der Baumtomographie, d.h. insbesondere an die Geometrie einer kreisförmigen Messebene, adaptiert.

Die folgende Abb. 5 zeigt einen „Screenshot" des komfortabel zu steuernden Messwerterfassungsprogramms „GEOTOM", das im Rahmen des Forschungsprojekts von der Firma Geolog aus Augsburg entwickelt wurde.

Im Zuge von umfangreichen Feldstudien, insbesondere während der Holzernte in den Winterhalbjahren 1999/2000 und 2000/ 2001, konnten vor allem bei der Baumart Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) Erfahrungen in Bezug auf die Aussagekraft des Diagnoseverfahrens durch einen Vergleich der nach der Fällung der Bäume sichtbaren Stammquerschnittsflächen mit der Widerstandsverteilung des korrespondierenden Farbtomogrammes gewonnen werden. Ein direkter Vergleich war jedoch meistens nicht möglich, da die Messebene in Brusthöhe nicht mit der Schnittfläche im Wurzelanlaufbereich des jeweiligen Baumes korrespondierte,

Abb. 6: Blick auf die Messebene des starken Buchenschaftes

Abb. 7: Stammscheibe aus der Messebene in Brusthöhe

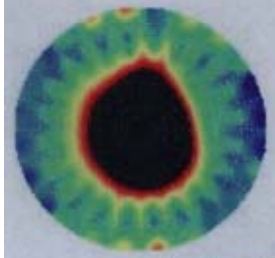


Abb. 8: Widerstandstomogramm aus der Messebene in Brusthöhe

Abb. 9: Überlagerung des Widerstandstomogrammes mit der Stammscheibe

Das Beispiel 1 zeigt die Nordansicht einer starken, gut astgereinigten Rotbuche aus dem Nds. Forstamt Bramwald (s. Abb. 6). Aus den Abb. 7 bis 9 wird deutlich, dass diese Rotbuche einen zentral liegenden, trockenen Rotkern ausgebildet hat, der sich im Widerstandstomogramm klar als hochohmiger Bereich vom umgebenden weißen Buchenholz abgrenzt.

Beispiel 2:

Messobjekt: Rotbuche
Ort: Forstamt Bramwald, Rfö. Ellershausen, Abt. 54
Zeit: 26.10.99
Durchmesser in Messebene: 68 cm
Stammumfang in Messebene: 2,14 m
Diagnose: diffus ausgebildeter abnormer Farbkern mit schwarzen Randzonen

http://www.fu.fh-goettingen.de/cnt/personen/weihs/agip.pdf

Mittelwerte von einzelnen Messergebnissen sind nicht zu bilden. Der Prozentsatz wird errechnet, indem der Messwert auf den gemittelten Durchmesser ohne Rinde bezogen wird, gemessen an der beurteilten Querschnittsfläche. Handelt es sich bei der betreffenden Querschnittsfläche um einen Stammfuß mit Wurzelanläufen, welche den repräsentativen Durchmesser dieser Querschnittsfläche verfälschen, so ist der Prozentsatz auf den Mittendurchmesser plus 1 cm Zugabe pro laufenden Meter der halben Stammlänge zu beziehen. Bei Klammerstämmen sind nur zwei von vier zur Beurteilung nötigen Hirnflächen sichtbar. Liegen hier Prozentsätze vor, welche zu unterschiedlichen Güteklassen gehören, so kann ein Trennschnitt erfolgen.

Foto: FROMMHOLD, H.

Spritzkern unterscheidet sich durch seine zackige sternförmige äußere Begrenzung auf dem Stammquerschnitt gegenüber der wolkenartigen Begrenzung bei Rotkern. Außerdem tritt beim Spritzkern eine Anhäufung von Kerninhaltsstoffen besonders im äußeren Randbereich des Kernes auf. Rot- und Spritzkern sind in erster Linie Farbveränderungen, welche die Festigkeitseigenschaften des Holzes nicht wesentlich verändern. Bei der Verwendung des spritzkernigen Buchenholzes zur Furnierherstellung bricht angeblich das Furnierblatt an den spritzkernigen Streifen leichter.

Bei der Beurteilung dieser Fehler ist zu beachten, dass bei den Stammholzgüten der Buche höhere prozentuale Anteile von Rotkern als von Spritzkern zugelassen sind. Gemessen wird dieser Fehler, indem seine Ausdehnung am Hirnschnitt an der ungünstigsten Stelle (d. h. größte Ausdehnung) ermittelt wird und zum äußeren Durchmesser ins Verhältnis gesetzt wird. Diese Angabe erfolgt in Prozent. In Brandenburg sind bei der Güte B z. B. 66 % Rotkern zugelassen.

Nachteile bei der Verwendung sind:

schlechte Imprägniermöglichkeit wegen Verthyllung

Farbfehler bei Verwendung im sichtbaren Bereichen

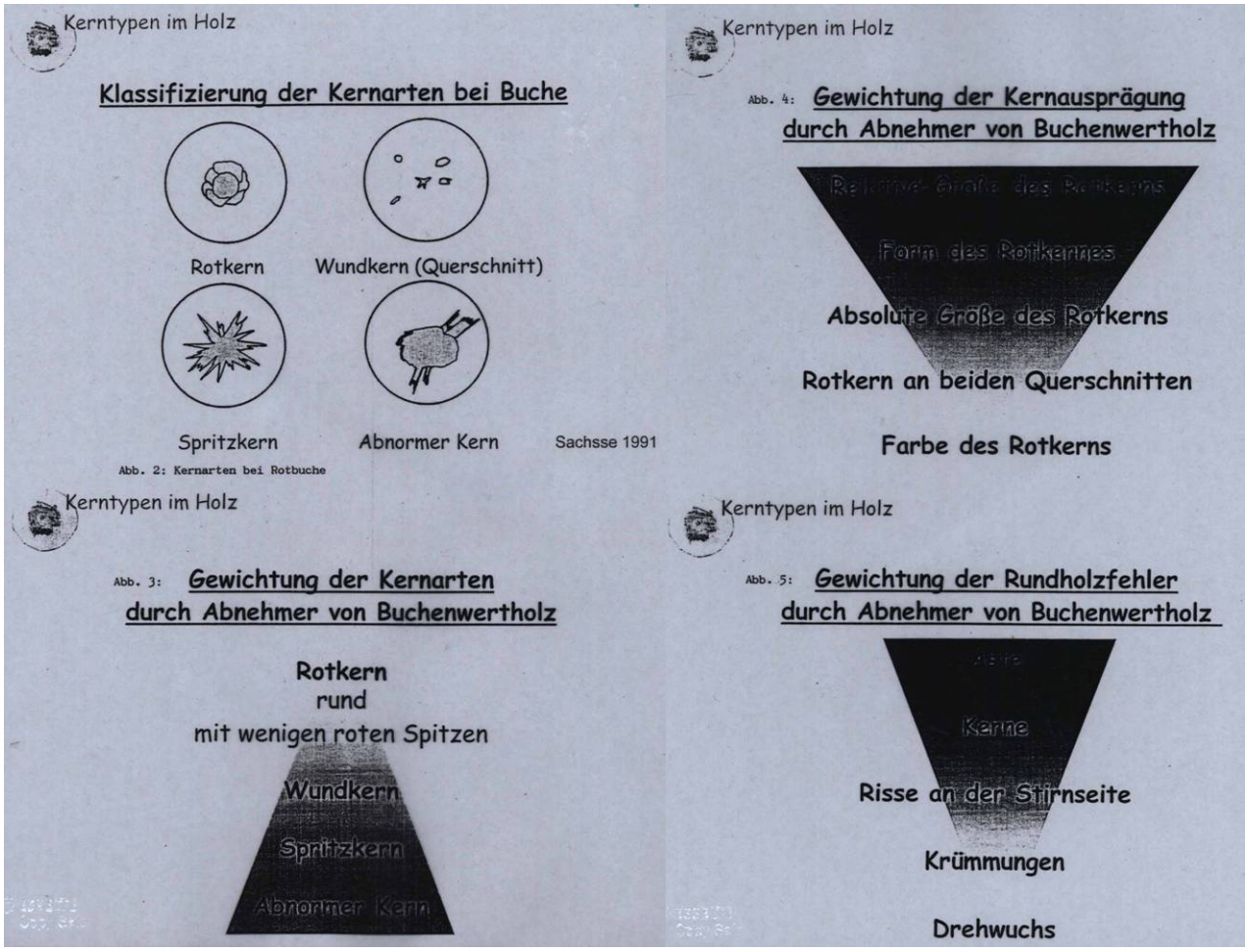
angebliche Brüchigkeit an den Farbgrenzen

Bei Eschenbraunkern wird die Farbveränderung durch Farbstoffeinlagerungen in den Speicherzellen hervorgerufen. Der Verkernungsprozeß läuft unter ähnlichen Bedingungen wie bei der Buche ab. Eine seltene Form der Falschverkernung von Esche ist der Olivkern, bei dem im Querschnitt periodisch Hell- und Dunkelzonen wechseln. Das ist insbesondere bei Furnieren beliebt und ergibt eine streifige Textur ähnlich dem Olivenholz (Holzlexikon S. 523).

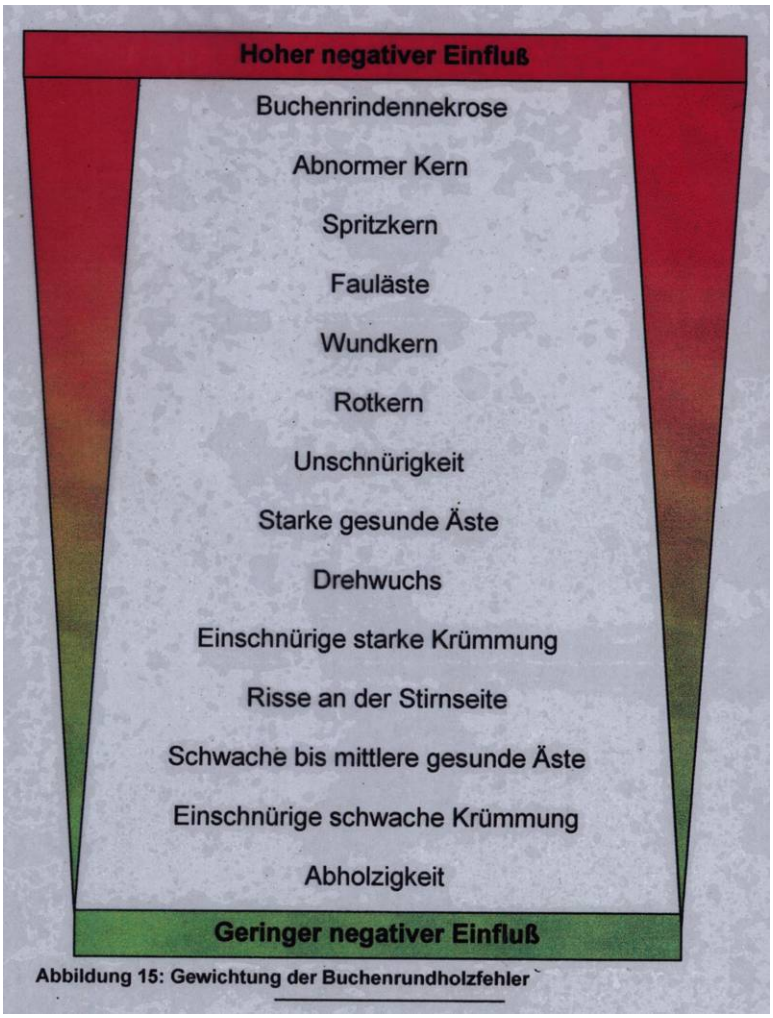
Weitere Beispiele sind: schwarze Färbung des Eichenkernes und Grünfärbung der Linde durch Eisengerbstoffreaktionen. Auch bei Ahorn und Birke kommen Kernverfärbungen vor. Tannen- und Eichen-Nasskerne haben eine höhere Feuchtigkeit bei sonst gleichen mechanischen Eigenschaften.

Foto: FROMMHOLD, H.

Nasskerne kommen auch bei Weymouthskiefer, Douglasie und Hemlocktanne vor. Die braune Verkernung der Esche ist besonders bei der Verwendung als Messerfurnier von Nachteil. Vom Verbraucher wird entweder ein weißer Anteil oder ein einheitlicher Braunanteil je nach Geschmacksrichtung gewünscht.



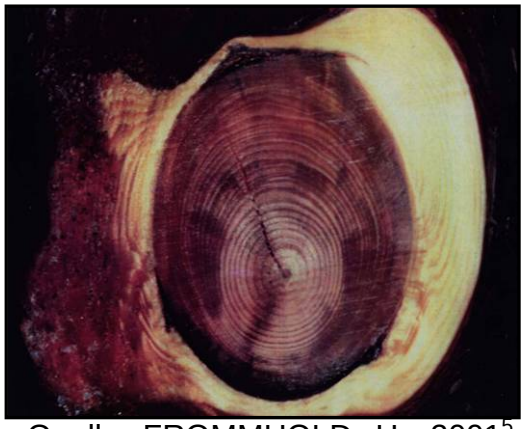
Quelle: SEELING, U.



Quelle: MÜHLE, D., 2000

2.4.2.6 Astigkeit, Beulen, Rosen, Siegel, Chinesenbärte

Innerhalb eines Baumlebens verändert sich die Astigkeit des Einzelbaumes. Während am jungen Baum noch alle Äste vorhanden sind, setzt bei älteren Bäumen nach Beginn der natürlichen Astreinigung eine Differenzierung in Grünastbereich, Trockenastbereich und äußerlich astfreies Stammstück ein. Obwohl naturbedingt an jedem Stamm mehr oder weniger Äste vorhanden sind, werden Äste als Holzfehler eingestuft. In der Literatur kommen Grünäste, Trockenäste, Fauläste, Teilfauläste, Schwarzäste, Hornäste, Wasserreiser und Klebeäste vor.



Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Grünast: gesunder, belaubter oder benadelter Ast

Trockenast: zum Zeitpunkt des Einschlages bereits abgestorbener Ast oder Aststumpf

Faulast: an der Putzstelle erkennbare beginnende Zersetzungserscheinungen im Astbereich; andere Bezeichnungen: auch Teilfaulast, tiefgehender Faulast

Schwarzast: noch berindeter Trockenast, bereits teilweise überwallt, an der Putzstelle sind die Rindenreste gesund oder bereits zersetzt

Hornast: stark verkienter Nadelholzast, abgestorbener Ast, der durch Harzeinlagerung sehr dicht, schwer und widerstandsfähig gegen Fäule geworden ist

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Wasserreiser sind gesunde Äste, die nicht vom Mark aus wachsen, sondern aus Adventivknospen am Stammantel entstehen. Da ihr Durchmesser nur wenige Millimeter beträgt, sind sie, außer bei der Güteklasse A, nicht als gesunde Äste zu zählen. Abgestorbene Wasserreiser werden als „Nägel“ bezeichnet. Als Klebeäste werden größere Wasserreiser bezeichnet. Sie sind als gesunde Äste zu zählen.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Wasserreiser sind dünne Äste, welche oberflächlich im Splint eingewachsen sind, auch immer wieder neu aus Adventivknospen austreibend. Manchmal an älteren Stämmen, auch aus dem Stamminneren kommend, stehen sie nicht mit dem Mark in Verbindung. Ein regelloses Auftreten in jeder Stammhöhe, oft mit örtliche Häufung und wiederholtem Auftreten nach dem Absterben an gleicher Stelle ist vorzufinden.

Bei Eiche werden die eingetrockneten rindennahen Reste als „Nägel“ bezeichnet. Sie kommen neben Eiche z.B. auch bei Pappel, Rüster, Esche und Robinie vor.

Klebeäste sind nicht ins Innere reichende stärkere Wasserreiser und befinden sich unterhalb des eigentlichen Kronenbereiches außerhalb der eigentlichen Astzonen des

Baumes. Sie sind auch an den dünnrindigen, wulstartigen Astansatzstellen zu erkennen.

(79) Unter *Astigkeit* werden alle äußerlich sichtbaren Äste zusammengefasst. Am aufbereiteten Holz sind sie an ihrer Putzstelle oder an ihrer Abbruchstelle zu erkennen. Sie werden in den Tabellen in zwei Gruppen eingeteilt, und zwar in gesunde Äste und Fauläste.

(80) *Gesunde Äste* sind mindestens zu 50 % ihres Umfanges mit dem umgebenden Holz fest verwachsen und weisen keine Anzeichen von Fäule auf. Äste werden gezählt und gemessen. Bei ovaler Querschnittsfläche wird der kleinste Durchmesser gemessen. Generell wird der verkernte Teil des Astes gemessen, weder der Splint, noch die Putzstelle. Bei nicht verkernten Ästen wird der kleinste Durchmesser der sich abzeichnenden Randzone gemessen.

Die Angabe von Ästen erfolgt in Stück pro laufendem Meter bzw. pro 4 laufende Meter. Der Beginn des laufenden Meters ist frei wählbar, in der Regel beginnt er in der Astzone, also nicht am Stammfuß, wenn sich dort ein astfreies Stammstück erstreckt. Auf einem x-beliebigen 1-m-Stück darf an keiner Stelle die erlaubte Astanzahl überschritten werden. Stark gehäuft auftretende Äste dürfen nicht rechnerisch auf astfreie Teile verteilt werden. Ist das verbleibende Reststück kürzer als die Bezugslänge, dürfen die ansonsten erlaubten Äste selbstverständlich nicht vorhanden sein, ist z.B. ein B-Stück nur 3 m lang, so darf es einen Faulast über 3 cm nicht haben, da dieser nur auf 4 lfdm zugelassen ist. Oder ist eine B-Kiefer 5,80 m lang, so dürfen auf den letzten 80 cm nicht 2 gesunde Äste zwischen 3 und 5 cm vorhanden sein. In diesem Falle ist die Astanzahl pro laufendem Meter vom Zopfende her zu überprüfen.

An Astquirlen und anderen Asthäufungen ist selbstverständlich jeder Ast einzeln zu zählen und zu messen. Äußerliche Harzgallen werden nicht als

Dunkel verfärbter oder zu mehr als 50 % schwarz umrandeter, offener und abgestorbener Ast ohne äußerlich erkennbare Zersetzung der Holzsubstanz.	s. offener Ast

Ast mit äußerlich erkennbarer Zersetzung der Holzsubstanz.	s. offener Ast

Ast, der nicht auf der Mantelfläche des Rundholzes sichtbar ist. Er ist an Astnarben, wie z. B. Astbeulen, Siegeln oder Chinesenbärten zu erkennen.	Das Vorhandensein ist zu berücksichtigen. Es handelt sich um Merkmale die auf Fehler hinweisen. Diese werden z. T. gemessen.

Quelle: o.V. , 1994[8]

Äste gewertet.

(81) Als *Fauläste* gelten neben Ästen mit geringer Weichfäule auch alle anderen Äste, also auch Trockenäste, Schwarzäste und Hornäste, welche zu weniger als 50 % ihres Umfanges mit dem umgebenden Holz fest verwachsen sind.

Die verschiedenen Kategorien von Ästen, also Fauläste und gesunde Äste dürfen kumulativ, also zusätzlich, vorhanden sein.

Beachte aber: Auf einem 4 m langen B-Stück dürfen auf jedem laufenden Meter 2 Fauläste bis 3 cm vorhanden sein. Befindet sich aber irgendwo auf diesem Gesamtstück außerdem ein Faulast zwischen 3 und 5 cm, so ist auf diesem lfdm nur 1 Ast bis 3 cm erlaubt, denn es sind auf diesem 4 m langen B-Stück insgesamt maximal 8 Fauläste erlaubt.

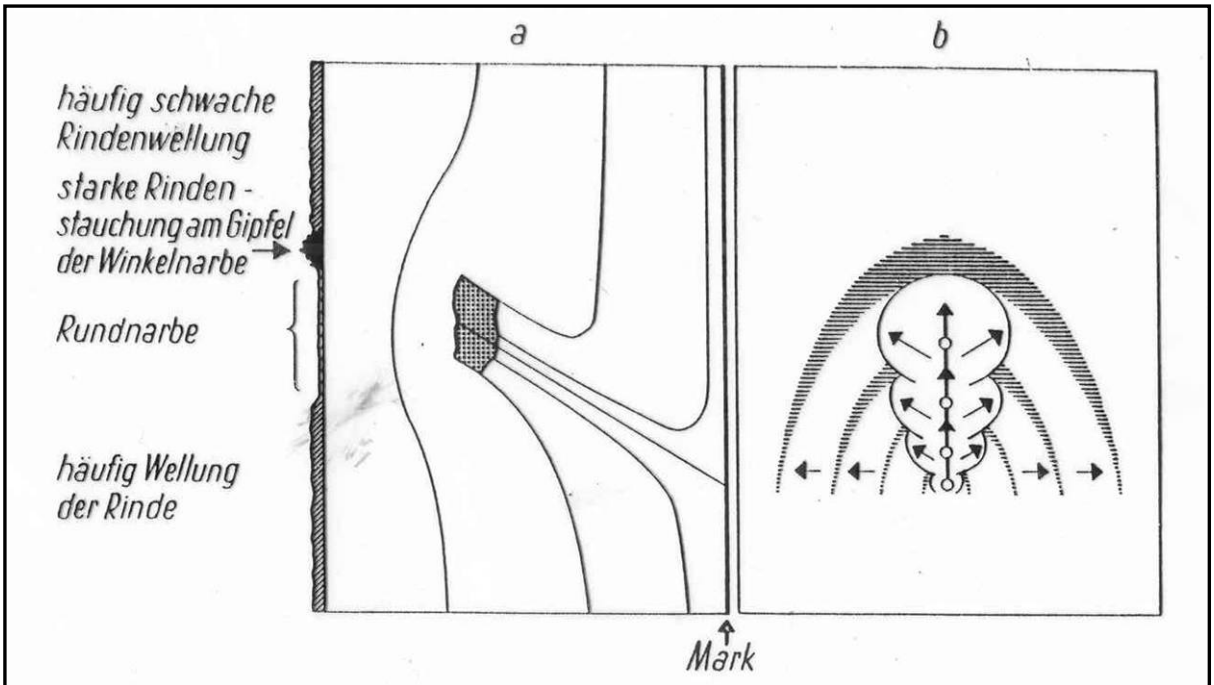


Abb. 96. Entstehung einer Astnarbe (Rund- und Winkelnarbe) durch einen im Winkel von etwa 30° angesetzten Ast; Verlagerung der Astaustrittsstelle und Veränderungen an der Stammoberfläche im Längsschnitt (a), in der Aufsicht (b) (nach H. SCHULZ 1958)

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

(82) *Beulen* (genauer: Astbeulen) sind Erhebungen des Stammantels über eingewachsenen Ästen. Es ist nur zu prüfen, ob sie vorhanden sind. In der Güteklasse A sind Beulen grundsätzlich nicht erlaubt. In den übrigen Güteklassen sind Beulen erlaubt, mit Ausnahme von Kiefer. Da starke Beulen in der Güteklasse C ausdrücklich erlaubt sind, dürfen in Güteklasse B nur schwache Beulen vorhanden sein.

Beulen sollten ab einer Höhe von 5 cm stammparallel aufgeschnitten werden, da zu vermuten ist, dass dann ein Faulast sichtbar ist.

(83) *Beulenfrei* heißt, dass auch die geringste Erhebung, welche auf der Stammantelfläche durch Überwallung eines Astes hervorgerufen wurde, nicht vorhanden sein darf. Nicht als Beulen in diesem Sinne gelten z.B. Harzaustrittsstellen, krebsartige Wucherungen und sonstige Überwallungen.

Bei der Sortierung wird also nur in gesunde oder faule Äste unterteilt. Hinsichtlich der Größe werden Äste in 3 Gruppen eingeteilt:

kleine oder feine Äste

mittlere Äste

große oder grobe Äste

Im Gesetzblatt sind für diese einfache Einteilung keine allgemeingültigen Maßzahlen festgelegt, sondern es sind nur verbale Beschreibungen zu finden, wie z.B. für Sägeholz Güte B:

Einige gesunde Äste von kleinem oder mittlerem Durchmesser, jedoch nicht grobastig, eine geringe Anzahl kranker Äste von geringem Durchmesser ist erlaubt.

In den Hilfstabellen der HKS der Bundesländer sind holzartentypisch Durchmesser und Anzahl der gesunden und faulen Äste angeführt, z. B.: in Brandenburg für Kiefer, Sägeholz, Güte B: gesunde Äste Fauläste

bis 3 cm unbegrenzt 2 Stück pro 1 lfdm

3 bis 5 cm 2 Stück pro 1 lfdm 1 Stück pro 4 lfdm

über 5 cm unzulässig

Nach dem Absterben und Abbrechen der Trockenäste kommt es zur Überwallung des Aststumpfes an der Abbruchstelle, so dass zunächst Beulen und später Astnarben entstehen. Dieser Prozess schreitet bei den einzelnen Holzarten mit unterschiedlicher Geschwindigkeit fort.

Die Wirkung der Äste auf die Fehlerhaftigkeit des Holzes ist abhängig von:

Astdurchmesser, je stärker um so störender

Länge des eingewachsenen Teiles, kurze eingewachsene Stücke sind günstiger

Astwinkel, steile Äste durchziehen bei gleicher Länge des Astes einen größeren Längsquerschnittbereich, steile Äste leben meist länger und werden langsamer überwallt

Vom Astanschnitt beim Einschnitt

Chinesenbärte

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Astigkeit ist auch bei Industrieholz von Nachteil, da die Größe der Hackschnitzel beeinflusst wird, große Holzteile werden in Astnähe herausgerissen.

Auf der Rinde erkennbare Astnarben sind wichtige Weiser für die innere Qualität des Rohholzes. Aus der Größe und Form der Astnarben kann auf die Tiefe der Astabbruchstelle und auf den Durchmesser des überwallten Aststumpfes bei einem bestimmten Astaustrittswinkel geschlossen werden. Astnarben sind holzartentypisch und je nach Rindentyp unterschiedlich ausgebildet. Für eine Reihe von Holzarten wie Buche, Erle, Eiche, Kiefer, Ahorn, Pappel, Rüster und Birke sind

Untersuchungen angestellt worden über den Zusammenhang von Astnarben und Überwallungstiefe bzw. Aststärke und zur Stellung des Astaustrittswinkels.

Siegel, auch als Rundnarben bezeichnet, kommen bei glattrindigen Holzarten, z.B. bei Buche, immer in Verbindung mit Chinesenbärten (Winkelnarben) vor, während Rundnarben bei grobborkigen Holzarten, z.B. Eiche, als Rosen bezeichnet werden.

Während eines Baumlebens verändern sich Form und Größe der Astnarben.

Die Siegelhöhe ist etwa doppelt so groß wie der Durchmesser des überwallten darunter liegenden abgestorbenen Aststumpfes.

ERTELD und ACHTERBERG fanden für Buche eine Abhängigkeit der Überwallungstiefe von der Chinesenbarthöhe. Die Chinesenbarthöhe ist neben der Überwallungstiefe (Tiefe der Astabbruchstelle) auch von der Steilheit des Astes (Astaustrittswinkel) abhängig.

Erteld und *Achterberg* [97] fanden für *Fagus silvatica* L. (Rotbuche) eine Abhängigkeit der Astüberwallungstiefe von der Chinesenbarthöhe wie folgt:

Barthöhe in cm	2	4	6	8	10	12	14	16
Überwallungstiefe in cm	16,8	16,0	15,0	14,0	13,0	12,2	11,2	10,3
Barthöhe in cm	18	20	22	24	26	28	30	32
Überwallungstiefe in cm	9,4	8,4	7,5	6,5	5,6	4,6	3,7	2,8
Barthöhe in cm	34	36	37,8					
Überwallungstiefe in cm	1,8	0,9	0					

Deshalb ist es besser nach KNIGGE und SCHULZ die Breite und Höhe des Siegels ins Verhältnis zu setzen, um daraus über den Radius der Baumscheibe die Länge des eingewachsenen Astes (in seiner Projektion) zu berechnen.

Der Gebrauchswert des Holzes sinkt mit zunehmender Anzahl, mit steigendem Durchmesser und mit schlechterem Zustand der Äste. Besonders die Trockenastzone ist hinderlich.

Erscheinungsformen bei

Schnittholz:

Die gleichen Autoren stellten fest, daß für *Fagus silvatica* L. (Rotbuche) folgende Beziehungen zwischen Siegelhöhe, d.h. dem vertikalen Siegeldurchmesser, und dem Durchmesser des überwallten Astes bestehen:

Siegelhöhe in cm	1,5	3,5	5,5	7,5	9,5	11,5	13,5
Astdicke in cm	1	2	3	4	5	6	7

Demnach ist die Siegelhöhe etwa doppelt so groß wie der Durchmesser des überwallten Astes.

Nachteile: Quelle: WAGENFÜHR, R., 1989[14]

Zeichnung und Faserverlauf sind gestört

Dichteunterschiede ergeben unterschiedliche Quell- und Schwindmaße

Festigkeitseigenschaften sinken mit zunehmender Astigkeit.

Deshalb ist auch an eingeschnittenem Holz die Astigkeit ein wesentliches Sortiermerkmal.

2.4.3 Durch Beschädigungen verursachte Holzfehler

2.4.3.1 Beschädigungen durch Witterungseinflüsse

2.4.3.1.1 Risse

Allgemein wird von Rissen gesprochen, wenn der Holzkörper in Faserrichtung getrennt ist. Auf der Querschnittsfläche verlaufen sie als radiale Risse in Richtung der Holzstrahlen. Die Schwindung des Holzes bei Feuchteabgabe führt zu Spannungen parallel zur Faserrichtung. Diese Spannungen entstehen insbesondere wegen der unterschiedlichen Werte der Schwindung in Längs-, Radial- und Tangentialrichtung und haben Schwindungsrisse zur Folge. Die Schwindmaße differieren bei den schweren Hölzern stärker als bei den leichteren, also ist dort auch die Gefahr der Bildung von Schwindrissen größer, z.B. Buche. Die Rissgefahr hängt von Einschlagszeitpunkt und vom Entrindungszustand ab. Schwindungsrisse stellen auch Eintrittsstellen für Lagerfäule bei längerer Lagerung des Holzes dar.

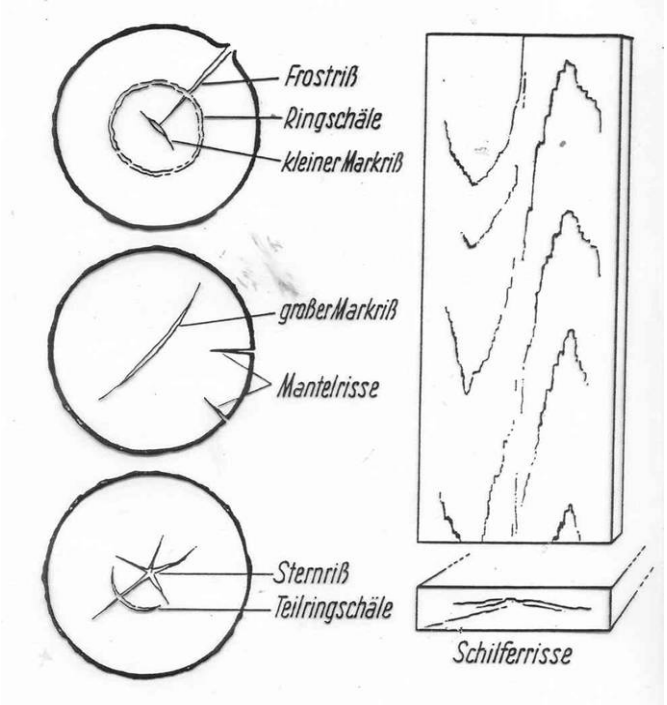


Abb. 61. Darstellung und Bezeichnung verschiedener Rißarten (nach H. SCHULZ 1959)

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

(90) *Kernrisse* verlaufen vom Mark ausgehend radial und dehnen sich auch in Längsrichtung des Stammes beträchtlich aus.

Sie entstehen während des Wachstums, befinden sich meist am Stammfuß und werden nach der Fällung am Fällschnitt sichtbar. Sie können sich während des Austrocknens stark vergrößern und werden auch als Strahlen-, Radial-, Herz- oder Markrisse bezeichnet. Kernrisse entstehen unter Einwirkung exogener biegender Kräfte wie Wind, Schneedruck, Hangneigung und einseitige Krone. Besonders gefährdet sind untere astarme Stammabschnitte von Buche.

Die Säge- und Furniertauglichkeit wird durch Kernrisse wesentlich beeinflusst, weil der Zusammenhalt des Schnittholzes oder Furniers nicht mehr gewährleistet ist. Sie diktieren die Wahl der Messer- bzw. Bearbeitungsebene. Sichtbare Risse werden nach Lage und Größe beurteilt und werden toleriert oder nicht zugelassen. Das weitere Aufreißen kann durch Klammern oder Schutzanstriche verhindert werden.

Die Bezeichnungen ***Ringriss, Ringschäle*** *oder* ***Kernschäle*** werden für Risse verwendet, die mit den Jahrringgrenzen verlaufen. Dabei gilt der Begriff Ringriss, wenn der Riss weniger als 50 % der Jahrringgrenze folgt. Von Ringschäle wird gesprochen, wenn der Riss mehr als 50 % der Jahrringgrenze folgt und die Ablösung des Jahrringes auf den Befall von holzzerstörenden Pilzen zurückzuführen ist. ***Kernschäle*** ist die vollständige Ablösung innerhalb eines Jahrringes vom inneren Kern.

Sind mehrere Ringrisse untereinander durch Radialrisse verbunden, so spricht man von einer *Spinne*.

Ablösungen von Jahrringen findet man durch Biegebelastungen verursacht vorwiegend am trockenen Innenholz der unteren Stammteile von Altbäumen. Sprunghafte Übergänge von engen zu breiten Jahrringen fördern diese Erscheinungen. Ringrisse sind bei jeder Längstrennung des Rohholzes nachteilig, bleiben aber mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Stockbereich begrenzt.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Frostrisse entstehen bei plötzlich einsetzenden Frostperioden in den äußeren Holzzonen der unteren Stammteile und dringen infolge von Spannungen bis tief in den Kern mitunter bis zum Mark vor. Sie kommen weniger bei Nadelhölzern und Weichlaubhölzern vor. Gefährdet sind Hartlaubhölzer wie Esche, Eiche, Ulme, Hainbuche und Ahorn, insbesondere solche mit breiten Holzstrahlen. Frostrisse werden auch als Eisklüfte bezeichnet. Als Ursache für Frostrisse kann die ungleiche thermische Kontraktion von Stamminneren und Stammmantel angesehen werden. Zur Erklärung der Frostrisse wurden mehrere Theorien aufgestellt. Bei Erwärmung schließen sich die Frostrisse wieder durch Bildung von Kallusgewebe ausgehend von den Rändern der Risse.

Schon bei leichten Frösten reißen die alten Risse mit lautem Knall wieder auf. Wiederholen sich Aufreißen und Überwallen mehrfach, so bilden sich so genannte Frostleisten.

Kreuzriss

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

(92) Ein *Kreuzriss* besteht aus mehreren Radialrissen, die in verschiedenen Richtungen (ähnlich einem Kreuz) angeordnet sind. Radialrisse verlaufen an den Hirnflächen entlang dem gedachten Radius. Ihre Längsausdehnung in Richtung Stammachse ist häufig gering.

(93) *Mantelrisse* treten auf der Stammmantelfläche oder auf der Stammmantelfläche und auf der Hirnfläche. Mantelrisse sind häufig auf Harzlachten oder an entrindeten Hölzern zu sehen.

(94) Tiefgehende Mantelrisse sind relativ zum Durchmesser des Stammes zu bewerten, z.B. sind sie in der Güteklasse B nicht erlaubt bis zum Durchmesser von 30 cm ab 2 cm Tiefe und über 30 cm ab 4 cm Tiefe.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

(95) Als *Ausrisse* werden aus dem Holzkörper herausgerissenen Teile bezeichnet. Sie werden durch einen

unsachgemäßen Fällprozess hervorgerufen. Ausrisse können im Zentrum oder im übrigen Teil des Querschnittes angeordnet sein. Sie sind nicht generell durch Längenabzug zu berücksichtigen, sondern nach Lage und Größe von Fall zu Fall zu bewerten. Im Stammzentrum vorkommende zwar lange, aber sehr schmale Ausrisse verbleiben z.B. bei Furnierhölzern in der Restrolle oder in der Restbohle und führen somit zu keinen Holzverlusten.

2.4.3.1.2 Blitzbeschädigungen

Bei Blitzeinschlag in den Baum können sich zunächst so genannte Blitzrinnen in Rinde und Holz bilden. Von da aus entstehen Radialrisse, d. h. Blitzrisse, die das trocken gewordene Holz tief spalten. Sie beginnen meist unterhalb der Kronen und folgen dem Faserverlauf an der Holzoberfläche bis zum Stammfuß. Hier sind Eingänge für Pilz- und Insektenschäden zu finden. Je nach Rindenart und äußerliche Nässe am Stamm rufen Blitzeinschläge keine oder größere Schäden am Stamm hervor. Befindet sich während des Blitzeinschlages eine zusammenhängende Wasserschicht auf der Rindenoberfläche (nur bei glattrindigen Holzarten möglich), so verläuft die Blitzableitung wegen des geringeren elektrischen Widerstandes meist ohne merkbare Schädigung des Baumes. Blitzeinschläge können aber auch zu so genannten Blitzlöchern führen, wenn durch Hitzeeinwirkung die benachbarten Bäume absterben.

Foto: FROMMHOLD, H.

2.4.3.1.3 Beschädigungen durch Hagel, Schnee und Sturm

Hagelkörner verursachen insbesondere in dünnrindigen Jungbeständen Schäden. Sie führen zu Gallen und Rindeneinwüchsen am Stamm. Durch Kronenverletzungen und Verluste an Assimilationsorganen kommt es zu Zuwachsminderungen und zur Gefährdung durch Sekundärschädlinge wie Pilze und Insekten. Schnee- und Windbrüche führen zur Einschränkung der Nutzholztauglichkeit an der Bruchstelle. Die Brüche werden in Schaftbrüche, Wipfelbrüche, Astbrüche und Stauchbrüche eingeteilt.

2.4.3.1.4 Rindenbrand

Durch Freistellen an Südseiten stirbt das Kambium von dünn- und glattrindigen Holzarten wegen Hitzeeinwirkung ab. Nachfolgend kommt es zur Ablösung der trockenen Rinde. Rindenbrand wird auch als Sonnenbrand bezeichnet. Mit Sekundärschäden durch Pilz- und Insektenbefall ist zu rechnen. Das geschädigte Holz ist als Furnierholz nicht und als Sägeholz nur mit Einschränkungen tauglich wegen Überwallungen,

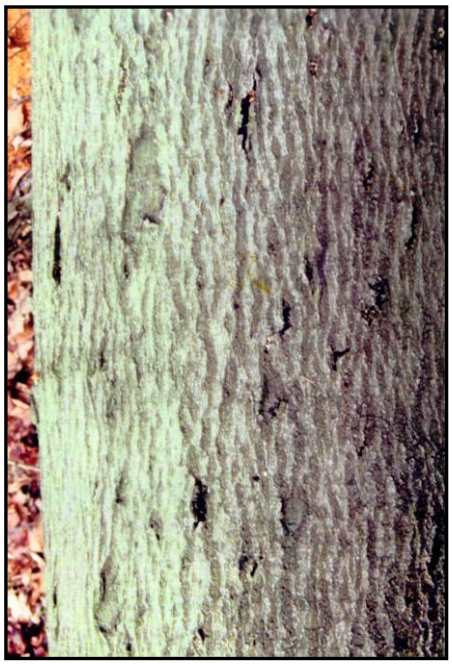
Rindenbrand

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Stammverformung, Rissen, Insekten- und Pilzbefall. Rindenbrand ist in Brandenburg bei Buche in den Güteklassen A und B nicht zugelassen.

2.4.3.1.5 Rindennekrose

Rindennekrose (Schleimfluss) ist primär auf Wassermangel, insbesondere in trockenen Sommern zurückzuführen. Der Wasserhaushalt ist damit ein prädisponierender Faktor. Extrem kalte Winter und Spätfröste begünstigen die Nekrose ebenfalls. Verschärfend wirken sich biotische Einflüsse aus, z.B. Buchenwolllaus und Nectria-Arten, die zur physiologischen Schwächung führen. Rindennekrose kommt vorwiegend an Buche, aber auch in zunehmenden Maße an Eiche vor. Nekrose kommt in jedem Alter, besonders aber in über 60jährigen Beständen, vor. Zunächst entsteht im Frühjahr ein wässriger Ausfluss, welcher später austrocknet und schließlich überwallt. Die Wunden sind meist sehr klein, können aber in Einzelfällen bis zu 1 m groß werden. Ihre Tiefe hängt vom Befallsalter und vom Überwallungszeitraum ab.



Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Die Schadbilder sind nicht auf Pilz- oder Bakterienbefall begründet, derartiger Befall ist eher eine Folgeerscheinung. Kleinflächige Rindenablösungen und Absterben des Kambiums führen zur Überwallung der Schadstelle. Äußerlich ist die Nekrose an Rindennarben und im Holz an so genannten T-Fehlern zu erkennen. Die Schadbilder sind ähnlich dem Sonnenbrand, aber viel kleiner und nicht an einer bestimmte Himmelsrichtung orientiert. Rindennekrose ist in Brandenburg bei Buche in der Güteklasse A nicht und in der Güteklasse B nur vereinzelt mit Preisnachlass erlaubt.

2.4.3.2 Beschädigungen durch Menschen

Hierzu zählen bewusst in Kauf genommene und unbewusst verursachte, teilweise nicht gänzlich vermeidbare Beschädigungen vornehmlich bei der Bewirtschaftung des Waldes.

2.4.3.2.1 Eingewachsene Fremdkörper

Fremdkörper gelangen auch heute noch dadurch ins Holz, indem z.B. Zäune und Hinweisschilder an lebenden Bäumen befestigt werden und im Laufe der Jahre überwallt werden. Am häufigsten sind unter dieser Rubrik eingewachsene Geschoßteile vorzufinden. Diese Geschoßsplitter haben gegenüber Nägeln und Schrauben den Nachteil, dass sie wegen der Härte des Stahles nicht nur das Holz schädigen, sondern auch in ganz erheblichem Maße die Bearbeitungswerkzeuge, vornehmlich die Gattersägen, Bandsägen oder bei Furnieren die Messerwerkzeuge. Fremdkörper verursachen im Holz Veränderungen des Faserverlaufes, Verfärbungen und Fäule. Für splitterbefallenes und splitterverdächtiges Holz gibt es in den AVZB besondere Anordnungen.

2.4.3.2.2 Fällungsschäden und Schäden durch falsche Fällzeiten

Schäden, die durch falsche Fällung entstehen, können sich auswirken durch

Beschädigung des Unterwuchses durch Räumung über Naturverjüngung oder Voranbau während der Vegetationsperiode

Beschädigung der Nachbarbäume, durch Anstreifen entstehen Rindenverletzungen, (so genannte Schlagschäden), bei Sommerfällung ist der Entrindungswiderstand geringer als im Winter, deshalb entstehen größere Schäden

Beschädigung des gefällten Stammes infolge Aufreißens bei unter Spannung stehenden Baumteilen

Ausrisse im Holz durch falschen Fallkerb, fehlenden Splintschnitt

Holzschäden an Naturverjüngungen und Voranbau überwallen später und befinden sich in Marknähe, also im inneren astreichen Teil des Stammes und spielen somit eine untergeordnete Rolle. Schlagschäden haben unterschiedliche Auswirkung im Hinblick auf Winter- oder Sommerfällung wegen des geringeren Entrindungswiderstandes im Sommer. Selbst kleine Wunden verheilen dann schlecht. Es ist mit Fäule und Pilzbefall zu rechnen. Bei Überwallung entstehen z. T. tiefe Einbuchtungen, die Durchmesservergütungen zur Folge haben. In der HKS sind diese Schäden nicht ausdrücklich aufgeführt.

Fällschäden durch Aufreißen sind deshalb besonders nachteilig, weil sie die unteren astfreien Erdstammstücke betreffen und deshalb zu erheblichen Erlöseinbußen führen.

(98) *Stammverletzungen* sind Schlagschäden, Rückeschäden, Schälschäden und andere äußerliche mechanische Schäden. Sie hinterlassen Rindenmerkmale, die entweder ausgeschlossen sind oder ähnlich der Harzlachtenüberwallung zu messen bzw. zu bewerten sind. Zu anderen mechanischen Schäden zählen auch Verletzungen aus Kriegshandlungen und militärischen Übungen. Sofern sich neben Verletzungen auch Fremdkörper als Folge dieser Handlungen im Holz befinden, sind die besonderen vertraglichen Regelungen für Splitterholz zu beachten (49). Ferner ist auf Folgeschäden wie Stammtrockenheit, Fäule, Risse und Insektenfraßgänge zu achten (76; 89). Gegebenenfalls sind Rinde bzw. Borke zu entfernen, um den Schaden besser auch hinsichtlich seiner Tiefe beurteilen zu können.

Durch falsche Fällzeiten verursacht können außerdem folgende Schäden entstehen:

Gefahr der ***Verblauung*** bei Kiefernerthölzern durch Sommerfällung

Verfärbung von Laubhölzern, insbesondere Ahorn und Birke bei Sommereinschlag

Foto: FROMMHOLD, H.

Mondphasenholz:

Lostage sind günstige Holzeinschlagstage

am Thomastag (21.12.) zwischen 11 und 12 Uhr ist die günstigste Holzeinschlagszeit im Jahr

Forstamt Parsberg (bei Regensburg) schlägt Mondphasenholz für das Sägewerk Karl Erl, Franklmühle. 92363 Breitenbrunn

Quelle: „Forstliche Mitteilungen“ 9/97, S. 267, Schmutzer, Josef, 1912

Forschungsbericht von Seeling, U. „Einfluss des Fällzeitpunktes auf Schwindungsverhalten und die Feuchte des Holzes von Fichte“

2.4.3.2.3 Transportschäden

Durch Transport verursachte Schäden können sowohl am transportierten Holz, als auch am verbleibenden Bestand entstehen. Am transportierten Holz können folgende Schäden auftreten:

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Aufsplitterung der Querschnittsfläche

Abstreifen der Rinde beim Rücken, was zu Bläue, Insektenbefall und Rissbildung führen kann

Beschädigung oder völlige Beseitigung von Astnarben führt zu Problemen bei der Sortierung und bei der Übergabe von Werthölzern.

Transportschäden am verbleibenden Bestand, also Rückeschäden, sind ähnlich zu beurteilen, wie Schlagschäden. Es entstehen dabei Eintrittsstellen für Pilze und Insekten. Bei Nadelhölzern ist hier insbesondere der Wurzelschwamm zu nennen. Da diese Schäden am Erdstamm auftreten, sind sie stärker erlösmindernd als Schlagschäden. Moderne motorisierte Rückemethoden führen zu stärkeren und häufigeren Rückeschäden, als Rückung mit Pferden.

2.4.3.2.4 Lagerschäden

Hierunter fallen Schäden mit folgenden Ursachen:

Polterung in Nass-Stellen (führt zu Fäulegefahr)

Polterung an Stellen, die der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt sind

(führt zu verstärkter Rissbildung)

Fäulegefährdung durch fehlende Unterlagen

Verblauung von Kiefernholz durch zu lange Lagerzeiten bei ungünstiger Witterung

Rissbildung infolge ungenügenden Schutzes der Hirnflächen, z.B. durch fehlende S-Haken bei Buchen-Stammholz

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

2.4.3.2.5 Schäden durch Harzung

Die Harzung der Kiefer wurde in den neuen Bundesländern 1990 eingestellt. Trotzdem finden wir in Brandenburg noch auf einer Fläche von ca. 18000 ha geharzte Kiefernbestände mit einem Vorrat von ca. 4,7 Mio. Vfm vor (Quelle: BraFona, 2000, Ausgabe 89). Mit zunehmendem Alter der Harzlachten

verschlechtert sich die Qualität des Kiefern-Stammholzes. Folgende harzungsbedingte Holzfehler treten auf:

Risse auf der Mantelfläche der Harzlachte

Unrundigkeit (Probleme beim Einspannen des Holzes in die Zugwalzen im Gatter)

Verkienung

Rotstreifigkeit

Volumenverlust

Bei der Gütesortierung der Kiefer ist die Höhe der Überwallung der Harzlachte zu beachten. In der Güteklasse B sind z.B. 2 Harzlachten mit einer Überwallungshöhe bis 4 cm zugelassen.

2.4.3.3 Beschädigungen durch Tiere

2.4.3.3.1 Holzzerstörende Insekten

Auf Insekten, die an Wurzeln, Blättern, Nadeln, Blüten, Früchten, Knospen und Rinde vorkommen, wird nicht eingegangen.

(99) *Insektenschäden* im Sinne der HKS sind generell nur von Insekten verursachte Schäden, die im zu sortierenden Holz erkennbar sind. Schäden an Borke, Rinde, Kambium, Zweigen, Ästen mit nicht verwertbarem Holz, Blättern, Nadeln, Früchten und Wurzeln zählen nicht zu Insektenschäden im Sinne der HKS.

(100) Die Begriffe *„ausgeschlossen“* und *„nicht zulässig“* verbieten demzufolge diese Insektenschäden nicht.

(101) *Zulässig bzw. keine Anforderungen* bedeutet, dass die vorhandenen Insektenschäden noch eine 40prozentige schnittholztaugliche Nutzung des Holzes erlauben.

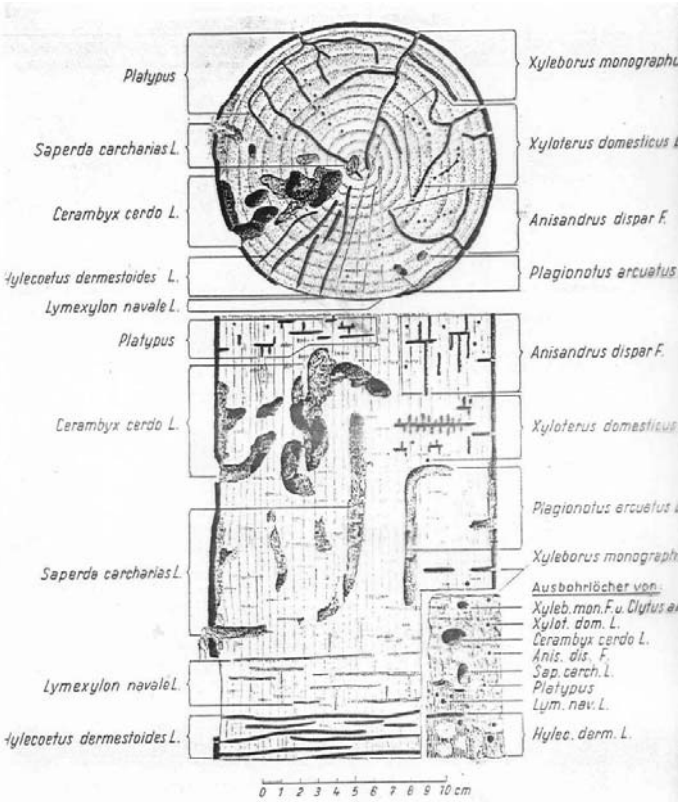


Abb. 68. Fraßbilder wichtiger Laubholzschädlinge

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

Einteilung der holz-schädigenden Insekten:

Primärschädlinge, die Holz gesunder lebender Bäume zerstören

Insekten, die im Kambium minieren und deren Überwallung Markierungen im Holz hinterlassen (Agromizyden, Minierfliegen, z.B. bei Birke und Erle)

Sekundärschädlinge, die im Holz kränkelnder Bäume oder Baumteile leben

Insekten, die überwiegend in lagerndem oder verbautem Holz vorkommen

Insekten, die in faulen oder zersetzten Holz vorkommen

Einige Insekten, die in kränkelnden Bäumen oder auch an lagerndem Holz vorkommen,

davon im Laubholz:

Gestreifter Nutzholzborkenkäfer	Trypodendron lineatus
Großer Pappelbock	Saperda cacharias
Großer Eichenbock	Cerambyx cerdo
Weidenbohrer	Cossus cossus
Blausieb	Zeuzera pyrina
Erlenrüßler	Cryptorhynchos lapathi
Laubnutzholzborkenkäfer	Xyloterus domesticus
Eichennutzholzborkenkäfer	**Xyloterus signatus**
Kleiner schwarzer Wurm	**Xyleborus monographus**
Ungleicher Holzbohrer	Xyleborus dispar

davon im Nadelholz:

Gestreifter Nutzholzborkenkäfer	**Xyloterus lineatus**
Gewöhnlicher Werftkäfer	Hylecoetus dermestoides
Schiffswerftkäfer	Lymexylon navale
Fichtenbock	Tetropium luridum
Lärchenbock	**Tetropium gabrieli**
Rossameise	Camponotus herculeanus
Riesenholzwespe	**Sirex gigas**
Blaue Kiefernholzwespe	**Sirex juvencus**
Bäckerbock	**Monochamus galloprovincialis**

Die fettgedruckten Arten spielen besonders bei der Güteklasseneinteilung eine Rolle und sind deshalb im Kommentar zur HKS genannt.

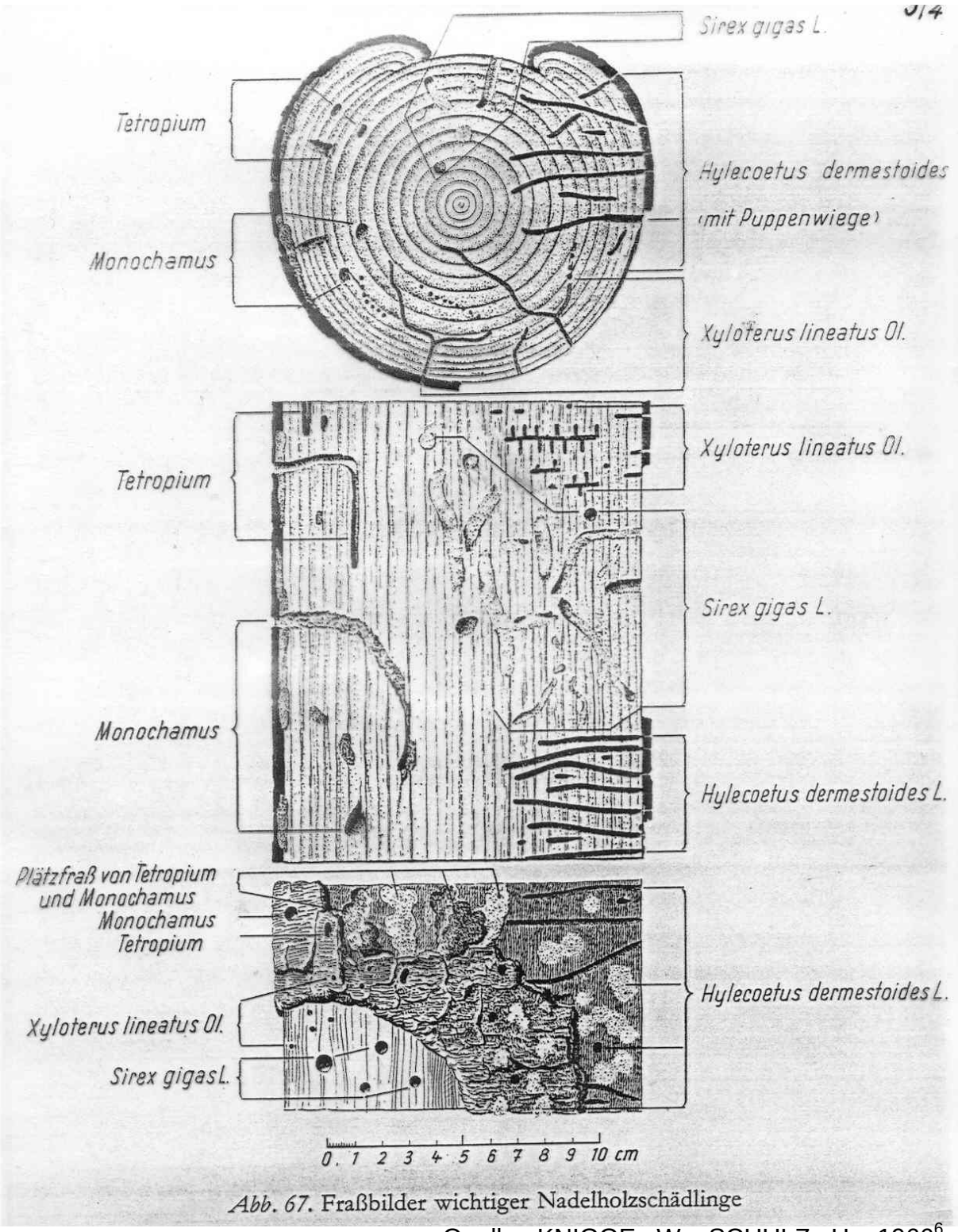


Abb. 67. Fraßbilder wichtiger Nadelholzschädlinge

Quelle: KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966[6]

2.4.3.3.2 Beschädigungen durch andere Tiere

Schäden, die durch Rot-, Dam-, Muffel- und Rehwild in Form von Verbiss, Schälen oder Fegen hervorgerufen werden, gehören hierher. Von Bedeutung sind besonders Schäden, die aus Sommerschälung hervorgehen, da diese Fehler zu langwierigen Überwallungsprozessen führen mit Pilzbefall und Fäule. Bei Verbiss kann es zu Entmischung und Verhinderung von Naturverjüngung kommen. Unbedeutende Holzfehler gehen von Hasen, Kaninchen, Mäusen, Eichhörnchen und Spechten aus.

2.4.3.4 Beschädigungen durch Pilze

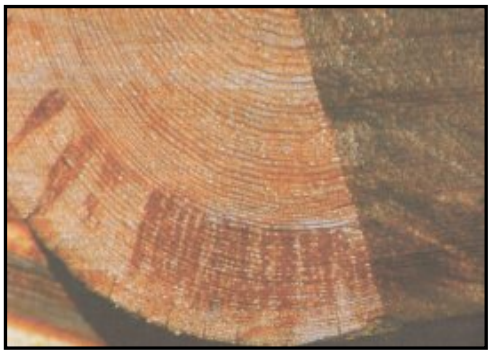
2.4.3.4.1 Holzverfärbende Pilze

An Kiefer und anderen Nadelhölzern tritt durch Befall von Ascomyceten eine Blaufärbung des Splintholzes ein. Die blaue Farbe des Holzes kommt von der dunklen Farbe der Hyphen. Die Hyphen wandern durch Zellwände und Tüpfel ins Innere der Zelle und füllen die Frühholztracheiden mitunter vollständig aus. Die Bläuepilze leben von den Zellinhaltsstoffen, z.B. vom Plasma der Markstrahlparenchymzellen und bauen die Zellwände nicht ab. Somit wird die Festigkeit des Holzes nicht beeinträchtigt. Die Wertminderung des Holzes bezieht sich auf seine stark eingeschränkte Verwendung im sichtbaren Bereich und auf seine verminderte Imprägnierfähigkeit. Günstige Entwicklungsmöglichkeiten finden Bläuepilze bei Holzfeuchten zwischen 25 und 100 % in der wärmeren Jahreszeit. Neuerdings kommt Verblauung aber auch an milden Herbst- und Wintertagen bei Temperaturen über 10°C vor.

Rasche Abfuhr und Verarbeitung vermindern die Bläuegefahr. Mit Chemikalien und Inertgas kann lagerndes Holz vorbeugend behandelt werden. Auch Wasserlagerung hilft gegen Verblauung. Neuerdings sind auch Versuche gegen Verblauung durchgeführt worden, indem Kiefernholz mit farblosen Bläuepilzen geimpft wurde. Eintrittsstellen für den Pilz sind Hirnflächen und entrindete Mantelflächen. Aus diesem Grunde sollte auf die Entrindung von lagerndem Holz im Sommer verzichtet werden. Einzelne Bläuetüpfel sind in der Güteklasse B erlaubt, in Güteklasse A ist Bläue ausgeschlossen.

(102) *Rotstreifigkeit* wird durch Pilze hervorgerufen, die in einem weiteren Wachstum die Zellwand völlig zerstören. Zunächst sind rötliche Streifen erkennbar, die sich vom übrigen Holz deutlich abheben.

Sie kommt bei Fichte und in Verbindung mit harzungsbedingten Fehlern auch bei Kiefer vor.



Quelle:http://www.pentol.ch/images/photo/mushrooms/Rotstreifigkeit_2.jpg

2.4.3.4.2 Holzzerstörende Pilze an stehenden Bäumen

Aus einer Vielzahl von holzzerstörenden Pilzen sollen 4 Beispiele erwähnt werden:

Kiefernbaumschwamm	Phellinus pini (Trametes pini)
Wurzelschwamm	Fomes annosus (Trametes radiciperda)
Hallimasch	Armillaria mellea
Lärchenkrebs	Dasyscypha willkommii

Kiefernbaumschwamm (Phellinus pini) ist ein wichtiger Schädling an Kiefernstammholz. Der Pilz tritt über verkernte, noch nicht überwallte oder verharzte Astabbrüche ins Holz ein und breitet sich nach oben und nach unten von der Infektionsstelle ausschließlich im Kernholz aus. Das befallene Holz ist als D-Holz zu sortieren, sofern noch 40 % gewerbsmäßig verwendbar ist. Kiefernbaumschwamm ist eine Alterserscheinung und kommt verstärkt nordöstlich von Berlin vor.

Erkennbar ist der Baumschwamm an:

Hirnschnitten

Konsolen (Fruchtkörpern), werden bis zu 50 Jahren alt, entstehen erst nach 15-20 Jahren, vornehmlich an der Westseite von Bäumen

Spechtlöchern

tiefen Einbuchtungen unter Astansatzstellen

beginnender Ringschäle abseits der Befallsstelle (verwechselbar mit Stockfäule)

verstärkten chinesenbartähnlichen Harzausfluss an ehemaligen Astansatzstellen

Fäuleerscheinungen an Trockenaststummeln (krümelig, schokoladenbraun)

verstärkte Beulenbildung an den Befallsstellen

Frühholz wird intensiver abgebaut als Spätholz, daraus folgt Ringschäle

im Inneren zunächst Weißlochfäule, später auch Zerstörung der Cellulose

Wenn Verdacht auf Kiefern-Baumschwamm besteht, ist bei fehlenden Konsolen auf eine Kombination der oben aufgeführten Merkmale zu achten. Bei der Gütesortierung ist im Zweifelsfall der liegenden Stamm zu trennen. Vom Schwamm befallenes Holz darf nur in Güteklasse D sortiert werden. Wenn weniger als 40 % des Holzvolumens gewerbsmäßig zu gebrauchen ist, kommt selbst diese Güteklasse nicht mehr in Frage. Durch diesen Pilz wird Frühholz intensiver abgebaut als Spätholz, dadurch kommt es zu Ringschäle, also zum Ablösen von Jahrringen. Im Inneren kommt es zunächst zu einer Weißlochfäule, weil der Pilz nicht gleichzeitig Lignin und Cellulose abbaut. Die kleinen weißen Flecken erscheinen, wenn nur das Lignin abgebaut wird. Später erfolgt die Zerstörung der Zellulose, so dass die bekannte amorphe, krümelige, braune Struktur erkennbar ist.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Arten der Fäule:

Weißfäule: auch Korrosionsfäule, holzzerstörende Pilze bauen zuerst Lignin ab, Holz färbt sich hell, charakteristisch sind dunkle Linien, welche die befallenen Teile von den gesunden Teilen abgrenzen. Diese so genannten Demarkationslinien erlauben dem Pilz, die Feuchtigkeit im Holz zu regulieren.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Braunfäule: auch als Rotfäule bezeichnet, holzzerstörende Pilze bauen bevorzugt Zellulose ab, Lignin bleibt stehen, sieht also braun aus, angeblich ist die „Rotfäule“ der Fichte eine Weißfäule, bei der die rote Verfärbung durch pilzeigene Stoffe hervorgerufen wird

Moderfäule: erfolgt bevorzugter Zelluloseabbau, hat geringe Bedeutung an lebenden Bäumen.

(76) *Fäule* ist Zersetzung des Holzes durch Einwirkung holzzerstörender Pilze. Es wird differenziert zwischen Fäule und Faulflecken. Holz mit Fäule ist nicht mehr beil- und nagelfest. Gemessen wird die Faulstelle in ihrer größten Ausdehnung auf einer Strecke der Querschnittsfläche. Dieser Wert wird prozentual angegeben zum mittleren Durchmesser der Fläche, auf welcher die Fäule gemessen wurde. Eine Ermittlung der Flächengröße der Fäule erfolgt nicht.

Foto: FROMMHOLD, H.

Stockfäule (Fomes annosus) ist grundsätzlich gesund zu schneiden, da ihre Längsausdehnung nur gering ist. Bereits nach 1 m bis 2 m kann die Stockfäule in gesundes Holz übergehen.

(77) *Faulflecken* kennzeichnen örtlich verfärbtes Holz (außer Bläue und Rotstreifigkeit), das noch beil- und nagelfest ist und bereits von holzzerstörenden Pilzen angegriffen wurde. Der Ort des Auftretens von Fäule oder Faulstellen ist kein Unterscheidungsmerkmal.

3 Vermessung und Sortierung des Holzes

3.1 Vermessung

Warum wird Holz vermessen?

1. Vermessung ist nötig zur Feststellung von Verkaufseinheiten
2. Im Bereich der absoluten Sortierung werden Messungen zur Abgrenzung von Sorten durchgeführt, z.B. Zopfstärken, Mindestlängen, Aststärken u.a. messbare Holzfehler
3. Verlohnung der Waldarbeiter
4. Vollzugsnachweis der Holzernte (nach Gesetz auch für Statistik nötig)
5. Aktualisierung des Datenspeichers Waldfonds

Maßeinheiten für die Rohholzmessung z.B. für den Verkauf sind

m^3	= m^3 (f) = fm	Stammholz
rm	= m^3 (r)	Schichtholz
m^3(S)		Schüttvolumen Hackschnitzel
tA	= Tonne atro	Industrieholz lang
tL	= Tonne lutro	Parkettholz
dt	= Dezitonne	Schmuckreisig
St	= Stück	Weihnachtsbäume

Frühere Maßeinheiten: 1 Ster = 1 rm, 1 Klafter = 3-4 rm, preußischer Klafter: 3,4 m^3

Für die forstliche Naturalbuchführung gilt als einheitliches Maß der Kubikmeter feste Holzmasse = Festmeter. Wurde das Rohholz zum Zwecke der Verlohnung oder des Verkaufs in rm, kg, t oder Stück erfasst, so muss für die Verbuchung eine Umwandlung über Umrechnungsfaktoren in m^3 erfolgen.

Folgende Umrechnungsfaktoren kommen zur Anwendung:

Länge	m.R.	o.R.
1 m	0,7	0,8
2 m	0,65	0,75
3 m	0,6	0,7

1. Spalte beinhaltet die Umrechnungsfaktoren von Raummeter mit Rinde in Kubikmeter ohne Rinde (rm m. R. in m^3 o.R.)

2. Spalte beinhaltet die Umrechnungsfaktoren von Raummeter ohne Rinde in Kubikmeter ohne Rinde (rm o. R. in m^3 o.R.)

Beispiel: 2 rm m.R. 1 m lang ergeben 1,4 m^3 o.R.

3.1.1 Geräte zur Holzvermessung

Die Vermessung des Rohholzes erfolgt in Brandenburg nach den Ausführungen der HKS:

Manuell geführte Messgeräte

Zur manuellen Durchmesserermittlung sind nur handelsübliche Kluppen in geeichter Ausführung zu verwenden. Zur Längenbestimmung von Holz oder Holzstapeln sind Messstäbe oder Messbänder zu verwenden.

Dabei gelten folgende Vorschriften:

Gesetz über die Einheiten im Messwesen in der Fassung der Bekanntmachung vom 22.02.1985 (BGBl. I , S. 410)

Eichordnung vom 12.8.1988 (BGBl. I, S. 1657)

Gesetz über das Mess- und Eichwesen (Eichgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.03.1992 (BGBl. I, S. 711)

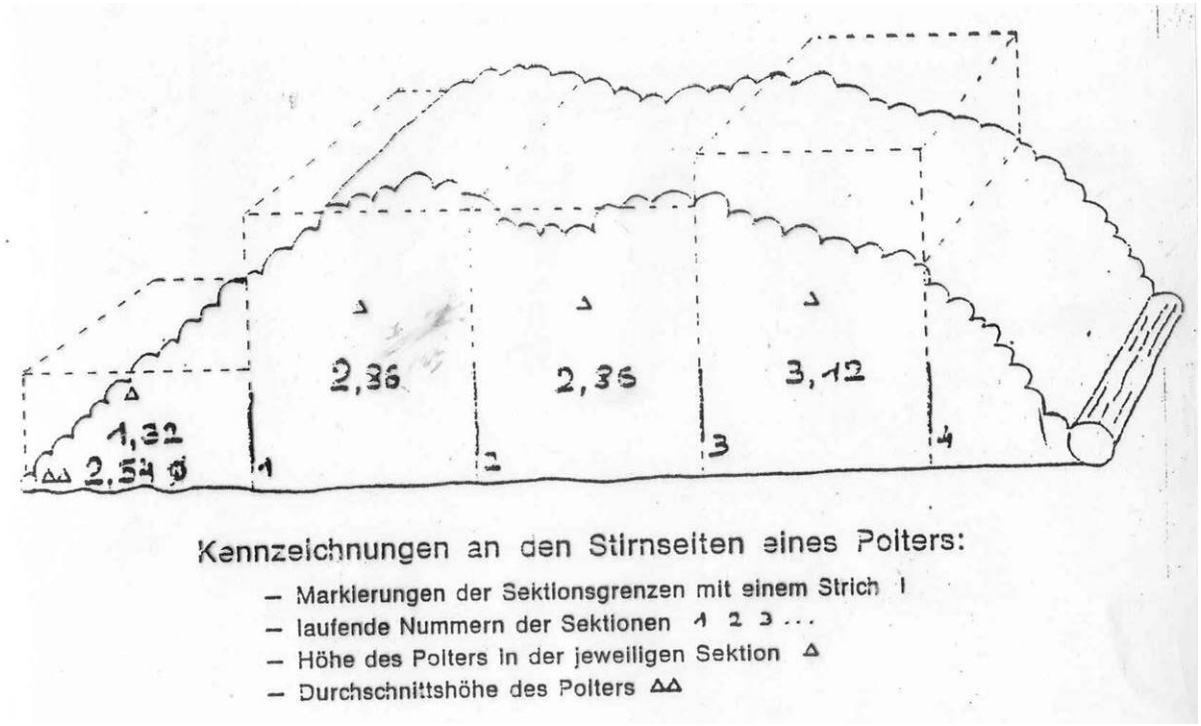
Nach diesem Gesetz ist es verboten, Messgeräte zur Bestimmung der Länge und des Volumens ungeeicht im geschäftlichen Verkehr zu verwenden (Problem Harvestervermessung).

Neben der manuellen Messung gibt es elektronische Messgeräte, die an Maschinen im Walde, auf Holzhöfen oder im Werk zugelassen sind.

Elektronische Messgeräte

Die elektronische Vollvermessung (145) ist in holzbearbeitenden Maschinen im Wald, auf Holzhöfen oder im Werk zugelassen. Es gelten die Anforderungen wie bei manuell geführten Messgeräten.

(145) Unter Vollvermessung ist eine einzelstückweise Messung von Länge und Durchmesser sektionsweise, meist in Längenabschnitten von 1-cm-Stufen zu verstehen. Die Messgeräte arbeiten meist auf elektronischer Basis und sind in stationäre oder fahrbare Maschinen eingebaut.



3.1.1.1 Messen des Durchmessers

Stammholz wird ohne Rinde erfasst, d. h. sie wird entweder vor dem Messen entfernt oder es wird nach dem Entrinden gemessen oder es erfolgt die Berücksichtigung rechnerisch über Rindenabzüge nach einer Rindenabzugstabelle.

1.5.
Rindenabzugs-
tabelle

Baumart	Rindentyp	Durchmesser mit Rinde (cm)	Abzug vom Durchmesser mit Rinde (cm)
Kiefer, Lärche (158)	Spiegel- und Übergangsrinde:		1
	Borke: Langholz über 8 m Länge, Langholzabschnitte		2
	Langholz bis 8 m Länge, Erdstamm-Langholzabschnitte (159)		4
Fichte, Tanne	alle Rindentypen	bis 24	1
		25 bis 39	2
		ab 40	3
Rotbuche	alle Rindentypen	bis 34	1
		ab 35	2
Traubeneiche, Stieleiche, Rüster, Robinie	alle Rindentypen	bis 39	3
		40 bis 59	5
		ab 60	6
Eichen	alle Rindentypen	ab 100	Einzelmessung
Esche, Ahorn, Weißbuche, Linde, Erle, Birke, Roteiche, Aspe, Obstbäume	alle Rindentypen	bis 39	2
		ab 40	4

(158) Bei Kiefer und Lärche ist unter Langholz bis 8 m Länge zu verstehen, dass die Länge von 8,00 m zuzüglich einem Längenübermaß von 1 % gleich 8 cm hier mit einbegriffen ist. So werden bei diesem 8 m langen Stamm mit

Erdstammcharakter 4 cm Rinde abgezogen. (159) *Erdstamm-Langholzabschnitte* bedeutet, dass bei diesen wie auch bei Hölzern bis einschließlich 8 m Länge der Erdstammcharakter gewahrt bleiben muss. Der Erdstammcharakter ist gewahrt, wenn der Stamm, z.B. durch „Gesundschneiden“ wegen Rissen, Fäule und sonstiger Schäden, vom Fällschnitt her um nicht mehr als 2 m gekürzt wurde. Wenn der Erdstammcharakter nicht gewahrt wurde, also mehr als 2 m abgetrennt wurden, werden in jedem Falle bei Borke nur 2 cm Rinde abgezogen.

Durchmesser werden in Zentimeter angeben. Der Mittendurchmesser wird in der Stamm-Mitte (halbe Stammlänge) bis zu 20 cm Durchmesser mit Rinde (Pappel 21 cm m.R.) durch einmaliges waagerechtes Kluppen, wie der Stamm im Walde liegt, ermittelt. Ab 21 cm Durchmesser mit Rinde (Pappel 22 cm m.R.) erfolgen zwei zueinander senkrecht stehende Messungen (möglichst des kleinsten und des größten Durchmessers) und anschließender Mittelbildung. Die gemessenen Werte werden auf ganze cm abgelesen. Bei kreuzweiser Kluppung werden beide Einzelmessungen auch auf ganze cm abgelesen. Anschließend wird das arithmetische Mittel nach unten auf ganze cm abgerundet (Weglassen der mm).

Wenn nicht der kleinste und der größte Durchmesser gemessen werden, kommt es immer zu größeren Werten bei der Berechnung des Mittelwertes. *Fällt die Messstelle auf einen Astquirl oder auf einen sonst unregelmäßigen Stammteil, so wird der Durchmesser aus dem Mittel der Messungen gleich weit oberhalb und unterhalb der Stamm-Mitte ermittelt. Liegt ein Messring vor, wird der Mittendurchmesser direkt ohne Rinde gemessen.*

Längenzugaben (unten als *Längenübermaß* bezeichnet) bleiben bei der Feststellung der Stammitte zur Durchmesserermittlung unberücksichtigt (bei Längenzugaben infolge von Fehlern sind Entscheidungen individuell nach Sachlage zu treffen).

Bei Langholz Heilbronner Sortierung und bei Schwellen wird auch der Zopfdurchmesser gemessen. Diese Messung spielt auch eine Rolle für die Ermittlung des Mindestzopfdurchmessers (kleinster Durchmesser bei einmaliger Kluppung so, wie der Stamm im Walde liegt, ohne zu drehen und ohne mit der Kluppe körperliche „Verrenkungen“ anzustellen).

3.1.1.2 Längenmessung

Die Holzlänge wird in Metern mit einer *Dezimalstelle gemessen und angeben.* Zentimeter werden nicht abgelesen. Vielfach wird auf halbe Meter ausgehalten. Die Längenmessung beginnt immer am stärkeren Ende.

Grundsätzlich ist ein Längenübermaß (146) von 1% zu geben. In der TGL wurde dieses Längenübermaß auf maximal 10 cm begrenzt (gilt aber heute nicht mehr). *Bei Abschnitten können im Einzelfall abweichende Regelungen mit dem Käufer vereinbart werden.*

(146) *Längenübermaß* bedeutet, dass der Stamm an der Stelle mit Übermaß getrennt wird, aber ohne dieses Übermaß in das Holzaufnahmebuch eingegeben wird. Demzufolge wird dem Käufer das Längenübermaß nicht mit in Rechnung gestellt.

Bei Stämmen mit Fallkerb beginnt die Längenmessung in der Mitte des Fallkerbes (148).

(148) Unter der *Mitte des Fallkerbes* ist die halbe Fallkerbhöhe zu verstehen. Die andere halbe Fallkerbhöhe wird dem Sägewerker nicht in Rechnung gestellt, weil

ein Stück des Stammes fehlt und weil der Fällschnitt nicht in jedem Fall rechtwinklig zur Stammachse geführt wird.

Bei Schwellen wird ein Übermaß von 2 % mindestens aber 10 cm gewährt (Schwellen werden aber in Brandenburg nicht extra ausgehalten).

Bei Stangen werden Gruppen gleicher Längen und gleicher Durchmesser gebildet und das Volumen 100-stückweise angegeben. Der Durchmesser wird 1 m über dem Stammfuß gemessen. Bei Stangen über 7 cm Durchmesser erfolgt die Gruppeneinteilung nach Längen- stufen. Beim Schichtholz werden Länge, Breite und Höhe des Stapels gemessen. Früher: 1 m lang, 1 m breit und 104 cm hoch. Näheres unter dem Punkt Raummaßermittlung. Unterlagenhölzer sind beim Messen nicht mit einzubeziehen.

3.1.2 Volumenermittlung

Wozu ist eine Volumenermittlung nötig?

als Verkaufsmaß auf der Holzrechnung

als Grundlage für die Verlohnung der Arbeiter

für den Vollzugsnachweis bei der Holzernte

für die Aktualisierung des Datenspeichers Waldfonds

Die Volumenermittlung kann stereometrisch, xylometrisch oder hydrostatisch erfolgen. Eine genaue Volumenermittlung könnte durch Xylometrie erreicht werden. Da dieses Verfahren aber für die oben aufgeführten Ziele zu aufwendig ist, nimmt man Ungenauigkeiten in Kauf, und es erfolgen stereometrische Messungen. Das Volumen von Schichtholz wird im Raummaß ermittelt, bei Stammholz wird das Festmaß berechnet.

3.1.2.1 Festmaßermittlung

Die Stammform ähnelt der Form eines Paraboloids bzw. eines Kegelstumpfes. Aus diesem Grunde wird näherungsweise die Volumenermittlung über Mittenfläche mal Länge (HUBER´-sche Formel) vorgenommen. Ziemlich genaue Ergebnisse erreicht man damit für normal geformte Stämme. Unregelmäßig geformte Stämme müssen sektionsweise kubiziert werden, wenn die Genauigkeit der Messung erhöht werden soll (siehe Klammerstamm: mehrmalige Durchmesser-Ermittlung erhöht die Genauigkeit und führt zu mehr Volumen).

Das Einzelstückvolumen wird aus der Multiplikation der gemessenen Holzlänge und der anhand der Mittendurchmesserkluppung berechneten Mittenkreisfläche ermittelt (Mittenflächenformel). Die Längen- und Durchmesserwerte gehen dabei mit den vorgeschriebenen, abgelesenen Werten (fälschlich: forstüblich nach unten gerundet) in die Berechnungen ein.

Langholz mit unregelmäßiger Form wird sektionsweise vermessen (149).

(149) Die sektionsweise Vermessung ist im Walde nicht praxisüblich. Gegenüber der Verwendung der Mittenflächenformel ergeben sich hier fast immer höhere Volumenwerte. Dieses größere Volumen kommt zwar dem „wahren Wert“ des Holzvolumens näher, führt aber zu Ungleichheiten gegenüber dem Kunden bei wahlweiser Anwendung der Messverfahren.

Das Festmaß selbst wird auf 2 Dezimalstellen gerundet angegeben (die Rundung erfolgt hier nicht „forstüblich“). Die Maßeinheit heiß Kubikmeter im Festmaß: m^3(f).

Abschnitte können vereinfacht aufgenommen werden, indem die Längensummen je Durchmesserklasse (in 1-cm-Stufen) in Form einer Strichliste ermittelt werden. Das Volumen von Vollbäumen wird ebenfalls nach Länge und Mittendurchmesser berechnet; ist diese Vermessungstechnik nicht durchführbar, kann das Volumen ausnahmsweise auch auf Gewichtsbasis beim Empfänger ermittelt werden.

Bei gestapelten Fixlängen kann die Volumenermittlung über die Feststellung der Zopfdurchmesser mit speziellen Zopfdurchmessertabellen erfolgen.

Bei genormten Abmessungen (z.B. Masten) kann ein Normvolumen ermittelt und das Gesamtvolumen über Stückzahl hergeleitet werden. Die Volumenermittlung für Stangen erfolgt anhand der Stückzahl nach Umrechnungstabelle.

Stichprobeweise Messungen (150) von Holz mit Festmaßbestimmung (z.B. Mantelvermessung gepolterten Holzes, Messung jedes n-ten Baumes u. ä.) sollten wegen der in der Praxis fehlenden Repräsentanz nicht angewandt werden. Sollte im Einzelfall diese Meßmethode trotzdem eingesetzt werden, muss die ausdrückliche Einigung mit dem Käufer vorher erfolgen.

(150) Das Stichprobeverfahren ist hier nur Verlohnungsmaß. Für LAS gilt das zugelassene elektronische Maß als Verkaufsmaß. Für LAK gilt das Raummaß als Verlohnungs- und Verkaufsmaß.

Bei Mantelvermessung wird der Durchmesser nur in den zugänglichen „Mantelbereichen“ des Polters gemessen.

3.1.2.2 Raummaßermittlung

Raummaße werden für hand- oder maschinengesetztes Kurzholz und Stockholz erhoben. Die Ermittlung des Festmaßvolumens aus dem Raummaßvolumen kann für Kurzholz mit Hilfe der Umrechnungstabellen in Anlage 1, Tab. 1.1 erfolgen. Dieses abgeleitete Festmaß ist nur für statistische Zwecke, nicht aber als Verkaufsmaß anwendbar.

Handgesetztes Kurzholz

Das Volumen wird zunächst durch Multiplikation der tatsächlichen Polterhöhe mit der Sortenlänge (Poltertiefe) und der Polterlänge berechnet. Um das Mengenübermaß zu berücksichtigen, wird das berechnete Volumen um 4 % reduziert.

Maschinengesetztes Kurzholz

Das maschinengesetzte Kurzholz wird nach dem Sektionsmessverfahren vermessen. Dazu wird das Holzpolter auf der Vorder- und Rückseite in Sektionen jeweils konstanter Länge eingeteilt und die Höhe in der Mitte (151) jeder Sektion auf beiden Seiten gemessen.

(151) Die Messung der Polterhöhe von Industrieholz sollte generell in der Mitte der jeweiligen Sektion und zwar auf jeweils 5 cm-Stufen gerundet vorgenommen werden, nicht wie auf Seite 41 der HKS beschrieben *forstüblich auf 1 cm gerundet.* An dieser Stelle muss die tatsächliche Höhe auch dann gemessen werden, wenn sie nicht der mittleren Polterhöhe der Sektion entspricht. Ein Mittelwert wird später arithmetisch berechnet und nicht vor der Rechnung eingeschätzt, da es sonst bei Kontrollmessungen zu Meinungsverschiedenheiten kommen kann (weitere Hinweise siehe Messanweisung für maschinengesetztes Kurzholz, HKS Anlage 3, Seite 39+40).

Die Vermessung von LAS/LAK im Walde kann auf verschiedene Weise erfolgen:

Stirnflächenverfahren

Strichlinienverfahren

Raummaßermittlung (Umrechnungsfaktoren müssen ergänzt werden)

Stichprobeverfahren auf dem Schlag

Mantelvermessung

Einzelstückvermessung auf dem Schlag

Zum Gebrauch und zur Erläuterung dieser Verfahren wird ein Erlass ausgearbeitet.

Das Volumen wird durch Multiplikation der hergeleiteten durchschnittlichen Polterhöhe mit der Sortenlänge (Poltertiefe) und der Polterlänge berechnet. Hinzu addiert wird das Volumen des die letzte Sektion überragenden Restes. Das Übermaß wird wie bei handgesetztem Kurzholz durch Reduktion des Gesamtvolumens um 4 % (152) berücksichtigt.

(152) Hohlräume dürfen im Polter bis zu einer Größe des mittleren Rollendurchmessers vorhanden sein. Die Volumenreduktion wird auch dann nicht auf Beträge über 4 % erhöht, wenn die Hohlräume an den Polter-Stirnseiten größer als der mittlere Rollendurchmesser sind. Konsequente Schlussfolgerung muss sein: Polter mit unerlaubten Hohlräumen sind neu aufzusetzen. Die Sortenlänge (Poltertiefe) ist anhand von Kontrollmessungen zu überprüfen. Die Toleranz für Längenabweichungen beträgt ± 2 cm.

Das Volumen hand- und maschinengesetzten Kurzholzes wird unter Berücksichtigung des Mengenübermaßes von 4 % auf 2 Dezimalstellen angeben. Die 3. Stelle hinter dem Komma ist wegzulassen („forstüblich“ nach unten zu runden), bevor die Volumenreduktion erfolgt. (lt. HKS Brandenburg S. 41). Maßeinheit ist Kubikmeter im Raummaß: m^3(r).

Überschießende Polterlängen sind entweder als Rest separat über Länge mal Höhe zu ermitteln oder gedanklich der letzten Sektion hinzuzufügen, so dass sich ihre Höhe verändert. In beiden Fällen reduziert sich die Gesamtlänge auf die Anzahl der Sektionen mal Sektionslänge.

Sektionslängen bei unterschiedlichen Polterlängen:

bis 10 m 1m, bis 20 m 2m, bis 40 m 4 m, bis 60 m 6m, bis 80 m 8 m (HKS, S. 41)

Unterlagenhölzer sind bei der Höhenermittlung des Polters nicht einzubeziehen. Folgende Hinweise sind beim Aufsetzen maschinengesetzter Polter zu beachten:

Das Holz ist ohne Seitenstützen auf festem Grund bzw. auf Unterlagenhölzern an LKW-befahrbaren Waldwegen aufzusetzen.

Das Anlehnen des Holzes an Bäume ist nicht zulässig.

Die Polterhöhe soll 3 m nicht übersteigen, da die Unfallgefahr steigt, die Messgenauigkeit der Höhenermittlung darunter leidet und die Meßlatte in der Regel nur 3 m lang ist.

Die Polterlänge (Lp) wird mit dem Bandmaß an der Basis des Polters erhoben. Danach wird das Polter auf der Vorder- und Rückseite in gleichviele gleichlange Sektionen (Ls) eingeteilt. Die zu wählende Sektionslänge richtet sich nach der Repräsentanz der Stichprobe. Folgende Werte sollen Anhalt für die Sektionsabstände in Abhängigkeit von der Großbeugenlänge geben:

Großbeugenlänge (m)	Sektionslänge (m)
bis 10	1
über 10 bis 20	2
über 20 bis 40	4
über 40 bis 60	6
über 60 bis 80	8
über 80 bis 120	10
über 120 bis 160	12
über 160 bis 200	14
über 200	16

Die Sektionsgrenzen sind farbig zu markieren. Die Grenze der letzten Sektion ist durch einen senkrechten Farbstrich (MSL) zu kennzeichnen.
Die Länge des Polters, welche die letzte Sektion überschreitet (Lü), wird gesondert erhoben.
Die Poltertiefe (Tp) ist die Sortenlänge. Die Einhaltung der vorgegebenen Sortenlänge ist durch Stichproben zu überprüfen.
In der Mitte der einzelnen Sektionen ist die Polterhöhe jeweils mit einer Meßlatte forstüblich auf 1 cm gerundet zu messen. Danach ist die Polterhöhe als Mittelwert aus den sektionsweisen Messungen (AHS) herzuleiten.

Das Poltervolumen ist als Produkt aus Länge, Tiefe und mittlerer Höhe des Polters in m^3(r) mit zwei Dezimalstellen zu ermitteln.
Das Volumen der am Polterende nicht mehr (von einer vollen Sektion) erfaßten „überschießenden" Hölzer wird gesondert ermittelt: Auf der Vorder- und Rückseite wird in der Mitte die Höhe gemessen. Die daraus gemittelte Höhe wird mit der aus Messungen an Vorder- und Rückseite gemittelten überschießenden Länge (Lü) und der Poltertiefe (Tp) multipliziert. Das so errechnete Volumen ist ebenfalls in m^3(r) mit zwei Dezimalstellen darzustellen und wird dem Poltervolumen der vollen Sektionen hinzugerechnet. Das sich daraus ergebende Gesamtvolumen ist forstüblich nach unten auf zwei Dezimalstellen zu runden. Danach ist die Volumenreduktion um 4% vorzunehmen und das Volumen mit zwei Dezimalstellen darzustellen.

Beispiel:

Gesamtpolterlänge: 19,40 m

Poltervolumen der vollen Sektionen

Polterlänge Lp : bei 9 Sektionen á 2 m 18,00 m
Poltertiefe Tp : entsprechend der Sortenlänge 2,00 m
Polterhöhe : als Mittelwert von 18 Höhenmessungen (AHS), (9 Sektionen, jeweils Vorder- und Rückseite) 1,98 m
Poltervolumen : 18 m × 2 m × 1,98 m = 71,28 m^3 (r)

Poltervolumen der überschießenden Polterlänge

Polterlänge Lp : überschießender Teil 1,40 m
Poltertiefe Tp : entsprechend der Sortenlänge 2,00 m
Polterhöhe : Mittelwert aus 2 Höhenmessungen (AHü), (Vorder- u. Rückseite) 0,80 m
Poltervolumen : 1,40 m × 2 m × 0,80 m = 2,24 m^3 (r)

Poltervolumen insgesamt 73,52 m^3 (r)

Reduziertes Poltervolumen

Reduktion um 4 % Übermaß $\frac{73{,}52 \times 96}{100}$ = 70,58 m^3 (r)

Aufmaßergebnisse

Lfd. Nr.	Polter Nr.: Polterhöhe vorne	Polter Nr.: Polterhöhe hinten	Polter Nr.: Polterhöhe vorne	Polter Nr.: Polterhöhe hinten	Polter Nr.: Polterhöhe vorne	Polter Nr.: Polterhöhe hinten
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
Sa. Höhen						
Ø Höhe						
Gesamtlänge						
Länge bis zum Ende der letzten Sektion						

Holzvolumenberechnung

Polter Nr.:	Polter: Tiefe (Rollenlänge)	Polter: Länge bis zum Ende der letzten Sektion	Polter: Höhe	m^3/r	+ Rest m^3/r	= Gesamtvolumen m^3/r	Gesamtvolumen – 4 % Übermaß $(\cdot \frac{100}{104})$ m^3/r
						Bruttoraummaß	

Quelle: o.V., 1992[9]

Das Holz ist möglichst dicht zu setzen und gegebenenfalls mit dem Greifer nachzurütteln, da die Mengenübermaß-Regelung in gleicher Höhe für hand- und maschinengesetztes Holz gilt.

Hohlräume sind nur bis zum mittleren Rollendurchmesser erlaubt

nicht in Nassstellen poltern

Kranfreiheit beachten (nicht unter tiefhängenden Ästen poltern)

Stirnflächengleich poltern

3.1.3 Werkseingangsvermessung

Werkseingangsvermessung findet beim Holzverbraucher statt als Gewichtsvermessung lutro oder atro für Industrielangholz und -schichtholz in Ausnahmefällen auch für Verwendungssorten, z.B. Parkettholz statt. Außerdem wird Werkseingangsvermessung für Langhölzer wie Sägeholz, Holzhofholz, Palettenholz, Profilzerspanerholz usw. angewendet, indem Durchmesser und Länge des Holzes elektronisch ermittelt werden.

Werksaufmaß nach Gewicht

Gewichtsmaße können für Industrielangholz, Industrieschichtholz, Vollbäume, Hackschnitzel und Rinde erhoben werden. Die Ermittlung des Festmaßvolumens aus dem Gewicht kann mit Hilfe der Umrechnungstabelle in Anlage 1, Tab. 1.2 erfolgen. Die Kontrolle des Vermessungsverfahrens durch den Waldbesitzer oder seinen Beauftragten muss jederzeit möglich sein. Die Ergebnisse der Probenahmen und die Wiegescheine sind vom Käufer nach Waldbesitzer, Abteilungen und Unterabteilungen getrennt zu erstellen und dem Waldbesitzer oder seinem Beauftragten als Bestandteil der Abrechnungen auszuhändigen. Die Art der Meßmethode und die Anzahl der Probenahmen sind vom Käufer auf der Schlussabrechnung zu dokumentieren.

atro-Gewichtsvermessung:

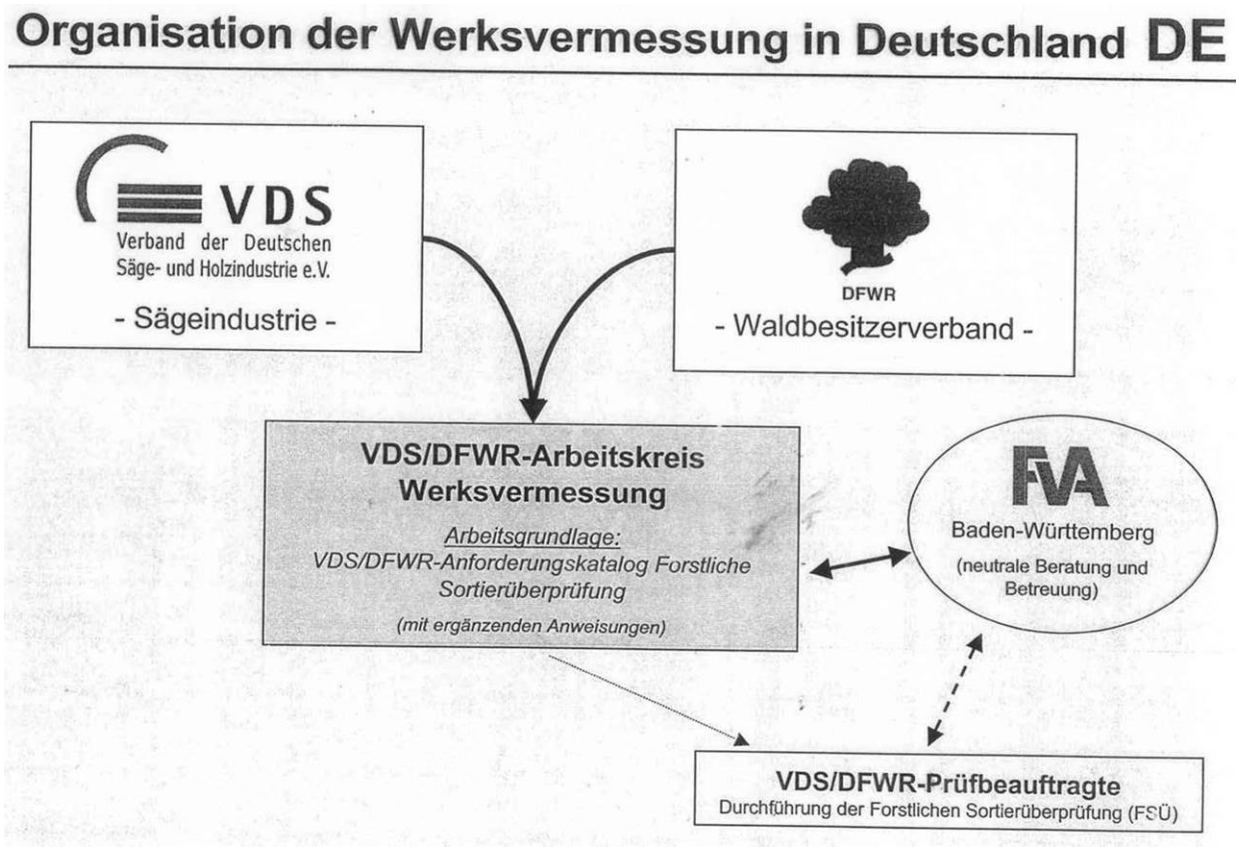
Zusätzlich zum Gewicht des geladenen Holzes ist anhand einer mit Spezialfräsen repräsentativ gewonnenen Stichprobe im Labor der Trockengehalt einer Ladung zu bestimmen. Anstelle von Spezialfräsen werden umgebaute Motorsägen zur Probenahme benutzt.

Brauchbare Ergebnisse sind nur bei korrekter Probenahme (153), *geeigneter Laborbehandlung und einwandfreier Zuordnungsmöglichkeit der gewogenen Masse und der gezogenen Proben auf den einzelnen Waldbesitzer und Forstort zu erwarten.*

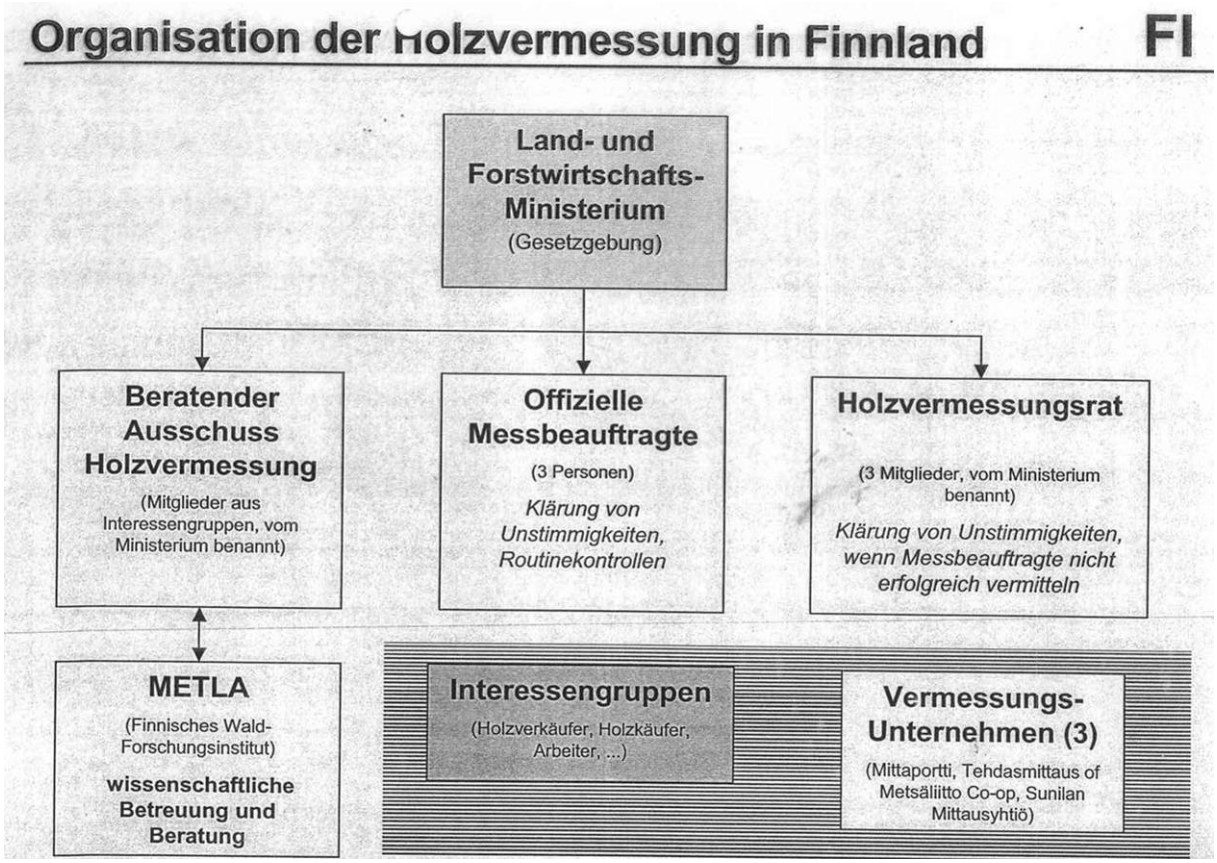
(154) Inzwischen wird dieses Verfahren überwiegend beim Einkauf von Industrieholz angewendet. Die Gegenüberstellung von Volumenmaß im Walde und Gewichtsmaß im Werk erbrachte in der Gesamtsumme für das Land Brandenburg pro Abrechnungsjahr eine befriedigende Übereinstimmung.

Wertbestimmende Größe für die Verwendung des Holzes für die Platten- und Zellstoffproduktion ist die Holztrockensubstanz. Aus diesem Grunde wünscht der Abnehmer das atro-Gewicht des Holzes

(ohne Wasser und ohne durch Transport bedingte Verunreinigung) als Verkaufsbasis.



Quelle: WURSTER, M., 2004



Dabei wird aus Bruttogewicht und Leergewicht des LKW das Frischgewicht der Ladung ermittelt. Danach wird mit einer Motorsäge, Fräse oder mit einem Bohrer eine Späneprobe genommen. Diese Späneprobe muss repräsentativ für die gesamte Fahrzeugladung sein, soll also möglichst dünnes und dickes, trocknes und feuchtes Holz sowie Splintholz und Kernholz anteilig erfassen. Verschiedene Holzarten und verschiedene Eigentümer sind zu berücksichtigen. Aus diesem Grunde wird eine Linienstichprobe quer über die Fahrzeugladung gelegt.

Die Späne werden mindestens 50 cm entfernt von den Hirnschnitten entnommen. Mindestens 500 g der Späne werden aufgefangen, gemischt und davon 100 g ausgewählt, gewogen, bei 103 °C ±2 °C 24 Stunden im Trockenschrank getrocknet (siehe Darrdichte) und wieder gewogen (eigentlich ist so lange zu trocknen, bis Gewichtskonstanz eintritt, für industrielle Zwecke genügen dann häufig schon 12 Stunden). Die Trocknung kann außerdem mittels Heißluft- oder Infrarotgerät erfolgen. Der Zeitaufwand ist dann wesentlich geringer, die Genauigkeit aber noch umstritten. Aus dem Frisch- und Trockengewicht dieser Probe wird der Trockengehalt in Prozent der Ladung ermittelt.

$T\ \% = m_0 / m_u * 100$

(m_0 = atro-Gewicht; m_u = Frischgewicht)

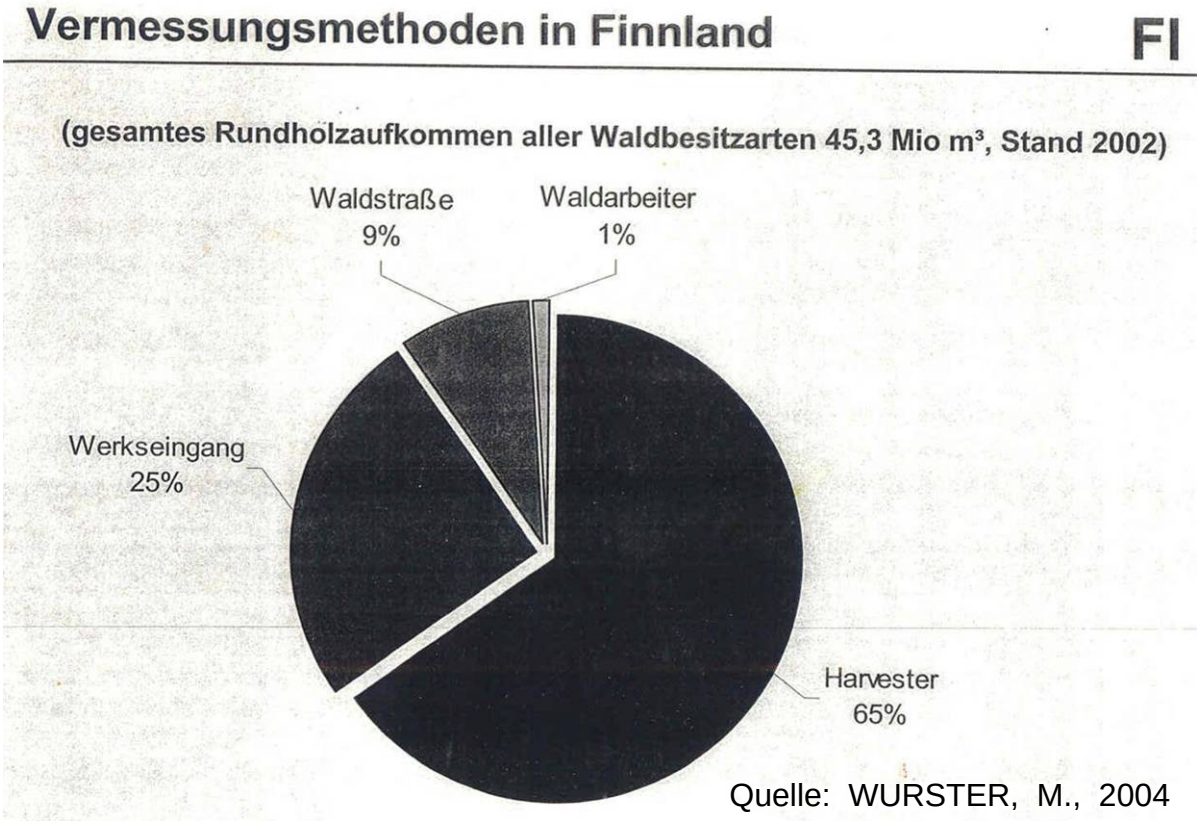
$m_0 = mu * T / 100$

(T = Trockengehalt)

Quelle: WURSTER, M., 2004

Vom Gewicht dieser 100 g-atro-Probe wird das atro-Gewicht der gesamten LKW-Ladung berechnet. Bei 40 rm Zuladung können das ca. 24 t sein. Es erfolgt also eine Umrechnung von 0,1 kg auf 24000 kg. Die Auswirkungen von Messfehlern sind demzufolge verheerend.

Das Frischgewicht der Kiefer liegt bei etwa 600 kg/rm, während das atro-Gewicht sich bei 300 kg/rm einpegelt.



Quelle: WURSTER, M., 2004

Elektronisches Werksaufmaß nach Länge und Durchmesser

Die Vermessungskosten für einzelstückweise Vermessung per Hand sind erheblich, sie steigen pro m³ enorm mit abnehmenden Durchmesser des Holzes. Dadurch ergibt sich eine erhebliche Kostenbelastung durch Vermessung bei schwachen Sorten.

Aus diesem Grunde und weil Holz für verschiedene Bedürfnisse mehrmals gemessen wird, z. B. für:

Verlohnung von Einschlag und Rücken

Vollzugsnachweis/ Bestandesbuchhaltung

Verkauf

Transportvergütung

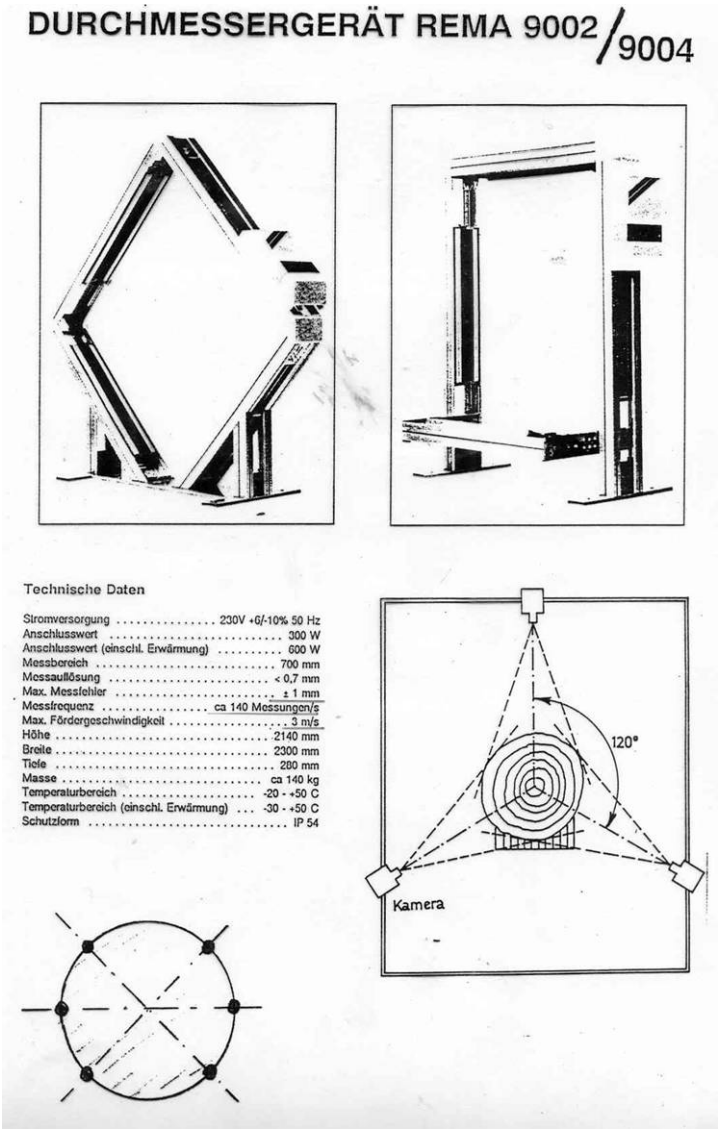
Optimierung der Verwendung beim Empfänger

Wareneingangskontrolle

wurden Überlegungen über eine rationelle Werkseingangsvermessung angestellt. Mehrfachmessungen sollen dadurch vermieden und die Genauigkeit gesteigert werden. Seit 1994 haben sich in Deutschland inzwischen 60 Sägewerke einer amtlichen Eichung und einer forstlichen Sortierüberprüfung unterzogen. Ab II. Quartal 2001, so haben sich DFWR und VDS geeinigt, wird die Messung von Krümmung und Abholzigkeit in die Werkseingangsvermessung aufgenommen (Quelle: AFZ/DerWald, 23/2000, S. 1266 und www.werkeingangsvermessung.de).

Die Werkseingangsvermessung erfolgt mittels elektronischer Vermessung von Durchmesser und Länge. Die Durchmesserermittlung bei diesen stationären Anlagen erfolgt über optische Verfahren, z.B. mittels Lichtvorhang oder Lichtband.

Diese Methode wird in Sägewerken, Profilzerspaneranlagen wie auch auf Holzhöfen, z.B. mit der Anlage REMA 9002/9004 genutzt. Die Messgenauigkeit beträgt 0,7 mm. Die Abtastgeschwindigkeit wird mit 120 m/s angegeben.



Quelle: Werbung

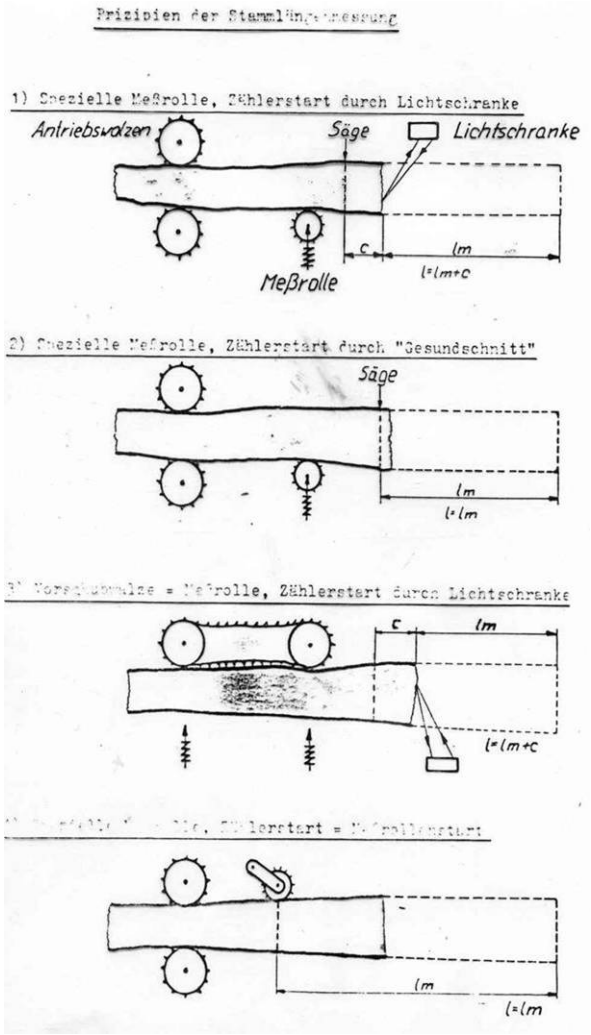
Auch über Taster kann die Durchmesserermittlung erfolgen.

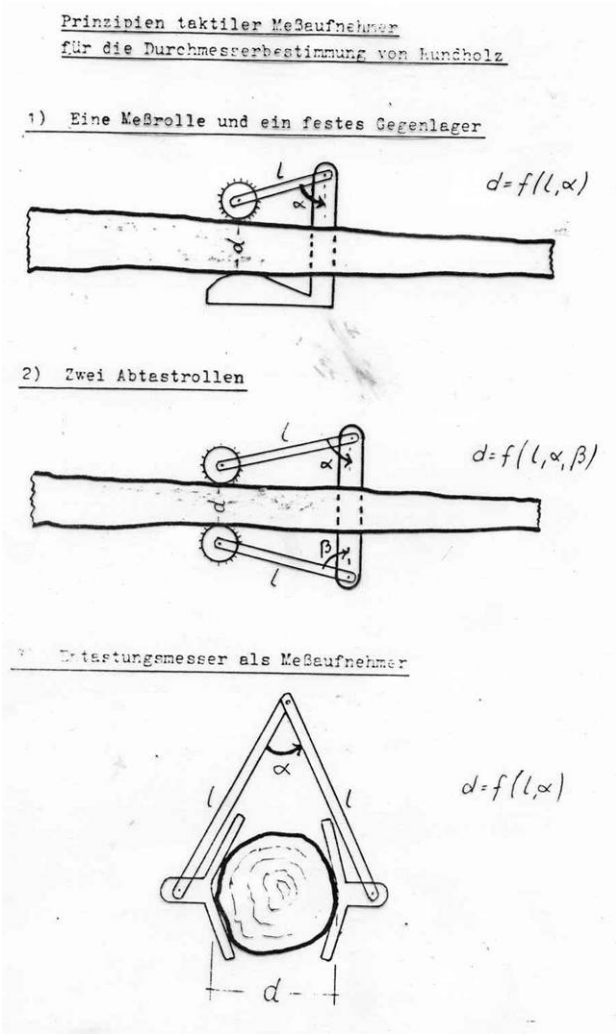
Die Längenmessung kann über Messrollen in Verbindung mit Lichtschranken geschehen. Ungenauigkeit können sich dabei durch Schlupf der Messrollen und durch unterschiedlich definierten Beginn der Messungen ergeben. Auch auf elektronischer Basis kann die Längenmessung erfolgen.

3.2 Sortierung

3.2.1 Gesetzliche Grundlagen der Sortierung

Durch Bundesgesetz vom 25.02.1969 und Verordnung (VO) vom 31.07.1969 und vom 06.12.1973 sind die Rechtsvorschriften für die Sortierung von Rohholz an die entsprechende EWG-Richtlinie vom 23.01.1968 angeglichen worden. Gleichzeitig wurden die bis dahin gültigen Rechtsvorschriften auf dem Gebiet der Rohholzsortierung, insbesondere die HOMA von 1936 mit ihren späteren Veränderungen, außer Kraft gesetzt. Während die Anwendung der HOMA bindend vorgeschrieben war, ist die Verwendung der Handelsklassensortierung den Ländern freigestellt. Landesinterne HKS wurden erstellt.





Inzwischen wurde eine europäische Normung für Rundholz und Schnittholz verbindlich oder als vorläufige Norm eingeführt.

Quelle: PERLWITZ, W.

3.2.2 Rohholzsorten-Übersicht

2.1 Rohholz - Sortenübersicht

	Handelsklassen				
	Sortenbezeichnung	Kurz zeichen	Güteklassen (GKL)	Stärkeklassen (STKL)	Maßeinheit
Langholz	Stammholz -lang -Abschnitte	 L LAS	FU ATF SS BTF A CTF B ATS C BTS D	0 3a 1a 3b 1b 4 2a 5 2b ≥6	m³(f) o.R.
	Stangen	P	ohne Angabe	1 2 2.1 2.2 2.3 3	m³(f) o.R.
	Mastenholz	M	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(f) o.R.
	Schwellenholz	SW	ohne Angabe	1 3 2 4	m³(f) o.R.
	Palettenholz	PAL	ohne Angabe	ohne Angabe oder 1a 3a 1b 3b 2a 4 2b 5	m³(f) o.R.
	Holzhofholz	HH	ohne Angabe	ohne Angabe oder 0 2a 1a 2b 1b	m³(f) o.R.
	Industrielangholz	IL	N NF F NK K FK	ohne Angabe	m³(f) m.R. tA
Kurzholz	Schichtholz	S	N NF F NK K FK	ohne Angabe oder 1 2 2.1 2.2 3 3.1 3.2	m³(r) m.R. m³(r) o.R.
	Industrieschichtholz	IS	N NF F NK K FK	ohne Angabe	m³(r) m.R. m³(r) o.R. tA
	Grubenholz kurz	GS	ohne Angabe	1 2 2.1 2.2 3 3.1 3.2	m³(r) m.R. m³(r) o.R.
	Holzwolleholz	HW	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(r) m.R. m³(r) o.R.
	Brennholz	BR	ohne Angabe	ohne Angabe oder 1 2 2.1 2.2 3 3.1 3.2	m³(r) m.R. m³(r) o.R.
Nebensorten	Vollbäume	VB	ohne Angabe	ohne Angabe oder 0 3a 1a 3b 1b 4 2a 5 2b ≥6	m³(f) o.R. tA
	Hackschnitzel - grün - mit Rinde - entrindet	 HSG HSR HSO	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(s) tA tL
	Rinde	RI	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(s) tL
	Schmuckbäume	SB	ohne Angabe	ohne Angabe	St
	Schmuckreisig	SR	ohne Angabe	ohne Angabe	dt
	Faschinen	FA	ohne Angabe	ohne Angabe	St
	Stockholz	STO	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(r)m.R.

Quelle: O.V., 1992[9]

Durch das Sortieren sollen homogene Produktgruppen gebildet werden. Bei der Rohholzsortierung werden somit aus sachgerecht gefällten Bäumen marktgängige Rohholzsorten ausgeformt.

Sortierungen müssen mit vertretbarem Aufwand erfolgen, deshalb werden Fehler und Vorzüge des Stammes in der Regel nach den Vorgaben der verbalen Formulierungen der Gütevorschriften eingeschätzt und nicht in jedem Falle gezählt bzw. gemessen.

Hölzer, die im Grenzbereich zwischen zwei Güteklassen liegen, sollten konjunkturbedingt so sortiert werden, dass sie verkäuflich bleiben, denn der Zweck des Sortierens heißt Verkaufen und nicht auf dem Holz sitzen bleiben.

Ziele der Sortenbildung:

Homogenisierung des Holzangebotes: d.h. durch Sortierung wird eine Zuordnung zu ähnlichen Stammkollektiven erreicht, nach der gemeinsam bewertet, verkauft und verwendet werden kann.

Informationsfunktion: die Sortenbildung stellt eine standardisierte Beschreibung des Holzes dar, die für Verkäufer und Käufer gleichermaßen verbindlich ist. Sie eignet sich deshalb besonders gut zur schriftlichen oder telefonische Übermittlung von Kauf- oder Verkaufswünschen, ohne die betreffenden Positionen besichtigt zu haben.

Dokumentation von produzierten oder verkauften Mengen: für die Holzmarktstatistik ist eine Holzsortierung z. B. zur Erfolgskontrolle über einen längeren Zeitraum unerlässlich. Bedingung dafür ist eine gewisse Stabilität der Sortiervorschriften.

In der Verordnung über gesetzliche Handelsklassen (HKS Rohholz) ist festgelegt, dass die Sortierung nach den Merkmalen Stärke, Güte und Verwendung getrennt nach Holzarten oder Holzartengruppen zu erfolgen hat.

Die *Rohholz-Sortenübersicht* (1) nennt Handelsklassen mit dazugehörigen Sortenbezeichnungen, Kurzzeichen, Güteklassen, Stärkeklassen und Maßeinheiten.

Tab. 1 Rohholz-Sortenübersicht (1)

Aushaltungsbezeichnung (2)	Handelsklassen				
	Sortenbezeichnung	Kurz-zeichen	Güteklassen (GKL)	Stärkeklassen *(STKL)*	Maßeinheit
Langholz (9)	*Stammholz* *lang* *Abschnitte*	 *L* *LAS*	F ATF *SS BTF* *A CTF* *B ATS* *C BTS* *D*	3a *1a 3b* *1b 4* *2a 5* *2b ≥6*	m^3(f) o.R.
	Stangen	P	ohne Angabe	1 2.2. *2 2.3.* *2.1 3*	m^3(f) o.R.

	Mastenholz	M	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(f) o.R.
	Schwellenholz (3)	SW	ohne Angabe	3 *4*	m³(f) o.R.
	Palettenholz	Pal	ohne Angabe	ohne Angabe oder *1a 3a* *1b 3b* *2a 4* *2b 5*	m³(f) o.R.
	Holzhofholz (6)	HH	ohne Angabe	ohne Angabe oder *2a* *1a 2b* *1b*	m³(f) o.R.
	Industrielangholz	IL	N NF *F NK* *K FK*	ohne Angabe	m³(f) m.R. *tA*
Kurzholz *(14)*	*Schichtholz*	S	N NF *F NK* *K FK*	ohne Angabe oder *1* *2 2.1 2.2* *3 3.1 3.2*	m³(r) m.R. *m³(r)* *o.R.*
	Industrieschichtholz	IS	N NF *F NK* *K FK*	ohne Angabe	m³(r) m.R. *m³(r)* *o.R.* *tA*
	Grubenholz *kurz*	GS	ohne Angabe	1 *2 2.1 2.2* *3 3.1 3.2*	m³(r) m.R. *m³(r)* *o.R.*
	Holzwolleholz	HH	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(r) m.R. *m³(r)* *o.R.*

	Brennholz (7)	BR	ohne Angabe	ohne Angabe oder *1* *2 2.1 2.2* *3 3.1 3.2*	m³(r) m.R. *m³(r) o.R.*
Nebensorten *(16)*	*Vollbäume* (4)	VB	ohne Angabe	ohne Angabe oder *3a* *1a 3b* *1b 4* *2a 5* *2b ≥6*	m³(f) o.R. *tA*
	Hackschnitzel *grün* *mit Rinde* *entrindet*	 *HSG* *HSR* *HSO*	ohne Angabe	ohne Angabe	 *m³(s)* *tA* *tL*
	Rinde	RI	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(s) *tL*
	Schmuckbäume	SB	ohne Angabe	ohne Angabe	St
	Schmuckreisig	SR	ohne Angabe	ohne Angabe	dt
	Faschinen	FA	ohne Angabe	ohne Angabe	St
	Stockholz (5*)*	STO	ohne Angabe	ohne Angabe	m³(r) m.R.

Langholz, Kurzholz und Nebensorten werden unter dem Sammelbegriff *Aushaltungsbezeichnung* (2) zusammengefasst. Dieser Begriff ist im Sprachgebrauch am ehesten mit der Bezeichnung Sortiment als eine zusammengehörende Einheit von Sorten gleichzusetzen.

3.2.2.1 Begriffsdefinitionen

Begriffsdefinitionen

Unter den Aushaltungsbezeichnungen Langholz, Kurzholz und Nebensorten werden einzelne Holzsorten zusammengefasst, wie z.B. Stammholz.

Rohholz *(8) ist gefälltes, gezopftes und entastetes Holz, auch wenn es entrindet, abgelängt oder gespalten ist.*

(8) Damit soll der Unterschied zu stehenden Bäumen auf der einen Seite und zu längs aufgetrennter Schnittware deutlich gemacht werden.

Langholz (9) *ist Rohholz, dessen Volumen üblicherweise in Kubikmeter im Festmaß = Festmeter ohne Rinde angegeben wird. Die Mindestlänge beträgt 3 m.*

(9) Die Angabe des Rauminhaltes von Holz ist rein äußerlich noch kein Unterscheidungsmerkmal zwischen Langholz und Kurzholz (Schichtholz). Unterschiedliche Längen sind hingegen sofort als Unterscheidungskriterium zu erkennen. Die generelle Mindestlänge von 3 m wird inzwischen von vielen Ausnahmen durchsetzt. Bei Güteklasse A beträgt die Mindestlänge 2 m. Abschnittslängen (11) beginnen ebenfalls bei 2 m. Selbst kürzere Längen als 2 m werden zur Erzeugung von Schnittholz nachgefragt.

Stammholz (10) ***lang (L)*** *ist Langholz, das nach Länge, Güte und Mittenstärke sortiert wird.* **(10) Gegenüber dem allgemeinen Begriff Langholz wird hier die Sortierung nach Güte und Mittenstärke heraus gearbeitet.**

Stammholz, das zu Standardlängen eingeschnitten wird, ist als Sorte ***Abschnitte (LAS)*** (11) *zu bezeichnen. Unter dem Begriff Standardlängen werden Abschnitte, die in präzise Längen eingeschnitten werden* ***(Fixlängen)****, und Abschnitte, deren Längenaushaltung eine gewisse Schwankungsbreite um ein mittleres Längenmaß zulässt* ***(Zufallslängen)*** (12) *zusammengefasst. Üblicherweise variieren Abschnittslängen zwischen 2 und 7 m.*

(11) Die Abkürzung LAS ist abgeleitet von dem Begriff Langholzabschnitte. Langholzabschnitte unterscheiden sich von anderen Fixlängen besonders durch ihr Längenübermaß von 1 %, welches in der Praxis auf den absoluten Wert von 10 cm erweitert wurde.

Stangen (P) (13) *sind Langholz, das nach Stärke und Länge eingeteilt wird. Die Stärke wird nach dem Durchmesser mit Rinde 1 m über dem stärkeren Ende ermittelt. Der Mindestzopfdurchmesser beträgt 2 cm mit Rinde.*

(13) Die mengenmäßige Bedeutung von Stangen ist gering.

Kurzholz (14) *ist Rohholz, dessen Volumen üblicherweise in Kubikmeter im Raummaß = Raummeter angegeben wird. Es kann mit Rinde bzw. ohne Rinde angegeben werden. Die Bezeichnung Kurzholz wird an Stelle der Bezeichnung Schichtholz des Anhanges 1.3. der Richtlinie des Rates der EWG vom 23.01.1968 geführt. Übliche Kurzholzlängen sind 1 m bis 3 m. Größere Längen sind dem Langholz zuzuordnen.*

(14) *Kurzholz* ist eine Aushaltungsbezeichnung. Hier gilt das, was bereits unter (9;11) LAS ausgeführt wurde. Die Grenze von 3 m Länge zur Unterscheidung von Kurzholz und Langholz ist inzwischen fließend geworden.

Schichtholz *(S)* (15) *ist Kurzholz* (14), *das nicht mechanisch oder chemisch aufgeschlossen wird. Die Einteilung nach Klassen ist möglich.*

(15) *Schichtholz* wird im Gegensatz zu Industrieschichtholz rund weiterverarbeitet. Beide Begriffe dokumentieren heute nicht mehr das, was man eigentlich damit ausdrücken wollte, nämlich, dass weder das eine noch das andere zur Herstellung von Schnittholz in Sägewerken oder Profilzerspanern verwendet werden darf (11).

Nebensorten (16) *umfassen Holz, das aufgrund seines Aufarbeitungszustandes keiner gesetzlichen Handelsklasse zugeordnet werden kann.*

(16) Der Begriff *Nebensorte* ist eine Aushaltungsbezeichnung. Dazu gehören laut Tabelle 1 Vollbäume, Hackschnitzel, Rinde, Schmuckbäume, Schmuckreisig, Faschinen und Stockholz.

Vollbäume (VB) (17) *sind gefällte und gezopfte Hölzer, die unentastet oder teilentastet, unentrindet sowie in Baum- oder Abschnittslängen aufgearbeitet werden. Sie können nach Mittenstärken sortiert werden.*

(17) Diese Nebensorte ist heute nicht mehr gebräuchlich.

Hackschnitzel (68) *sind durch Zerkleinern von Vollbäumen, entastetem oder entrindetem Rohholz gewonnene Holzteile. Je nach ihrer Herkunft werden Hackschnitzel unterschieden:*

aus frischen Bäumen mit grünen Nadeln oder Blättern mit Rinde als Sorte grün(HSG)

aus Rohholz ohne grüne Nadeln oder Blätter mit Rinde als Sorte mit Rinde (HSR)

aus entrindeten Hölzern als Sorte entrindet (HSO)

Rinde, Schmuckbäume, Schmuckreisig, Faschinen *(18)* ***und Stockholz*** (19) *sind Nebensorten, für die bisher noch keine allgemeinverbindlichen Sortierungs- und Vermessungskriterien existieren. Die unter Abschnitt 2.1. dargestellten gebräuchlichen Maßeinheiten müssen aber eingehalten werden.*

(18) Faschinen sind gebundenes Reisig von 2 m bis 4 m Länge und 15 cm bis 30 cm Durchmesser. Sie werden z.B. zur Uferbefestigung und im Bergbau verwendet.

(19) Stockholz wurde früher als Brennholz verwendet und wird heute nicht mehr geworben.

Mastenholz, Schwellenholz, Palettenholz, Holzhofholz, Industrielangholz, Industrie-schichtholz, Grubenholz, Holzwolleholz und Brennholz sind Verwendungssorten (s.u.)

3.2.2.2 Absolute Sortierung

Nach zweifelsfrei durch Messung oder Wägung feststellbaren Kriterien wie z.B. Länge, Durchmesser, Krümmung, Drehwuchs usw. oder auch zu schätzender Merkmale wie Fäule, Bläue, Insektenbefall und Stammtrockenheit wird die absolute Sortierung vollzogen. Sie will dem Holzkäufer ein möglichst umfassendes Bild von dem zu verkaufenden Holz vermitteln. Außerdem überlässt sie ihm die Entscheidung über

spezielle Verwendungen des Holzes. Als Beispiel für die absolute Sortierung können folgende Sortiervorschriften genannt werden:

Einteilung von Stammholz nach Heilbronner Sortierung

Einteilung von Stammholz nach Güte- und Stärkeklassen

3.2.3 Allgemeine Gütesortierung

Stammholz (31)

Die Ansprache am Einzelstück erfolgt grundsätzlich nach den nachfolgenden allgemeinen Merkmalen. Zusätzliche Sortierhilfen werden in den Tabellen der Anlage 2 angeboten.

(31) Die Gütesortierung für Stammholz fasst unter dem Sammelbegriff Wertholz die Güteklassen F, SS, A, TF und TS zusammen. In den holzartenspezifischen Sortiertabellen wird vom Wertholz nur die Güteklasse A beschrieben. Die dort aufgeführten Merkmale gelten mit Einschränkungen auch für die Güteklassen F, SS, TF und TS.

Quelle: FROMMHOLD, H., 2001[5]

Stammholzaushaltung Kiefer/Lärche (für alle Kiefern und Lärchen)							
Merkmale	Güteklasse						
	A	B		C		Palette	D
Gesundheit	Faulflecken (77) bis zu 10 % des Durchmessers im Stammzentrum; ausgeschlossen: Bläue (103) Verkienung (102)	Wunden und Faulflecke (77) bis 15 % des Durchmessers, wenige Bläuetüpfel (104), flache Bohrlöcher (110), Stammtrockenheit (78) ohne Folgeerscheinung		Fäule (76) bis 15 % des Durchmessers; ausgeschlossen: Schwamm		Fäule (76) bis zu 20 % des Durchmessers; ausgeschlossen: Schwamm	Fäule (76) bis zu 50 % des Durchmessers; Schwamm (105) zulässig
Astigkeit (79) Aststärkebereiche	äußerlich ast- und beulenfrei (83,106))	gesunde Äste (80)	Fauläste (81)	gesunde Äste (80)	Fauläste	Keine Anforderung	Keine Anforderung
bis 3 cm		zulässig	2Äste/lfm	zulässig	zulässig		
3 – 5 cm		2 Äste/lfm	1Ast/4 lfm	zulässig	2 Äste/lfm		
5 cm		0	0	2 Äste/lfm	1 Ast bis 8cm/4lfm		
Drehwuchs (84)	bis 3cm/lfm	bis 8cm/lfm		bis 12cm/lfm		zulässig	zulässig
Krümmung (85)	einschnürig bei Kiefer bis 2 cm/lfm, bei Lärche bis 3 cm/lfdm	einschnürig (86) bis 4 cm/lfm, bei Durchmessergruppe 1 und 2a bis 2 cm/lfm		sägefähig (kurze starke Krümmungen (87) sind in der Länge zu vergüten, hinter der Krümmung noch 3 m Folgestamm)		sägefähig (88)	sägefähig (88)
Risse (89)	Kern-(90) und Ringrisse (91) im inneren Drittel; ausgeschlossen: Mantelrisse (93) und große Harzgallen (107)	wie A, nicht tiefgehende Mantelrisse (94)		zulässig		zulässig	zulässig
Abholzigkeit (96)	bis 1 cm/lfm	bis 2 cm/lfm		bis 3 cm/lfm		keine Anforderung	keine Anforderung
Lage der Markröhre (97)	bis 10 % des Durchmessers aus der Mitte	bis 20 % des Durchmessers aus der Mitte		keine Anforderung		keine Anforderung	keine Anforderung
Harzlachten (108)	2 Stück	2 Stück		keine Anforderung		keine Anforderung	keine Anforderung
Überwallungshöhe der Harzlachten (109)	bis 2 cm	bis 4 cm		bis 6 cm		keine Anforderung	keine Anforderung
Insektenschäden (99)	nicht zulässig (100)	nicht zulässig		gering zulässig (111); Lineatus zulässig		gering zulässig; Sirex, Bockkäfer und Lineatus zulässig	keine Anforderung (101)

Güteklasse B

Hierunter fällt Holz von normaler Qualität, einschließlich stammtrockenem Holz mit einem oder mehreren der folgenden Fehler: schwache Krümmung und schwacher Drehwuchs, geringe Abholzigkeit, einige gesunde Äste von kleinem oder mittlerem Durchmesser, jedoch nicht grobastig, eine geringe Anzahl kranker Äste von geringem Durchmesser, leicht exzentrischer Kern, einige Unregelmäßigkeiten des Umrisses (42) *oder einige andere vereinzelte, durch eine gute allgemeine Qualität ausgeglichene Fehler* (43). *Bei Kiefer sind maximal zwei Harzlachten bis 4 cm Überwallungshöhe ohne tiefgehende (44) Mantelrisse zulässig.*

Güteklasse C

Holz, das wegen seiner Fehler nicht in die Güteklassen A oder B aufgenommen werden kann, jedoch gewerblich verwendbar ist, wird der Güteklasse C (45) *zugeordnet. Hierunter fallen insbesondere starkastige, stark beulige, stark abholzige oder stark drehwüchsige Stücke mit tiefgehenden faulen Ästen, Rot- und Weißfäule (jedoch nicht mit kleinen Faulflecken) oder sonstige(n) wesentliche(n) Pilz- und Insektenzerstörungen.*

Güteklasse D

Holz, das wegen seiner Fehler nicht mehr in die Güteklassen A, B, und C aufgenommen werden kann, jedoch mindestens noch zu 40 % gewerblich verwendbar (46) *ist, erhält die Güteklasse D.*

Beispiel für eine Sortiertabelle, aus der HKS Brandenburg

Stammholzaushaltung Kiefer/Lärche (für alle Kiefern und Lärchen)					
Merkmale	Güteklasse				
	A	B	*C Palette*	D	
Gesundheit	Faulflecken *(77)* bis zu 10 % des Durchmessers im Stammzentrum; *ausgeschlossen: Bläue* (104) *Verkienung* (103)	*Wunden und Faul-* *flecke* (77) *bis 15 % des Durchmessers,* *wenige Bläuetüpfel* (105*), flache Bohrlöcher* (111), *Stammtrockenheit* (78) *ohne Folgeerscheinung*	*Fäule* (76) *bis 15 %* *des Durchmessers; ausgeschlossen:* *Schwamm*	*Fäule* (76) *bis zu 20 % des Durch-* *messers; ausgeschlossen:* *Schwamm*	*Fäule* (76) *bis zu* *50 % des* *Durch-* *messers;* *Schwamm* (106) *zulässig*

Astigkeit (79) *Aststärke-Bereiche*	*äußerlich ast- und beulenfrei* (83,107)	*gesunde Äste* (80)	*Faul-äste* (81)	*gesunde Äste (80)*	*Faul-äste*	*Keine Anforderung*	*Keine Anforderung*
bis 3 cm		*zulässig*	*2 Äste / lfm*	*zulässig*	*zulässig*		
3 – 5 cm		*2 Äste/lfm*	*1 Ast/ 4 lfm*	*zulässig*	*2 Äste / lfm*		
>5 cm		*0*	*0*	*2 Äste/ lfm*	*1 Ast bis 8 cm/ 4lfm*		
Drehwuchs (84)	*bis 3cm/lfm*	*bis 8 cm/lfm*		*bis 12 cm/lfm*		*zulässig*	*zulässig*

Krümmung (85)	*einschnürig bei Kiefer* *bis 2 cm/lfm, bei Lärche* *bis 3 cm/lfdm*	*einschnürig (86)* *bis 4 cm/lfm, bei Durchmessergruppe 1 und 2a* *bis 2 cm/lfm*	*sägefähig (kurze starke Krümmungen* (87) *sind in der Länge zu vergüten, hinter der Krümmung noch* *3 m Folgestamm)*	*sägefähig* (88)	*sägefähig* (88)
Risse (89)	*Kern-*(90) *und Ringrisse* (91*) im inneren Drittel; ausgeschlossen: Mantelrisse* (93*) und große Harzgallen* (108)	*wie A, nicht tiefgehende Mantelrisse* (94)	*zulässig*	*zulässig*	*zulässig*
Abholz-igkeit (96)	*bis 1 cm/lfm*	*bis 2 cm/lfm*	*bis 3 cm/lfm*	*keine Anforderung*	*keine Anforderung*

Lage der Markröhre (97)	*bis 10 % des Durchmessers aus der Mitte*	*bis 20 % des Durchmessers aus der Mitte*	*keine Anforderung*	*keine Anforderung*	*keine Anforderung*
Harz-lachten (109)	*2 Stück*	*2 Stück*	*keine Anforderung*	*keine Anforderung*	*keine Anforderung*
Überwallungshöhe der Harz-lachten (110)	*bis 2 cm*	*bis 4 cm*	*bis 6 cm*	*keine Anforderung*	*keine Anforderung*

Klammerstamm

Innerhalb eines Stammes können ohne Trennschnitt zwei (47) unterschiedliche, aber benachbarte (48) Güteklassen ausgehalten werden, sofern beide Teile der gleiche Käufer erhält. Das Gesamtstück erhält eine Holznummer und getrennte Kennzeichnung von Länge, Durchmesser und Güte.

Industrieholz

Güteklasse N

Holz der Güteklasse N (normal) ist gesund (51), *nicht grobastig* (52), *ohne starke Krümmung* (53). *Insbesondere zählt hierzu frisches, von Insektenbefall freies und geradschaftiges Holz.*

Güteklasse F

Holz der Güteklasse F (fehlerhaft) ist leicht anbrüchig (54), grobastig oder krumm. Stammtrockenheit, Verfärbung, Bohrlöcher und Harzlachten mit bis 4 cm Überwallungshöhe sind zugelassen.

Güteklasse K

Holz der Güteklasse K (krank) ist stark anbrüchig (55), aber noch gewerblich verwendbar (56).

3.2.4 Stärkeklassensortierung

Stammholz (lang L und Abschnitte LAS) *wird nach Mittenstärke sortiert. Es wird auf ganze Dezimeter abgelängt und nach dem Mittendurchmesser ohne Rinde in Stärkeklassen eingeteilt.*

Stärkeklasse	Mittendurchmesser
L0	unter 10 cm
L1a	10 – 14 cm
L1b	15 – 19 cm
L2a	20 – 24 cm
L2b	25 – 29 cm
L3a	30 – 34 cm
L3b	35 – 39 cm
L4	40 – 49 cm
L5	50 – 59 cm
L6	60 cm und mehr

Weitere Klassen als aufgeführt werden nicht gebildet. Stammholz kann zu Stärkeklassengruppen zusammengefasst werden.

Die Bezeichnung ganzer Holzlose richtet sich nach der überwiegend darin enthaltenen Stärkeklassengruppe. Soweit nichts anderes vereinbart ist, gelten für Stammholz folgende Mindestdurchmesser:

ab STKL 2a -14 cm o.R. (Nadelholz)

20 cm o.R. (Laubholz) (60)

3.2.5 Sortierung nach dem Verwendungszweck

(auch als Gebrauchssortierung oder relative Sortierung bezeichnet)

Bei der Aushaltung werden vom Holzverkäufer bereits bestimmte Verwendungsbereiche berücksichtigt, wie z.B.:

Masten

Schwellenholz

Grubenholz

Holzwolleholz

Brennholz

Palettenholz

Holzhofholz

Industrieholz

Pfähle

Die Gebrauchssortierung führt zur optimalen Ausnutzung des Rohholzes, wenn die Vorstellungen von Verkäufer und Käufer übereinstimmen. Bei andersartiger Verwendung kann es zu erheblichen Massen- und Wertverlusten kommen. Nachteilig ist außerdem, dass es gegenüber der absoluten Sortierung eine Vielzahl von Spezialsorten geben kann (siehe Landhausdielen aus so genannten „Katzenpfötchen-Eichen“).

Fotos: FROMMHOLD, H.

Entnahme der Probespäne mit Kettensäge

Ladehöhenmessung zur Volumenermittlung

4 Verwendung des Holzes in der Säge- und Furnierindustrie

4.1 Sägeindustrie

4.1.1 Geschichte und Struktur der Sägeindustrie

Bevor man die Säge kannte, wurden Holzbauteile mit Äxten in die gewünschte rechteckige Querschnittform gebracht.
Die Schrotsäge war bereits den Assyrern bekannt. Sie diente im Mittelalter in etwas veränderter Form als Brettsäge, indem auf jeder Seite 2 Griffe angebracht waren und die Säge von 4 Personen bedient werden konnte. Auch die Rahmen- oder Gestellsäge wurde zur Herstellung von Brettern und Furnieren verwendet.
Eine Weiterentwicklung war eine zweiblättrige Rahmensäge mit Federbalken bei Zwei-Mann-Bedienung.
Die älteste überlieferte bildhafte Darstellung einer Sägemaschine ist eine wassergetriebene Hubsäge aus dem Jahre 1230. Später kam das wassergetriebene Venezianergatter zur Anwendung (Einblattgatter).
Wasser-, wind- dampfgetriebene Sägen setzten die Entwicklung fort bis es zum Einsatz von Benzin-, Diesel- und Elektromotoren kam.

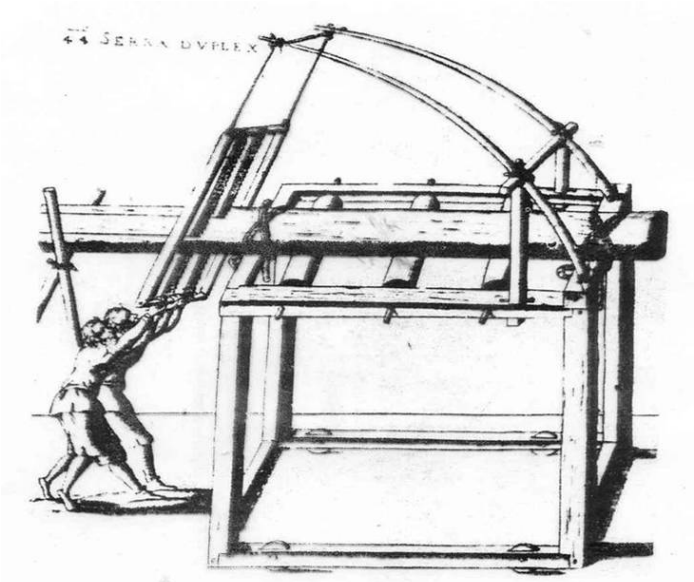


Bild 4/59. Teilmechanisierter Einschnitt eines Stammes. Als Werkzeug dient die große Rahmensäge, die hier ein zweites Blatt erhalten hat. Zwei Federbalken ersetzen den Obermann. (F. Veranzio, Venedig, 1600)

Quelle: FINSTERBUSCH, E., THIELE,W., 1987[4]

4.1.2 Statistik und Entwicklungen

Angaben von 1998 für die BRD:
Rundholzverbrauch der Sägeindustrie 19,5 Mio. m^3, das sind 50 % des gesamten inländischen Rundholzeinschlages.
Von 19,5 Mio. m^3 Rundholz werden in der Sägeindustrie 15 Mio. m^3 Schnittholz hergestellt, davon entfallen etwa:

13,8 Mio m^3 = 92 % auf Nadelholz

1,2 Mio m^3 = 8 % auf Laubholz

Neubau bzw. Modernisierung von Groß-Sägewerken mit und ohne Zerspaneranlagen in den neuen Bundesländern bis 2002:

Fa. Rettenmeier in Ullersreuth mit 0,4 Mio. m^3

Fa. Klausner Holz Thüringen in Friesau mit 1,2 Mio. m^3

▲ Holzverbrauch, Erzeugung Holzhalbwaren

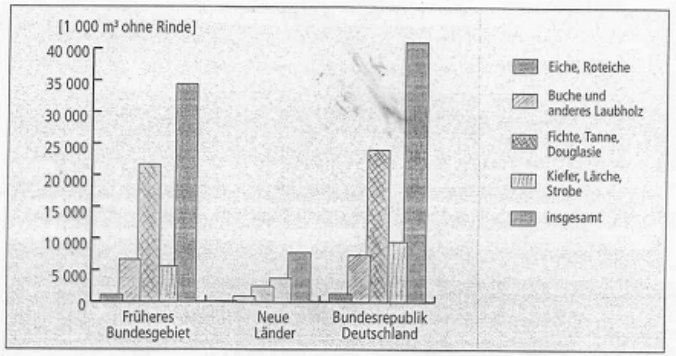
Bundesrepublik Deutschland	2000	2001	2002	
in 1 000 m³				
Sägewerke				
Holzverbrauch	21 822	21 482	21 625	21625
Erzeugung Schnittholz	16 341	16 131	18 240	
davon:				
Nadelholz	15 021	14 889	15 869	
Laubholz	1 320	1 242	2 371	
Furnierwerke				
Holzverbrauch	350	291	217	217
davon:				
Nadelholz	97[2]	56[2]	61	
Laubholz	208[2]	185[2]	156	
Sperrholzwerke				
Holzverbrauch	–	213	154	154
Erzeugung Sperrholz	357	321	270	
Holzfaserplattenwerke				
Holzverbrauch	2 864	4 481	9 251[1]	
davon:				
Rohholz	1 784	2 315	3 638[1]	2547
Industrieresthol z	1 080	2 166	5 613[1]	
Holzspanplattenwerke				
Holzverbrauch	8 940	8 798	17 114[1]	
davon:				
Rohholz	2 522	2 960	4 118[1]	2883
Industrieresthol z	6 418	5 838	12 996[1]	
Erzeugung Holzspanplatten	10 341	9 880	9 507	
				Σ 31 374
Holzstoff-, Zellstoff-, Papier- und Pappeerzeugung				
Holzverbrauch	7 249	6 921	6 942	
davon:				
Rohholz	4 203	4 001	3 948	
Industrieresthol z	3 046	2 920	2 994	
Erzeugung in 1000 t				
Zellstoff	873	874	896	
Holzstoff	1 342	1 229	1 252	
Papier, Karton und Pappe	18 182	17 879	18 539	

Quellen: Statistisches Bundesamt, Verband Deutscher Papierfabriken (VDP), Bonn
1) ab 2002 in m³ (Raummaß) 2) nur Anteil aus inländischer Erzeugung

▲ Holzeinschlag nach Holzartengruppen

	Früheres Bundesgebiet	Neue Länder	Bundesrepublik Deutschland
in 1 000 m³ ohne Rinde			
Eiche, Roteiche	1 288	274	1 562
Buche und anderes Laubholz	6 440	1 201	7 641
Fichte, Tanne, Douglasie	21 728	2 248	23 976
Kiefer, Lärche, Strobe	5 330	3 871	9 201
insgesamt	34 786	7 594	42 380

Quelle: Statistisches Bundesamt, Forstwirtschaftsjahr 2002



▲ Holzerträge

Bundesrepublik Deutschland	
€/m³	
Staatswald[1]	48,18
Körperschaftswald	49,39
Privatwald	51,75

Quelle: BMVEL-Testbetriebsnetz, Forstwirtschaftsjahr 2002
1) vorläufig

Neu-/Erweiterungsinvestitionen in Ostdeutschland 1998 - 2003					
Firma	**Ort**	**Land**	**Kapazität**	**Start-up**	**Anmerkung**
Sägeindustrie			(Fm/Jahr)		
Klausner Nordic Timber GmbH&CoKG	Wismar	MVP	750.000	1998	Nb 1. Ausbaustufe
Klausner Nordic Timber GmbH&CoKG	Wismar	MVP	1.200.000	1999	Nb 2. Ausbaustufe
Pollmeier GmbH	Malchow	MVP	200.000	1999	Nb Laubholzsägew
Rettenmeier GmbH&CoKG	Ullersreuth	Thür	400.000	1999/00	Modernisierung
Klausner Holz Thür. GmbH&CoKG	Friesau	Thür	~~1.200.000~~ 1,5 Mio	2000	Modernisierung
Pollmeier GmbH	Käßlitz	Thür	200.000	2001	Nb Laubholzsägew
Holzwerke Wittenberge i.G.	Wittenberge	Bra	800.000	2002	Nb
Leimholzindustrie			(cbm/Jahr)		
Hüttemann	Wismar	MVP	80.000	2000	Nb BSH-Werk
n.b.	Magdeburg	Sa-A	n.b.	n.b.	Nb BSH-Werk
n.b.	Magdeburg	Sa-A	n.b.	n.b.	Nb Leimholzplattenw
Holzwerkstoffindustrie			(cbm/Jahr)		
KRONOSPAN GmbH	Lampertsw.	Sa	280.000	1999	Nb MDF-Anlage
BHT Bau- und Holztechnik GmbH	Ebersdorf/Friesau	Thür	380.000	1999	Nb Spanplattenanl.
Egger Ges.m.b.H.	Wismar	MVP	300.000	1999	Nb MDF-Anlage
Varioboard GmbH	Magdeburg	Sa-A	300.000	1999	Nb MDF-Anlage
Egger Ges.m.b.H.	Wismar	MVP	360.000	2000	Nb OSB-Anlage
Kunz-Holding	Baruth	Bra	250.000	2000	Nb MDF-Anlage
KRONOTEX GmbH	Heiligengrabe	Bra	400.000	2000	Nb OSB-Anlage
Glunz AG	Nettgau	Sa-A	560.000	2001	Nb Spanplattenanl.
Glunz AG	Nettgau	Sa-A	360.000	2001	Nb OSB-Anlage
Glunz AG	Nettgau	Sa-A	250.000	2002	Nb MDF-Anlage
Kunz-Holding	Wittenberge	Bra	450.000	2002	Nb Spanplattenanl.
Kunz-Holding	Wittenberge	Bra	350.000	n.b.	Nb OSB-Anlage
Zellstoff- und Papierindustrie			(t/Jahr)		
ZPR	Blankenstein	Thür	280.000	1999	Umbau Zellstoffw.
Zellstoffwerk Stendal	Stendal	Sa-A	550.000	2003	Nb. Zellstoffw.
n.b. = nicht bekannt, Nb = Neubau					(Quelle: EUWID)

Quelle: BIELKE, G.

4.1.3 Aufbau eines Sägewerkes

Jedes Sägewerk gliedert sich grundsätzlich in drei Bereiche:

Rundholzplatz

Sägehalle

Schnittholzplatz

Zusätzlich gibt es:

Schärf- und Schränkeinrichtungen

Trockenkammern

Dämpfkammern z.B. für Buche

Holzschutzanlagen

Hacker und Bunker für Hackschnitzel aus Schwarten und Säumlingen

weiterverarbeitende Gewerke

4.1.3.1 Rundholzplatz

Der Rundholzplatz erfüllt folgende Funktionen:

Lagerung des Rundholzes (nur in begrenztem Maße, da der Wald als Vorratslager genutzt wird wegen der Kapitalbindung)

Entrindung in größeren Werken, möglicherweise Waschtrog

Vermessung, Sortierung

Rundholzaufgabe- und Vereinzelungssysteme

Die Entrindung wird in zunehmendem Maße vom Wald zum Sägewerk verlagert. In Brandenburger Forsten findet Entrindung bis auf Ausnahmefälle nur auf Holzhöfen statt, alles andere wird beim Kunden entrindet. Die Entrindung sollte vor der Vermessung erfolgen, da dann die Rindenabzugsprobleme nicht auftreten. Das trifft sowohl für die Werksvermessung als Rechnungsbasis, als auch für die Optimierung des Rundholzes im Sägewerk zu. Nach der Vermessung und Qualitätsansprache erfolgt die Einteilung des Stammes in Sägeblöcke (auch Bloche genannt). Qualitätsanforderungen entsprechen den Kriterien der Gütesortierung, die in der HKS für die einzelnen Holzarten festgelegt sind, einschränkend wirken insbesondere: Krümmung, Abholzigkeit und faule (schwarze) Äste.
Der Sägewerker unterscheidet 3 Astzonen:

astfreie Zone

Faulastzone

Grünastzone

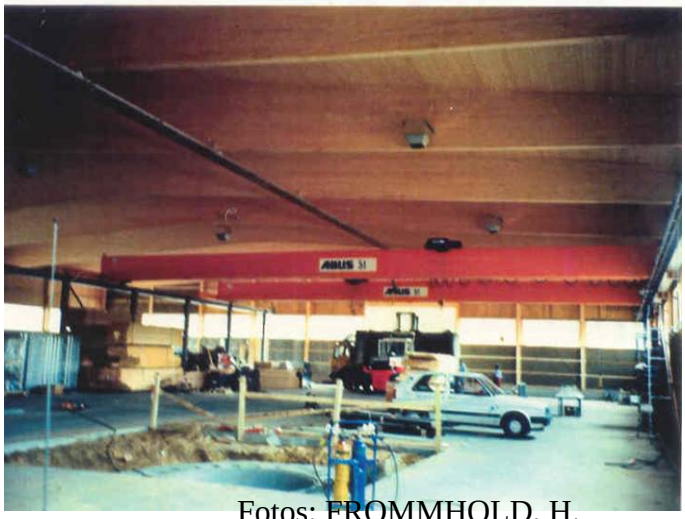
Die Einteilung des Stammes kann wie folgt durchgeführt werden:

als absolute Handeinteilung, also Blöcke visuell festlegen und per Hand einteilen

als Einteilhilfe mit optischer Stammdatenanzeige, dabei werden Stammdaten und Auftragslisten in den Rechner eingegeben, welcher Einteilvorschläge herausgibt

4.1.3.2 Sägeeinrichtungen

Die wichtigsten Sägeeinrichtungen sind Gatter, Bandsäge, Kreissäge und Profilzerspaner (eigentlich keine Säge, stellt aber Schnittholz her).



Fotos: FROMMHOLD, H.

Gatter

- Vertikalgatter mit mehreren senkrecht eingespannten Gattersägeblättern und Schnittfugen zwischen 3,6 und 4,0 mm und Vorschub im Mittel zwischen von 6 und 8 m/min, bei Frost weniger, die Sägeblattabstände sind manuell oder hydraulisch verstellbar, eventuell mit automatischer Modelrückführung
- Horizontalgatter schneiden waagerecht, nur mit einem Sägeblatt ausgerüstet, meist für große Dimensionen (lang und stark)

Bandsäge

Mit einem endlosen über 2 Rollen geführten Sägeblatt wird der Sägeprozess durchgeführt. Insbesondere sind so genannte Blockbandsägen zum Schneiden von starkem Laubholz oder zum Zurichten von Furnierblöcken vorgesehen. Jeder Schnitt kann individuell eingestellt werden, somit können Holzfehler umgangen werden. Blockbandsägen gibt es heute als Vertikalbandsägen, als Horizontalbandsägen, als Zwillings- und Mehrfachbandsägen zum Einschnitt von Laub- und Nadelholz. Auch ein Schneiden beim Rückwärtsfahren mit Zähnen am Rücken des Sägebandes war schon vorgesehen.

Vorteile: Vorschub 30 bis 60 m/min, Schnittfugen von 2,2 bis 3 mm, statt 3,6 bis 4 mm, großer Durchlass und individueller Schnitt für jedes Brett.
Bandsägen gibt es auch als mobile Sägeeinrichtungen z.B. von der Fa. Wood-Mizer mit Vorschub 3-16 m/min, 40 PS und ca. 8 m^3 Tagesproduktion, auch von der Fa. Serra im Fachbereich Holztechnik stationiert.

Kreissäge

Kreissägen gibt es als Doppel- und Mehrblattkreissägen. Sie werden hauptsächlich für schwaches und geringwertiges Holz eingesetzt, weil eine hohe Motorleistung für starkes Holz nötig wäre. Für geringwertiges Holz werden sie deshalb eingesetzt, weil infolge der Schnittfugen von 6 mm bis 8 mm ein großer Anteil Sägespäne entsteht. Es gibt auch Doppelwellenkreissägen, bei denen das Holz von oben und von unten je zur Hälfte eingesägt wird. Dadurch sind höherer Vorschub, geringere Schnittfuge bei kleineren Sägeblättern und geringerer Motorleistung möglich. Außerdem gibt es mobile Kreissägewerke z.B. von der Fa. Nuhn, Vorschub 20 bis 40 m/min.

Profilzerspaner und Profilieranlagen

Beim Einsatz von Profilzerspanern wird die Seitenware abgefräst, so dass Hackschnitzel und Kanthölzer entstehen. Vorschub 30 - 80 m/min. Dabei werden Hölzer bei der Fa. Robeta bis zu einem Zopfdurchmesser von 45 cm, sonst auch stärker verwendet. Ausbeuteverluste durch Sägespäne entstehen nicht. Allerdings werden zu ca. 50 % Hackschnitzel produziert.
Bei der Profilieranlage werden mit einem Eckenfräsgerät die späteren Seitenbretter besäumt und dann mit Kreissägen oder Bandsägen abgetrennt. Hervorzuheben ist die gute Oberflächenbeschaffenheit des Schnittholzes.
Als Nebenmaschinen gibt es im Sägewerk:

Kappsägen

Besäumsägen

Trennsägen

Hackgeräte wie Trommelhacker und Scheibenhacker

Metallsuchanlagen

Portalkräne

Wendeeinrichtungen

4.1.3.3 Schnittholzplatz

Der Schnittholzplatz dient der natürlichen Trocknung und geordneten sowie pfleglichen Lagerung von Schnittholz.
Die natürliche Lufttrocknung ist pfleglich und geschieht im Freien oder unter einem Dach. Die Dauer der Trocknung ist von der Holzart und von der Dicke der Schnittware abhängig. Durch technische Trocknung in Trockenkammern können diese Zeiträume stark verkürzt werden, bei geringen Dimensionen bis auf eine Woche.
Nach der Trocknung erfolgt die Kennzeichnung und Paketierung. Die Vermessung und Sortierung von Schnittholz kann auf der Basis der "Tegernseer Gebräuche", der DIN oder der EU-Normung durchgeführt werden. Ein wesentliches Klassifizierungsmerkmal dabei ist der Astflächenanteil.
Einschnittarten:

Einfachschnitt, Scharfschnitt oder Blockschnitt

Doppelschnitt, Prismen- oder Modelschnitt mit Vor- und Nachschnitt

Riftschnitt oder Spiegelschnitt

Kantholzschnitte einstielig, zweistielig oder vierstielig auch als Kreuzholz bezeichnet (muss im Mark über Kreuz getrennt sein, jedes der 4 Einzelstücke muss eine Querschnittsfläche von 32 cm^2 aufweisen)

Für Nadelholz- und Laubholz sind die Einschnittarten unterschiedlich zu beurteilen.

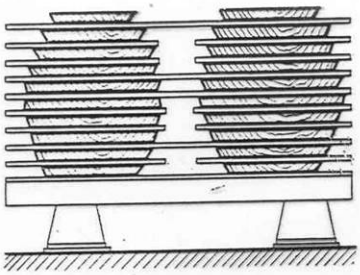


Bild 9/7. Blockstapel, geeignet für Schnittholzsortimente, die im Block verkauft werden

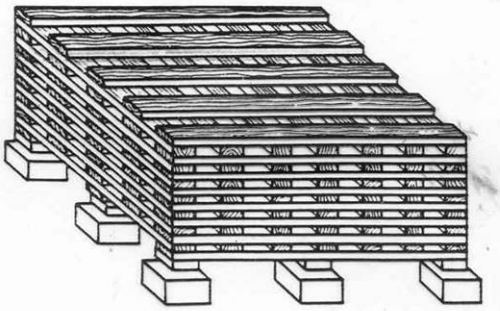


Bild 9/8. Schema des Aufbaues eines Kreuzstapels, geeignet als vorübergehende Stapelform für gleichlange Kürzungen bis zu 2 m Länge. Die Stapelung geschieht ohne Stapellatten lagenweise, kreuzweise übereinander

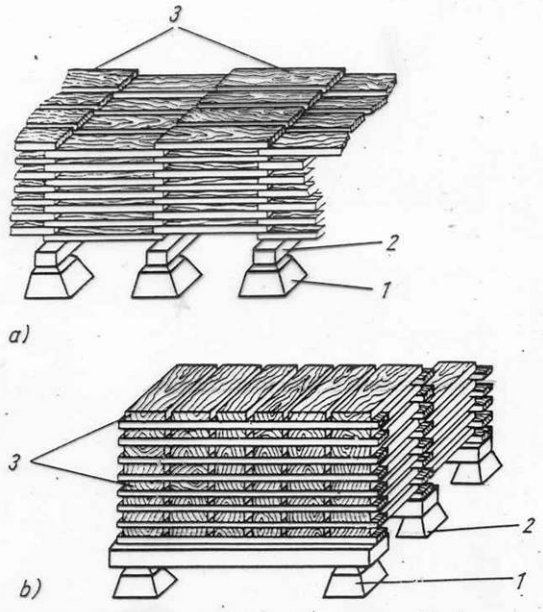


Bild 9/9. Rohfriesen-Flachstapel
a) Ohne Stapellatten, die Enden der Rohfriesen liegen jeweils um etwa 20 mm überlappt *b)* mit Stapellatten
1 Stapelstein, 2 Stapelunterbau, 3 Trocknungsgut

Quelle: WERBUNG

4.2 Furnierindustrie

4.2.1 Geschichte der Furnierindustrie

Furniere bestehen aus "unvergütetem Vollholz mit einer Dicke kleiner gleich 5 mm und einer Breite größer gleich 80 mm, welche durch spanloses oder spanendes Schneiden aus Rohholz hergestellt werden", gemäß Holzlexikon, S. 263.
Die Geschichte der Furniererzeugung beginnt bereits in den Jahren 4000 - 3000 v.u.Z., damals wurden schon Furniere mit Hilfe von Handsägen hergestellt.
Aus dem Jahre 1340 v.u.Z. stammt eine Truhe aus Zedernholz mit Ebenholz belegt, um besonders wertvolle und schöne Hölzer soweit wie möglich für Ansichtsflächen zu nutzen.
In der Folgezeit kam es zu einem rasanten Aufschwung der Furnierindustrie durch die aufkommende Motorisierung:

1825 Furnierherstellung mit Kreissägen

1834 Furnierherstellung mit Messermaschinen

1844 Furnierherstellung mit Schälmaschinen

Weitere Bedeutung erlangte die Furniererzeugung, als es technisch möglich wurde, Lagenhölzer herzustellen:

1893 wurde die erste Sperrholzplatte aus Buchenfurnieren hergestellt.

4.2.2 Verfahren der Furnierherstellung

Furniere werden grundsätzlich nach 3 Verfahren hergestellt:

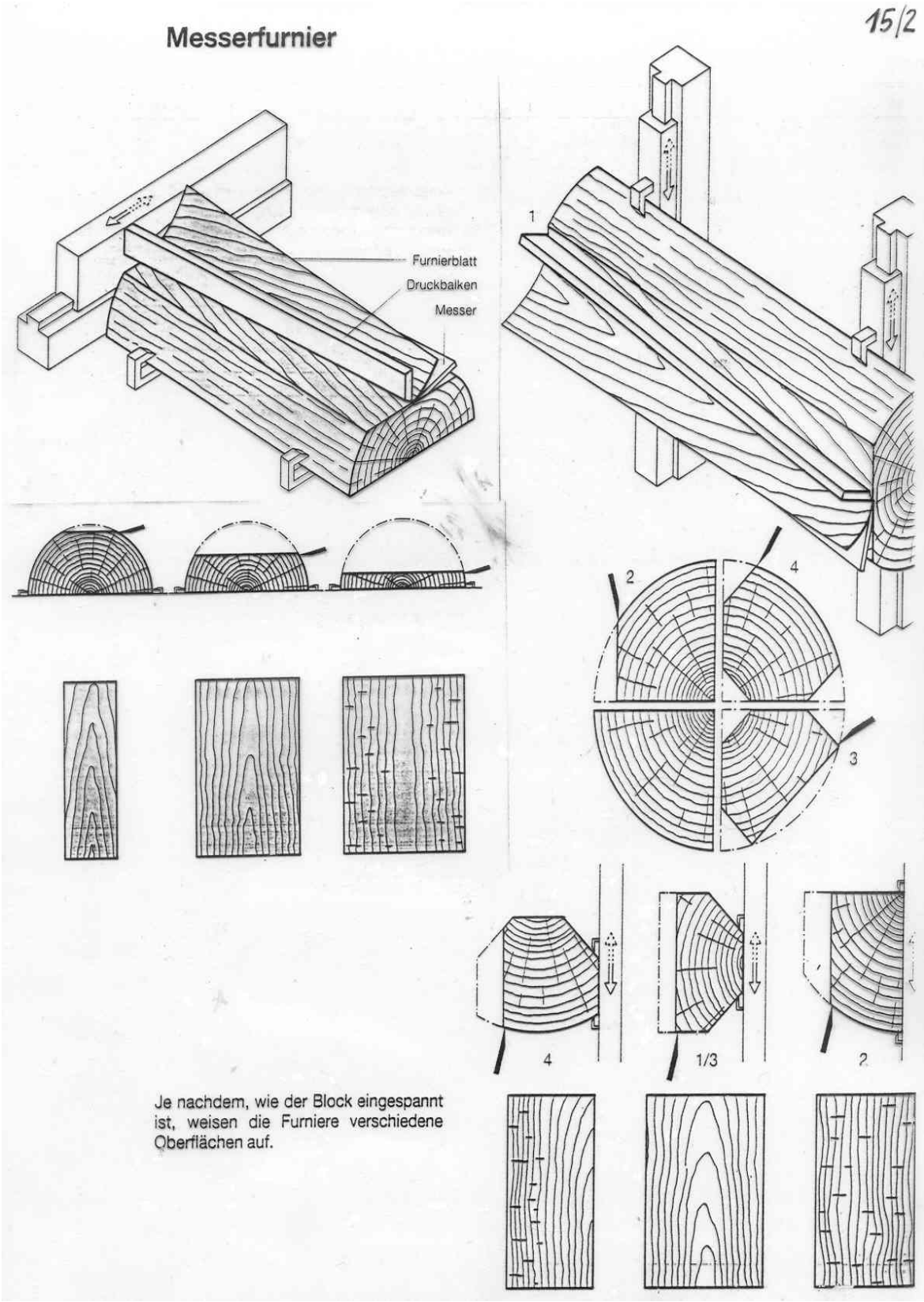
als Schälfurnier

als Messerfurnier

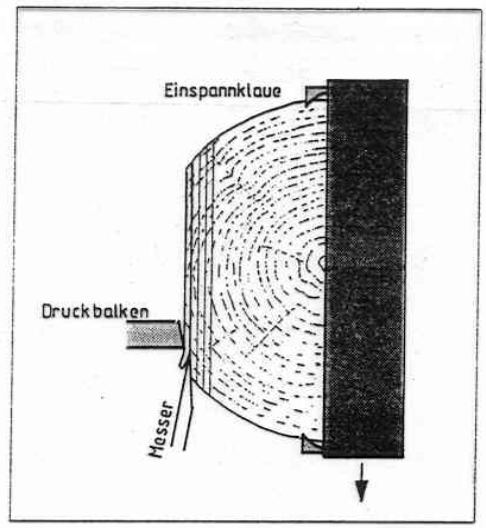
als Sägefurnier

Sägefurniere mit einer Dicke von 1 mm bis 5 mm werden im Horizontalgatter mit einer Einblattsäge bei einer Sägeblattdicke von 0,9 - 1,3 mm hergestellt. Ausbeute und Leistung sind gering. Eine Vorbehandlung des Holzes ist nicht nötig. Dieses Verfahren wurde früher häufig angewendet, ist jetzt aber es rückläufig, da nicht wirtschaftlich. Es ist das älteste Verfahren der Furnierherstellung. Sägefurniere sind die besten und teuersten Furniere. Teuer sind sie wegen der hohen Schnittverluste durch das spanende Abheben (die Fugenbreite beträgt bis 1,3 mm). Die besten Furniere sind es deshalb, weil dieses Verfahren nur bei wertvollen Hölzern angewendet wird, die beim Dämpfen oder Kochen Wertminderungen z.B. in Form von Verfärbungen erfahren oder für Zwecke benötigt werden, wo Risse unzulässig sind, z.B. für Musikinstrumente.
Messerfurniere werden auf horizontal und vertikal schneidenden Messermaschinen spanlos in Stärken von 0,35 bis 1,9 mm hergestellt.
Es erfolgt ein ziehender Schnitt, indem das zu bearbeitende Holz in einem Winkel von 75° bis 80° zur Bewegungsrichtung steht. Dabei stehen Messer und Druckbalken fest, während sich das Holz von oben nach unten oder umgekehrt darüber bewegt. Auch horizontal kann gemessert werden. Ebenso könnte das Messer gegen das Holz bewegt werden. Gebräuchlichste Methode ist das vertikale Messern, indem der Furnierblock von unten nach oben gegen das Messer bewegt wird.

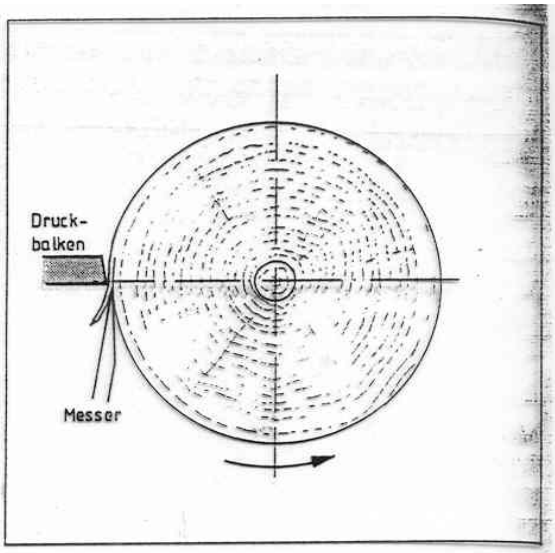
Wenn gegen die Faser gemessert werden müsste, dann wird der halbe Block noch einmal in zwei Viertelblöcke gesägt und so gedreht, dass nicht gegen die Faserrichtung gemessert werden muss (wegen der Rauhigkeit der Furnieroberfläche).



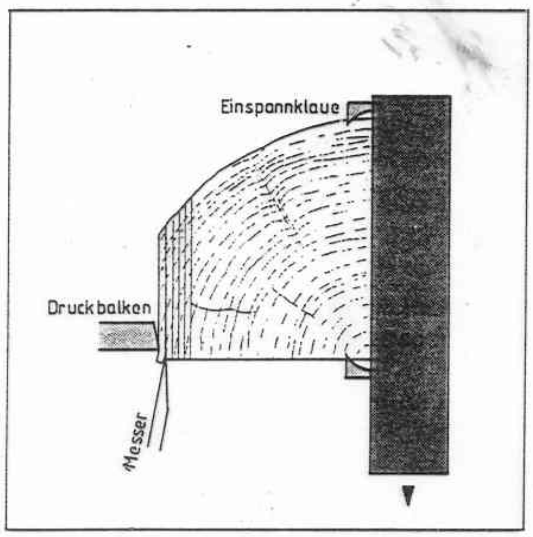
Quelle: STÄHLI, 1992[11]



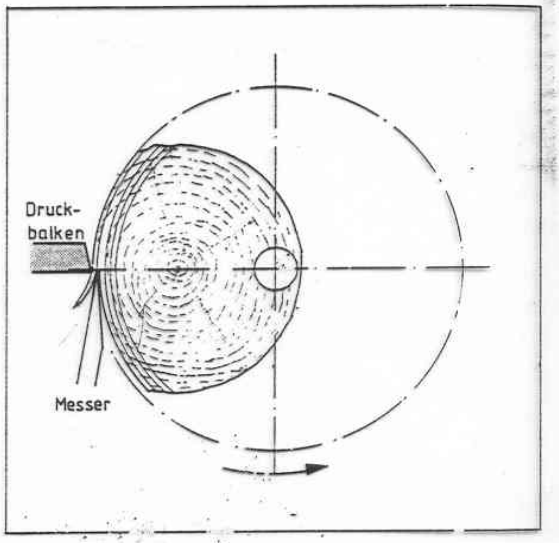
Flachmessern



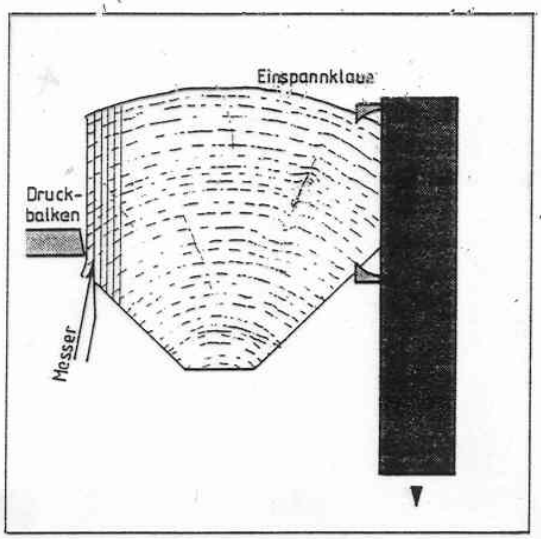
Konzentrisch schälen



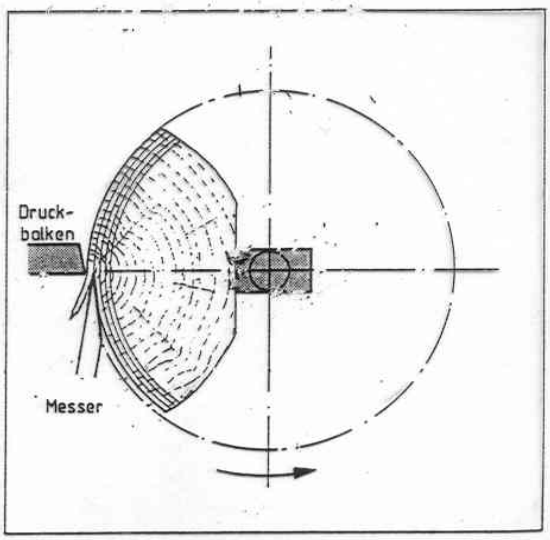
Faux-Quartier-Messern



Excentrisch schälen



Echt-Quartier-Messern



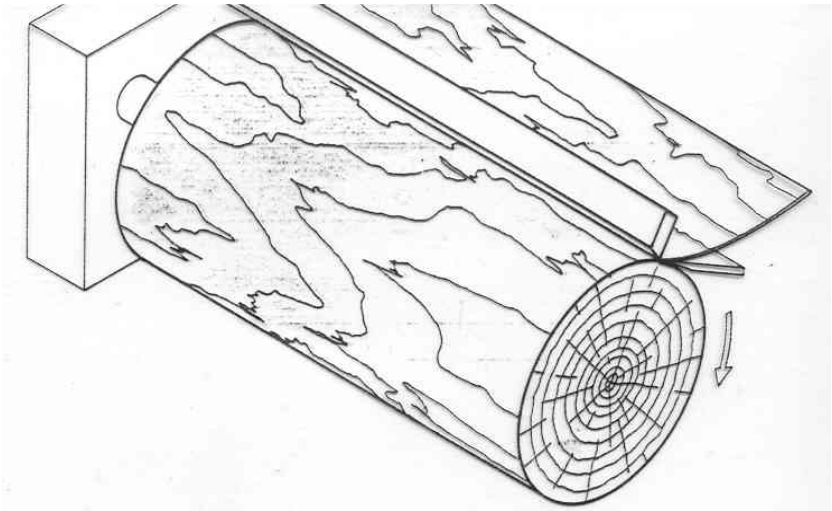
aus dem Herz schälen

Abb. 28. Herstellung von Messerfurnieren
Quelle: DANZER, Holz für die Zukunft

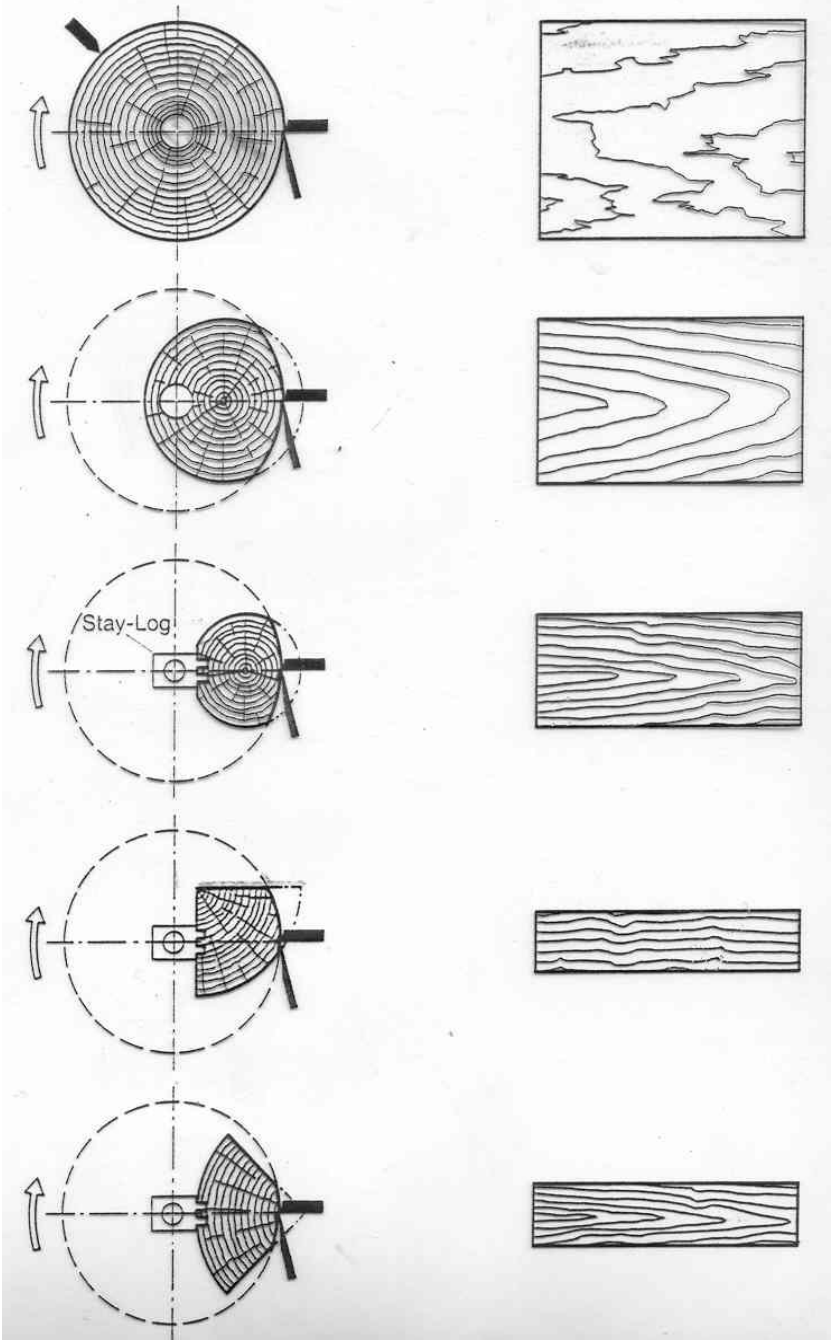
Abb. 29. Herstellung von Schälfurnieren

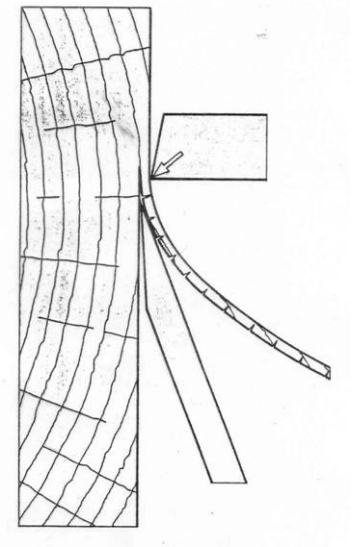
GRAMMEL, R., 1989[3]

Schälfurniere werden hergestellt, indem sich das Holz um einen Drehpunkt innerhalb oder außerhalb des Holzes gegen ein Messer bewegt. Diese Methode der Furnierherstellung ist die rationellste mit größter Ausbeute und geringstem Zeitaufwand.



Beim konzentrischen und beim exzentrischen Schälprozess wird der Stamm wie bei einer Drehbank zwischen den Pinnolen eingespannt und dreht sich gegen ein feststehendes Messer und





gegen eine Druckleiste, die ein vorauslaufendes Reißen des Furnierblattes vermindern soll.

Die Druckleiste wird ungefähr auf Furnierdicke eingestellt und befindet sich kurz vor dem Messer. Sie ist nur bei spanenden Verfahren, wie Messern und Schälen nötig.
Am Ende des Prozesses verbleibt eine Restrolle unterschiedlichen Durchmessers. Vom Durchmesser der Pinnole ist der Durchmesser der Mindestrestrolle abhängig,

Quelle: STAROLL, 1932

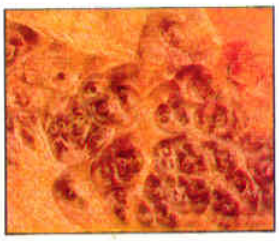
Herstellung von Furnieren

Basisfurnier
Ein höchst dekoratives Furnier, das man an der verdickten Basis von Bäumen wie der Walnuß findet

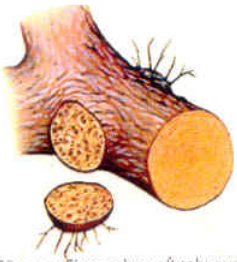
(oben). Dieses Furnier erhält man, indem man den Stamm längs teilt und halbrund abschält.

Geflammtes Furnier
Dieses attraktive Furnier findet sich in Krone und Astansätzen. Walnuß und Mahagoni (oben) werden

wegen dieser Art von Zeichnung sehr geschätzt, deren Varianten auch als Feder- oder Wirbelfurnier bezeichnet werden.



Maserknollenfurnier
Unregelmäßige Auswüchse, die sogenannten Maserknollen entstehen durch Verletzungen an vielen



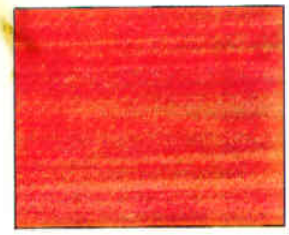
Bäumen. Sie ergeben oft sehr ausgeprägte Muster. Am häufigsten schneidet man sie aus Eiche, Esche und Walnuß (oben).

Austernfurnier
Das ungewöhnliche Muster dieses Furniers erhält man, wenn man die Äste von Bois de violette oder Gold-

regen unter einem 45°-Winkel durchschneidet. Es wird meist für Nachbauten von Stilmöbeln verwendet.

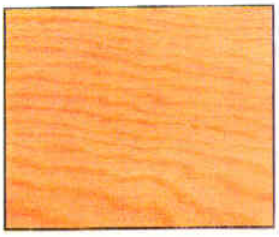
Messerfurnier
Dies ist das gebäuchlichste Verfahren, bei dem der Baum längs halbiert und der Länge nach

geschnitten wird, wodurch sich Furniere mit Landschafts- und Kathedralmaserung ergeben. Der Rio-Palisander (oben) zeigt marmoriertes Kernholz.



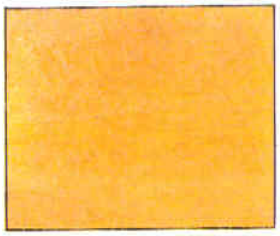
Quartierschnitt-Furnier
Ein Quartierschnitt-Furnier wird rechtwinklig zu den Jahresringen eines Baums geschnitten. Dies ist die

beste Methode, um die Streifenmuster und die Markstrahlenzeichnungen zu erhalten, die für manche Hölzer typisch sind. Das oben gezeigte Beispiel ist Sapel(l)i.



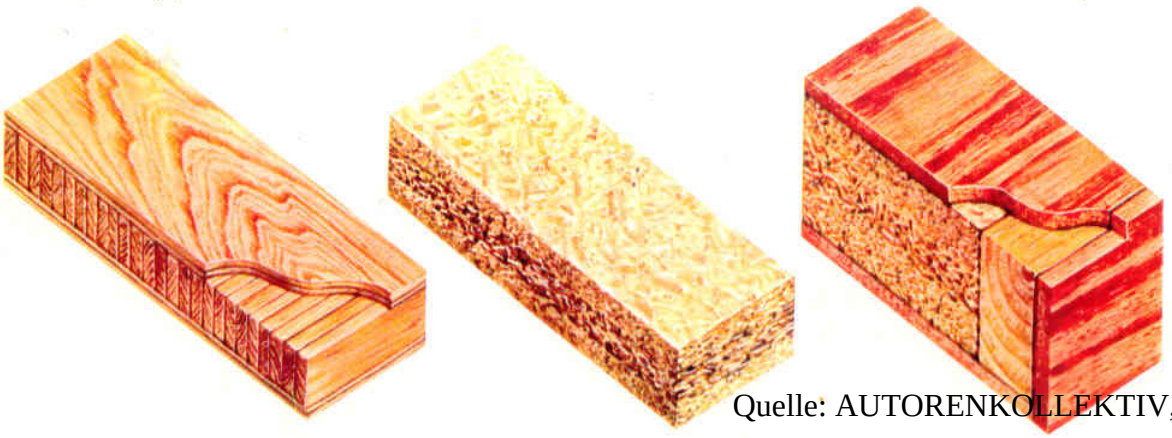
Exzenter-Schälfurnier
Bei diesem auch als Halbrundschälung bezeichneten Verfahren wird der Stamm exzentrisch auf eine Rundschälmaschine gespannt.

Dadurch ergibt sich ein Muster mit breiter Maserungszeichnung. Die Abbildung (oben) zeigt Eibe.



Schälfurnier
Wenn der Stamm zentriert auf eine Drehbank gespannt und dann gegen ein Messer gedreht wird, läßt sich eine zusammenhängende Furnier-

schicht abschälen. Diese Methode verwendet man oft, um beim Ahorn (oben) Vogelaugen-Zeichnung zu erzeugen.



Tischlerplatte mit Stäbchenmittellage — Rohe Spanplatte — Furnierte Spanplatte

Quelle: AUTORENKOLLEKTIV, 2003[2]

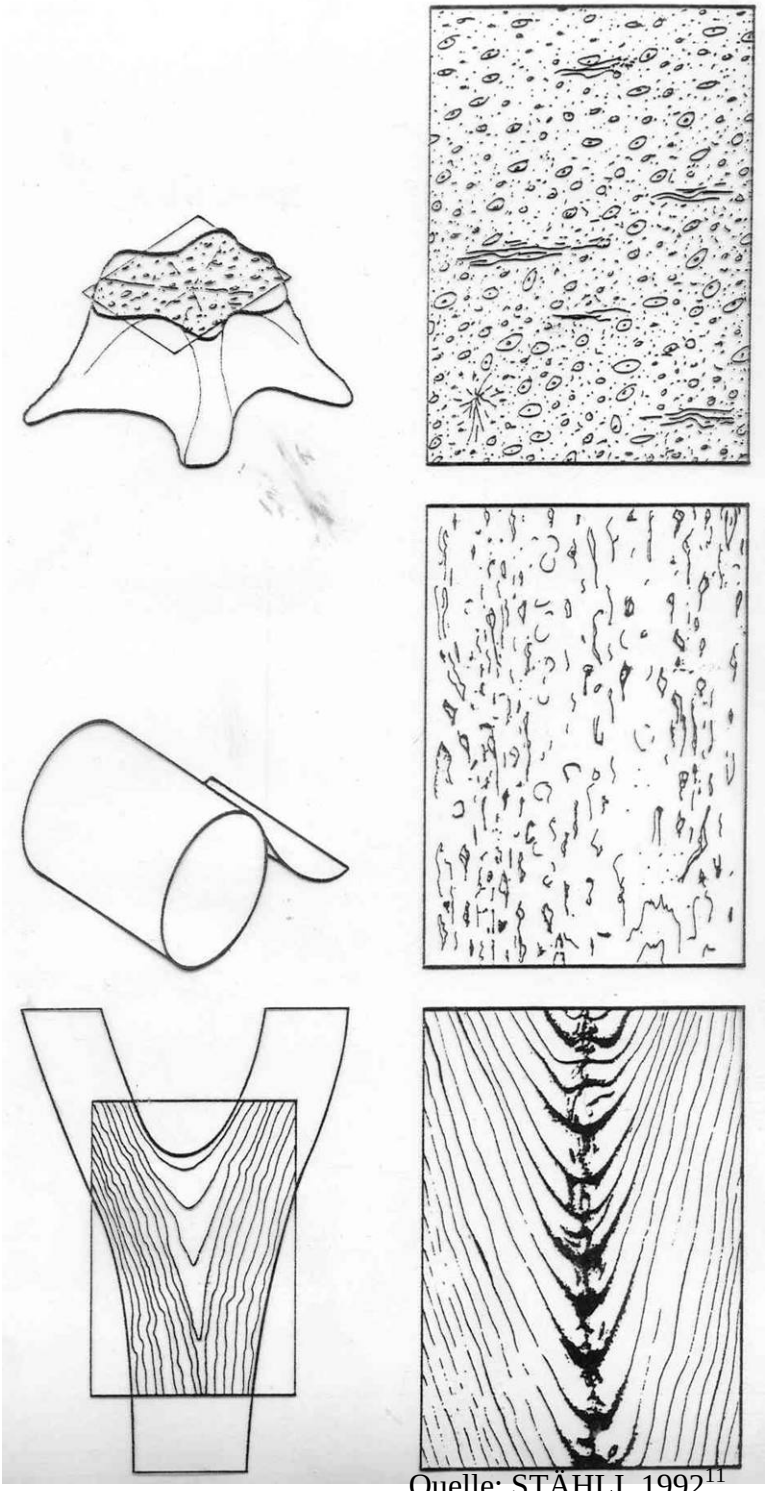
Zur Vorbereitung des Furnierholzes gehört die richtige Lagerung im Walde und im Furnierwerk z.B. als Wasserlagerung oder Beregnung. Auch das Schützen von

Stirnflächen durch Einschlagen von S-Haken oder Wellband, durch Auftragen von Schutzschichten, früher aus Latex jetzt aus Paraffin, gehört zur Vorbereitung.

Nach dem Entrinden, Fräsen und Zurichten erfolgt das Dämpfen oder Kochen (eigentlich Kochen, da das Holz immer im Wasser liegen muss) in Dämpfgruben bei Temperaturen zwischen 70 und 90° C, z.B. Esche 50 bis 55 Stunden bei 85 bis 90°C oder Erle bei 87 ° und 100 Stunden. Die Kochdauer beeinträchtigt die Farbe, so wird Esche gelb, Eiche dunkel, Buche rötlich. Die Farbgebung wird neuerdings weniger durch Beizen als durch die Dauer des Kochprozesses beeinflusst. Zweck von Dämpfen oder Kochen ist es einerseits, das Holz zu erweichen, um es schäl- oder messerfähig zu machen und andererseits, um eine bestimmte Farbgebung zu erreichen. Ahorn wird wegen der ungewollten Verfärbung nicht gekocht, bzw. in Ausnahmefällen gewollt verfärbt.

Nach dem Dämpfen oder Kochen erfolgt das Hobeln der Furnierblöcke, da sie sich inzwischen verzogen haben.

Zur Nachbereitung der Fertigware gehören:



Quelle: STÄHLI, 1992[11]

Trocknen

Bügeln

auf genormte Länge und Breite klippen

Fehler herausklippen

zu schmale Reststücke stumpf zusammenkleben bzw. nähen

Messen

Bündeln und Verpacken

Die Aufarbeitungskosten in einer Lohnmesserei liegen etwa bei 1000 DM/m^3. Die Ausbeute beträgt ca. 800 m^2/m^3 Rundholz je nach Holzart des Furnierblattes und bei Furnierdicken von 0,56 bis 0,62 mm.

4.2.5 Verwendung von Furnieren

Die Weltproduktion an Furnieren betrug 1993 ca. 3,4 Mio. m^3.
Produktion und Verbrauch sind in den Kontinenten z.T. sehr unterschiedlich in Mio. m^3:
Deck- und Absperrfurniere werden vorwiegend in der Möbelindustrie verwendet.
Schälfurniere, insbesondere aus Buche, finden Einsatz als Sperrholz, für Formteile wie Schichtholzfederleisten, Sitzplatten für Stühle, Lehnen und Tischplatten.
Sperrholz
Sperrholz ist nach DIN 68705 ein plattenförmiger Holzwerkstoff, der aus mehreren aufeinandergeleimten Holzlagen hergestellt wird (gegeneinander gegen Quellen und Schwinden abgesperrt).
Das Quellen und Schwinden in Plattenebene wird dabei auf die Längsschwindwerte der entsprechenden Holzart herabgemindert.
Sperrholz (auch Furnierplatten) ist Lagenholz, bei dem die Faserrichtung der Furniere von Schicht zu Schicht im Winkel von 90° zueinander liegt. Bei Lagenholz liegen die Schichten alle in einer Richtung.
Die industrielle Produktion erfolgte seit 1893. Grundlage hierfür war die seit 1850 entwickelte Schältechnik. Sperrholz wird meist aus konzentrischem Schälfurnier hergestellt. Verwendung: im Möbel- und Innenausbau (für Füllungen, Böden, Rückwände, Türen und Verkleidungen) für Verpackungsmittel (Kisten, Kleincontainer) als technisches Sperrholz im Fahrzeug-, Gehäuse- und Behälterbau (Container) sowie im Baugewerbe als Schalungstafeln. Die Sperrholzproduktion in der Bundesrepublik Deutschland lag im Jahre 1998 bei 428 Tm^3. Ihre Tendenz ist eher stagnierend, denn es gibt Konkurrenz durch plattenförmige Holzwerkstoffe und durch Sperrholzimporte aus folgenden Ländern:

Finnland in Birke

Balkan in Buche

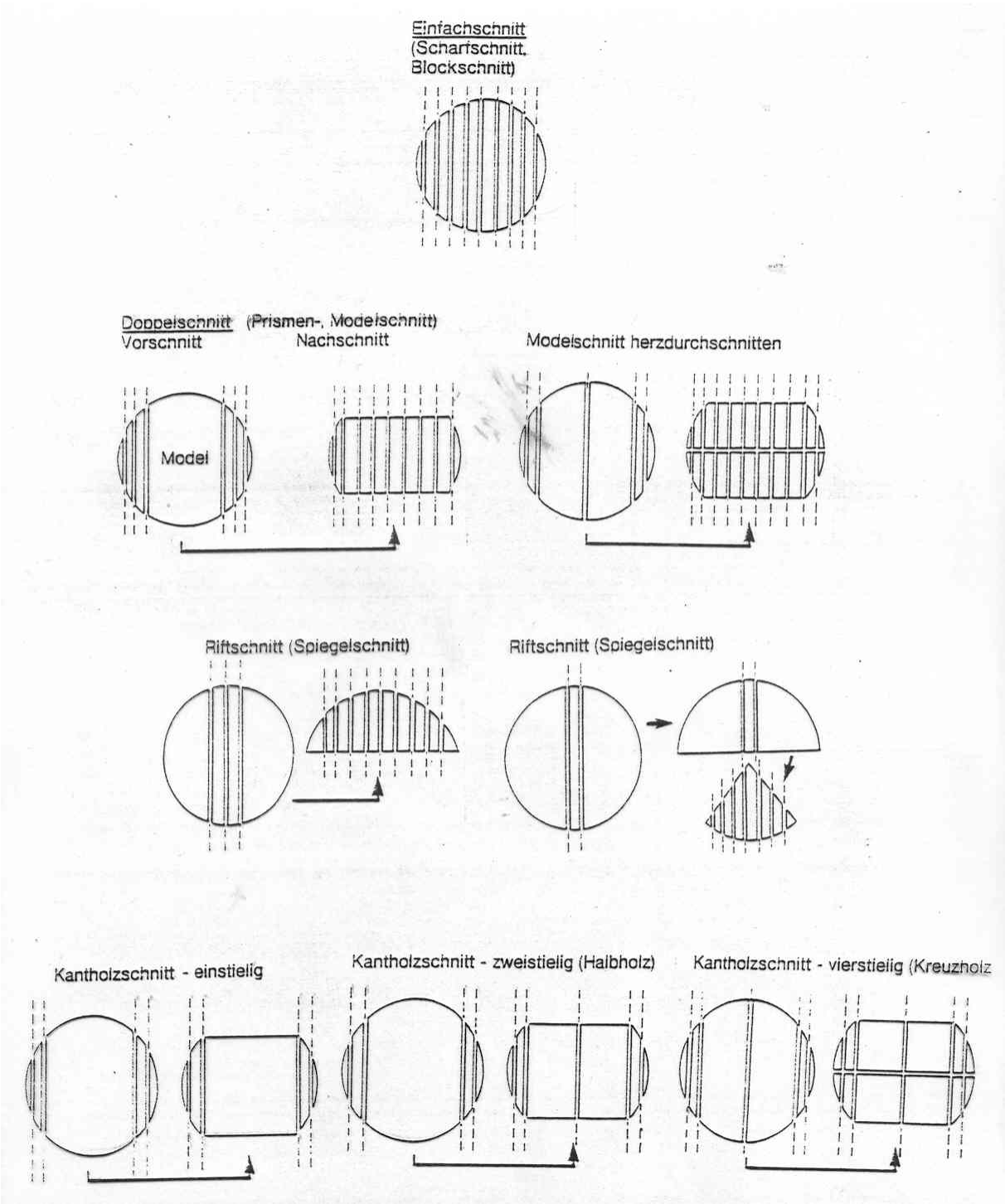
Italien in Pappel

USA in Oregonpine und Pitchpine

Korea und Malaysia in Meranti

Afrika in Limba, Macore und Okume

Deutschland hat sich auf 11- bis 27-lagige Multiplexplatten für Container, Werkbänke und Fahrzeuge spezialisiert. In 3-lagigem dünnen Sperrholz sind wir nicht mehr konkurrenzfähig.
Definition für Multiplex-Platte lt. Holzlexikon, S. 501:
„Sperrholz, das aus 5, 7, 9 und mehr Furnierlagen besteht und wasserfest verklebt ist.“



GRAMMEL, R., 1989[3]

4.3 Verwendung des Holzes in der Platten- und Zellstoffindustrie

4.3.1 Plattenförmige Holzwerkstoffe

1893 wurden erste Hartfaserplatten durch einen chemisch-mechanischen Aufschluss hergestellt.
1941 begann die industrielle Spannplattenproduktion in Bremen.

Moderne Werke existieren in Heiligengrabe und Lampertswalde. In Zary (Polen, unweit der Grenze) ist ein Werk entstanden, welches sowohl Spanplatten, als auch MDF- und OSB-Platten herstellt.
Der Plattenmarkt in Deutschland wird von den Herstellergruppen Glunz, Egger, Pfleiderer, Kunz, Kronotex/Kronospan/Kronoply und Varioboard beherrscht.
Ursachen der Plattenherstellung:
Holz ist auf Grund folgender besonderer Eigenschaften ein vorzüglicher geeigneter Baustoff:
Härte, Elastizität, Bearbeitbarkeit, Farbe, Struktur, Schalldämmung, Wärmedämmung Umweltfreundlichkeit
Nachteile:

Dimensionsinstabilität bei Feuchtigkeitsveränderungen

ungenügende Dauerhaftigkeit bei Verwendung im Freien

Inhomogenität

geringe Abmessungen als flächendeckender Körper

Fehlerhaftigkeit

Durch Umwandlung von Holz in Holzwerkstoffe können diese Nachteile weitgehend aufgehoben werden:

es entstehen homogene Rohstoffe beliebiger Abmessungen

hohe Formstabilität und Maßhaltigkeit mit verbesserten statischen Eigenschaften

Züchtung spezieller Eigenschaften bei Dämmplatten, Akustikplatten ist möglich

Definition aus Lexikon: ... ein flächiger plattenförmiger Holzwerkstoff, der aus zerkleinerten, vorwiegend zerspaltenen Holz oder anderen ligno-cellulosehaltigen Ausgangsstoffen hergestellt wird.

4.3.1.1 Holzwolle-Leichtbauplatten

Die Holzwolle-Leichtbauplatte ist auch unter dem volkstümlichen Namen "Sauerkrautplatte" oder „Heraklit“ bzw. abgekürzt unter "HWL-Platte" bekannt.
Hauptinhaltsstoffe: Holzwolle, d.h. lange, flache Holzspäne in einer Breite von 0,5 bis 4 mm und einer Stärke von 0,03 bis 0,5 mm und mineralische Bindemittel.
Herstellung: aus Rundholz o.R. , 2, 00 m lang, Durchmesser 14 bis 28 cm, früher Holzwolleholz lt. TGL, heute auch Verwendungssorte,
Holzarten: Fi, T, Ki, Aspe (ehemals aus Russland)
Verwendung:

beim Bau von Zwischenwänden

als Putzträger von Holzbalkendecken

für Dachausbauten

zur Wärmeisolierung

für Akustikplatten

für verlorene Schalung

Die HWL-Platte wird auch als Verbundplatte mit Styropor-Mittellage zur besseren Wärmeisolierung und damit zur Aufstockung der gesunkenen Marktanteile produziert.

Fa. Heraklit hält 70 % der Marktanteile in Deutschland, der Name der Firma gilt gleichzeitig auch als inoffizielle Produktbezeichnung.

Spanplatten

Rohstoffe: grundsätzlich sind alle Holzarten verwendbar; schwere, harte und inhaltsreiche Holzarten konnten anfangs nicht oder nur mit geringen Anteilen verwertet werden. Heute werden wegen des Industrieholzüberangebotes vorwiegend Nadelhölzer wie Fichte, Kiefer und Tanne verwendet. Von den Laubhölzern kommt hauptsächlich Buche zum Einsatz. Die Entrindung findet beim Verbraucher statt. Aus Preisgründen werden auch Industrieresthölzer wie Schwarten, Spreißel, Furnierabfälle, Schäl- und Hobelspäne sowie Hackschnitzel verwendet.

Arbeitsgänge:

Zerspanung: Spanform und Spangröße haben entscheidenden Einfluss auf die Plattenqualität, unterschiedliche Spänequalität wird an Deckschichten und Mittellagen gestellt, im ersten Arbeitsschritt werden Hackschnitzel hergestellt, die nachfolgende Zerspanung erfolgt mit verschiedenen Spanertypen, je nach gewünschter Spanform.

Sortierung : Sichtung und gegebenenfalls Nachzerkleinerung

Trocknung: auf ca. 5 % Holzfeuchte herabgetrocknet

Beleimung: die trockenen Späne werden mit 6 - 10 % Kunstharzleim vermischt, Leimarten: Harnstoffharze, Melaminharze, Phenolharze (alles Formaldehydharze), Isocyanate

Streuen von Deckschichten und Mittelschicht

Pressen in Einetagen- oder Mehretagenpressen oder auch Herstellung von Endlosplatten in Conti-Rol-Pressen, auch im Flachpress- und Strangverfahren

Reifelagerung

auf Formate schneiden, besäumen und schleifen

Spanplatten werden im Möbelbau und im Innenausbau verwendet.

4.3.1.2 MDF-Platten

MDF = Medium Density Fibreboard (mitteldichte Holzfaserplatte oder auch mittelharte Faserplatte) ist im Gegensatz zur Hartfaserplatte zweiseitig glatt.

Diese Platte besteht aus Holzfasern, die mit Kunstharzleim verbunden sind. Die MDF-Platte vereinigt Vorteile und Merkmale der halbharten Faserplatte und der Spanplatte (also bessere mechanische, technologische und physikalische Eigenschaften, vergleichbar mit Vollholz, deshalb in manchen Bereichen Ersatz für dieses).

Gleichmäßige Faserverteilung und Dichte über den gesamten Plattenquerschnitt führen zur perfektionierten Oberflächen- und Kantenbearbeitung. Das ist bei allen anderen Plattenarten nicht erreichbar, deshalb erfolgte eine starke Produktionssteigerung.

Arbeitsgänge:

Rundholz lagern

Entrinden z.B. in Trommelentrindungsanlagen

Hacken mit Scheibenhacker bzw. Fremdhackgut hinzufügen

Sieben, zu feine und zu grobe Teile aussortieren, anders verwenden bzw. noch einmal hacken

Späne waschen, kochen und zermahlen in Refinern zu Fasern

Beleimen

Trocknen

Zugabe von Paraffin

Formen und Pressen im Contirol-Verfahren, Faserflies ca. 30 cm hoch bei einer Plattenstärke von 19 mm, übliche Plattenstärken 4 bis 40 mm

Kühlen, stapeln, schleifen, Formate schneiden

Beschichten, z.B. oben Leimblatt, dann Dekorpapier und Rückseite mit Gegenzugpapier

Holzarten: Laub- und Nadelhölzer, bevorzugt Kiefer oder Fichte, auch Waldhackschnitzel und Industrie-Resthölzer
Verwendung: Möbelindustrie, insbesondere Seiten- und Frontteile, Schubkästen und Schranktüren, Rahmen und Innenausbau. Laminat-Fußboden mit hoher Abriebfestigkeit 6000 oder 9000 Umdrehungen.
Leime:

Melamin-Harnstoff-Formaldehyd

Phenol-Formaldehyd

Tannin-Formaldehyd

plymeres Diisocyanat

Chemische Holzeigenschaften spielen eine Rolle, weil sie in den Aushärteprozess eingreifen, insbesondere spielt der pH-Wert für die Dauer des Aushärteprozesses eine Rolle.

4.3.1.3 OSB - Platten

Oriented Strand Board
"Strands" sind flache , längliche Späne mit einem Breiten-Längenverhältnis von 1 : 10.
Herstellung der Späne nicht im Hacker, sondern im Ringzerspaner.
"Board" gibt den Hinwies, dass es sich um einen plattenförmigen Werkstoff handelt.
"Oriented" bedeutet, dass diese Späne in der Platte ausgerichtet sind, sie sind nämlich in einer Ebene orientiert.
Die Entwicklung dieses Produktes kommt aus den USA und aus Kanada, da das Aufkommen von starken Nadelhölzern aus Naturwäldern zurückgeht bzw. diese Wälder unter Schutz gestellt worden sind. Aus diesem Grunde wurde begonnen, aus schwächeren Hölzern und auch aus Resthölzern größere Bauteile herzustellen.
Technische Eigenschaften: bestehend aus 3 bis 5 Schichten, in der Mitte liegen die Späne quer zur Platte und in den Deckschichten liegen sie längs zur Platte, gewöhnlich 8 - 22 mm dick, mit Polyurethan verleimt, mehrschichtig aufgebaut, Deckschicht ist wegen Verwendung von Melamin extrem feuchteunempfindlich, lässt sich wie Vollholz schrauben, nageln und bohren, vergleichsweise geringes Gewicht, Eigenschaften liegen zwischen Spanplatte und Sperrholz
Arbeitsgänge: ähnlich der MDF-Patte, Hacken mit Ringzerspaner, keine Faseraufbereitung
Verwendung:

Hausbau

für Dachschalung

Fußbodenverlegeplatte

Wandbekleidungen

stabile, langlebige und wiederverwendbare Verpackung

Warenregale im Ladenbau

generell anstelle von Sperrholz

Fahrzeugbau (für Kofferaufsätze)

Möbelindustrie z.B. Federleisten

Hersteller in Europa:

Inverness (Schottland)

Chatellereault (Frankreich)

Sanem (Luxemburg)

Zari in Polen (Nähe Grenzübergang Forst)

Heiligengrabe (Brandenburg)

BS-Holz. Was ist das?

Die Bezeichnung Brettschichtholz, kurz BS-Holz, verrät schon sehr viel über die Herstellung: Einzelne Holzbretter, die Lamellen, werden unter Druck schichtweise zu stabilen Bauteilen verleimt.

Die zumeist aus Fichtenholz bestehenden Bretter werden vorher sorgfältig getrocknet, gehobelt und alle natürlichen Holzschwächen wie übergroße Äste oder Rindenteile maschinell entfernt.

Den dabei anfallenden, unterschiedlich langen Brettabschnitten fräst man ineinandergreifende Zinken in die Stirnenden, um sie anschließend miteinander zu verleimen und zu verpressen. So ist eine rationelle Herstellung endloser Lamellen möglich.

In Abhängigkeit von der vorgesehenen Größe werden sie miteinander gestapelt und gepreßt. Dabei ist es ohne größeren Mehraufwand möglich, gekrümmte oder sogar runde Bauteile herzustellen. Nach Aushärten des Leimes hobelt man die so entstandenen Bauteile und bereitet sie für ihren Verwendungszweck auf der Baustelle vor.

Durch die starre Verbindung zwischen den einzelnen Brettlamellen entstehen Holzbauteile, die wesentlich bessere technische und statische Eigenschaften als Vollholz besitzen. BS-Holz kann unabhängig von der ursprünglichen Baumstammabmessung in nahezu jede Größe gebracht werden und zeichnet sich durch außergewöhnliche Steifigkeit und Formbeständigkeit aus. Der Herstellungsprozeß bedingt also einen Vergütungseffekt, indem die guten Eigenschaften des Naturproduktes Holz ausgenutzt und die schlechten ausgeschaltet werden.

Vorteile von BS-Holz:

- Große Tragfähigkeit bei geringem Gewicht
- Dimensionsstabil und paßgenau
- Beliebige Längen, Formen und Profile
- Hochwertige Oberfläche
- Keine Verdrehungen oder Risse wie sie bei Vollholz vorkommen können
- Durch die künstliche Trocknung keine Behandlung mit chemischen Holzschutzmitteln notwendig
- Leichte Bearbeitbarkeit für Hand- und Heimwerker
- BS-Holz ist ein High-Tech-Produkt

4.3.2 Zellstoffherstellung

Das einziges Zellstoffwerk in den neuen Bundesländern befindet sich in Blankenstein (Rosenthal). Dieses Werk wurde 1999 vom Sulfitverfahren auf das Sulfatverfahren umgerüstet und erlaubt neben der Verarbeitung von Fichten-Industrieholz auch den Einsatz von Ki-IS. Der jährliche Holzbedarf liegt bei 1,5 Mio. m^3. Daraus werden 290 Tt Zellstoff erzeugt.
Bereits 1990 wurde ein neues Zellstoffwerk in Wittenberge konzipiert. 1992 lebte dieser Gedanke wieder auf. Im umweltfreundlichen Organocell-Verfahren sollten nach diesen Vorstellungen 1,3 Mio. fm Holz verbraucht werden. Zur Förderung dieses Investitionsvorhabens hatten sich verantwortliche Vertreter der Länder Brandenburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt zusammengefunden. Damit sollte der volkswirtschaftliche Unsinn des Holztourismus nach Skandinavien und der Rückführung von Zellstoff eingedämmt werden. Das Vorhaben in Wittenberge wurde aufgegeben.
Ab dem Jahre 2004 sollen in Stendal aus 3,0 Mio. fm, davon 2,1 Mio. fm Waldholz und 0,9 Mio. fm Sägerestholz 550 Tt Zellstoff erzeugt werden. Das aus dem Wald gekaufte Holz soll zu 20 % auf dem Stock und zu 80 % als aufgearbeitetes Holz gekauft werden.
Größtes deutsches Unternehmen sind die PWA (Papierwerke Aschaffenburg), welche sich mit der SCA (Svenska Celluosa Aktiebolaget) zusammengeschlossen haben zur SCA Holz-GmbH und konzerneigenen Zellstoffwerken in Mannheim, Stockstadt und Hallein.
Zur Papierherstellung kann neben Zellstoff auch Holzschliff verwendet werden. Nach der Art der Schlifferzeugung wird unterschieden in

Steinschliff unter Verwendung von Schleifersteinen, Rohstoff ist rundes Holz

Refinerschliff auch Hackschnitzelschliff, aus Hackschnitzeln, die mit speziellen Mahlgeräten (Refinern) zerfasert werden.

Das verwendete Holz wird wegen des Produktionsprozesses auch als Schleifholz bezeichnet.
Bei der Zellstoffherstellung wird Lignin durch chemische Behandlung bei hohen Temperaturen unter Druck (Zellstoffkochung) aus dem Holz herausgelöst, so dass Zellstoff übrig bleibt. Dieser Stoff wird absichtlich nicht als Cellulose, sondern als Zellstoff bezeichnet, weil Zellstoff (als technischer Begriff) nicht rein ist, sondern außerdem aus Polyosen (Hemicellulose) und Restlignin besteht.
Es gibt Papierzellstoff für Druck-, Schreib- und Zeitungspapiere, aus langfaserigem und homogenen Holz und es gibt Kunstfaserzellstoff zur Weiterverarbeitung zu halbsyntethischen Fasern z.B. zu Viskose (Textilindustrie), insbesondere aus Buchen-Industrieholz hergestellt.

Sulfatverfahren
Die Aufschlußchemikalien bestehen aus Natronlauge (NaOH) und Natriumsulfid (Na_2S).
Dieses Verfahren ist für alle Holzarten anwendbar, da sich im alkalischen Medium phenolische Substanzen und Harzsäuren lösen. Es stellt im Gegensatz zum Sulfitverfahren geringe Anforderungen an das Holz, an das Holzartenspektrum (auch Laubhölzer sind möglich), an den Entrindungszustand und an den Gerbstoffgehalt. Besonders wird dieses Verfahren für Kiefer, Lärche und Douglasie angewendet. Üblich ist es in Skandinavien und in Österreich.
Beim Verbrennen der Ablauge entsteht aus der Natronlauge Soda (Na_2CO_3) und aus Natriumsulfid (Na_2S) wird Natriumsulfat (Na_2SO_4).

Der Kochprozess findet bei Temperaturen von 110°C bis 180°C, die erhöhtem Druck in und bei pH-Werten von 13 bis 14 (also alkalisch) im Zeitraum von 2 bis 3 Stunden statt.

Sulfitverfahren
Lignin wird durch Calciumbisulfit $Ca(HSO_3)_2$ (Calciumhydrogensulfit) herausgelöst. Eigentlich müsste es Calcium-Bisulfitverfahren heißen. Auch Modifizierungen sind möglich, z.B. kann anstelle von Calcium auch Magnesium, Natrium und NH_4 im Mehrstufenverfahren verwendet werden.
Besonders wird dieses Verfahren für Fichte, Tanne, Buche, Birke und Pappel angewendet. Es ist in Deutschland zugelassen.

Andere Verfahren
ASAM-Verfahren: Alkali-Sulfitaufschluß mit Antrachinon und Methanol als Verstärkungschemikalien
MD-Organosolv-Verfahren (Organocell): Aufschluss der Hackschnitzel unter Verwendung von Methanol
Acetosolv-Verfahren (Acetocell-Verfahren): Aufschluss unter Verwendung von Essigsäure
Formacell-Verfahren (weiterentwickeltes Acetosolv-Verfahren): mit Ameisensäure und Essigsäure

Bleichverfahren
hinsichtlich der Bleiche werden 3 Verfahren unterschieden:
Bleiche mit Elementar-Chlor (sehr belastend)
ECF-Zellstoff, elementarchlorfreier Zellstoff, statt dessen wird mit Sauerstoff und Chlorverbindungen gebleicht
TCF-Zellstoff, total chlorfrei gebleicht z.B. mit Sauerstoff, Ozon und Wasserstoffperoxid

Papierherstellung
Papier ist ein dreidimensionales Netzwerk von Fasern, in welches Faserfragmente und faserfremde Füll- und Farbstoffe eingelagert sind.
Verwendung finden Pflanzenfasern, also Holz, Schilf, Bambus, Stroh u.a., auch aus zerfasertes Altpapier und Textilien (Hader) oder auf rein synthetischem Wege erzeugte Produkte.
Produktionsfolge:
1. Gewinnung der Halbstoffe (Schliff, Zellstoff usw.)
2. Herstellung des Ganzstoffes (aus Halbstoffen und Zuschlagstoffen)
3. Bildung des Papierblattes
4. Vollendungsarbeiten am fertigen Papier

Papier: Papiergewicht: 6 bis 250 g/m^2
Karton: Papiergewicht: 250 bis 500 g/m^2
Pappe: Papiergewicht: 500 bis 1000 g/m^2

4.4. Verwendung des Holzes in der Platten- und Zellstoffindustrie

4.4.1. Plattenförmige Holzwerkstoffe

1893 wurden erste Hartfaserplatten durch einen chemisch-mechanischen Aufschluß hergestellt
1941 begann die industrielle Spannplattenproduktion in Bremen
Moderne Werke existieren in Heiligengrabe und Lampertswalde. In Zary (Polen, unweit der Grenze) ist ein Werk entstanden, welches sowohl Spanplatten, als auch MDF- und OSB-Platten herstellt.

Der Plattenmarkt in Deutschland wird von den Herstellergruppen Glunz, Egger, Pfleiderer, Kunz, Kronotex/Kronospan/Kronoply und Varioboard beherrscht.
Ursachen der Plattenherstellung:
Holz ist auf Grund folgender besonderer Eigenschaften ein vorzüglicher geeigneter Baustoff:
Härte, Elastizität, Bearbeitbarkeit, Farbe, Struktur, Schalldämmung, Wärmedämmung, Umweltfreundlichkeit

Nachteile:
- Dimensionsinstabilität bei Feuchtigkeitsveränderungen
- ungenügende Dauerhaftigkeit bei Verwendung im Freien
- Inhomogenität
- geringe Abmessungen als flächendeckender Körper
- Fehlerhaftigkeit

Durch Umwandlung von Holz in Holzwerkstoffe können diese Nachteile weitgehend aufgehoben werden:
- es entstehen homogene Rohstoffe beliebiger Abmessungen
- hohe Formstabilität und Maßhaltigkeit mit verbesserten statischen Eigenschaften
- Züchtung spezieller Eigenschaften bei Dämmplatten, Akustikplatten ist möglich

Definition aus Lexikon: ... ein flächiger plattenförmiger Holzwerkstoff, der aus zerkleinerten, vorwiegend zerspaltenen Holz oder anderen ligno-cellulosehaltigen Ausgangsstoffen hergestellt wird.

4.4.1.1. Holzwolle-Leichtbauplatten

Die Holzwolle-Leichtbauplatte ist auch unter dem volkstümlichen Namen "Sauerkrautplatte" oder „Heraklit“ bzw. abgekürzt unter "HWL-Platte" bekannt.
Hauptinhaltsstoffe: Holzwolle, d.h. lange, flache Holzspäne in einer Breite von 0,5 bis 4 mm und einer Stärke von 0,03 bis 0,5 mm und mineralische Bindemittel.
Herstellung: aus Rundholz o.R. , 2, 00 m lang, Durchmesser 14 bis 28 cm,
früher Holzwolleholz lt. TGL, heute auch Verwendungssorte,
Holzarten: Fi, T, Ki, Aspe (ehemals aus Rußland)

Verwendung:
- beim Bau von Zwischenwänden
- als Putzträger von Holzbalkendecken
- für Dachausbauten
- zur Wärmeisolierung
- für Akustikplatten
- für verlorene Schalung

Die HWL-Platte wird auch als Verbundplatte mit Styropor-Mittellage zur besseren Wärmeisolierung und damit zur Aufstockung der gesunkenen Marktanteile produziert.
Fa. Heraklit hält 70 % der Marktanteile in Deutschland, der Name der Firma gilt gleichzeitig auch als inoffizielle Produktbezeichnung.

Spanplatten

Rohstoffe: grundsätzlich sind alle Holzarten verwendbar; schwere, harte und inhaltsreiche Holzarten konnten anfangs nicht oder nur mit geringen Anteilen verwertet werden. Heute werden wegen des Industrieholzüberangebotes vorwiegend Nadelhölzer wie Fichte, Kiefer und Tanne verwendet. Von den Laubhölzern kommt hauptsächlich Buche zum Einsatz. Die Entrindung findet beim Verbraucher statt. Aus Preisgründen werden auch Industrieresthölzer wie Schwarten, Spreißel, Furnierabfälle, Schäl- und Hobelspäne sowie Hackschnitzel verwendet.

Arbeitsgänge:
- Zerspanung: Spanform und Spangröße haben entscheidenden Einfluß auf die Plattenqualität, unterschiedliche Spänequalität wird an Deckschichten und Mittellagen gestellt, im ersten Arbeitsschritt werden Hackschnitzel hergestellt, die nachfolgende Zerspanung erfolgt mit verschiedenen Spanertypen, je nach gewünschter Spanform.
- Sortierung : Sichtung und gegebenenfalls Nachzerkleinerung
- Trocknung: auf ca 5 % Holzfeuchte herabgetrocknet

- Beleimung: die trockenen Späne werden mit 6 - 10 % Kunstharzleim vermischt,
  Leimarten : Harnstoffharze, Melaminharze, Phenolharze (alles Formaldehydharze), Isocyanate
- Streuen von Deckschichten und Mittelschicht
- Pressen in Einetagen- oder Mehretagenpressen oder auch Herstellung von Endlosplatten in Conti-Rol-Pressen, auch im Flachpreß- und Strangverfahren
- Reifelagerung
- auf Formate schneiden, besäumen und schleifen

Spanplatten werden im Möbelbau und im Innenausbau verwendet.

4.4.1.2. MDF-Platten

MDF = Medium Density Fibreboard (mitteldichte Holzfaserplatte oder auch mittelharte Faserplatte) ist im Gegensatz zur Hartfaserplatte zweiseitig glatt.

Diese Platte besteht aus Holzfasern, die mit Kunstharzleim verbunden sind. Die MDF-Platte vereinigt Vorteile und Merkmale der halbharten Faserplatte und der Spanplatte (also bessere mechanische, technologische und physikalische Eigenschaften, vergleichbar mit Vollholz, deshalb in manchen Bereichen Ersatz für dieses).

Gleichmäßige Faserverteilung und Dichte über den gesamten Plattenquerschnitt führen zur perfektionierten Oberflächen- und Kantenbearbeitung. Das ist bei allen anderen Plattenarten nicht erreichbar, deshalb erfolgte eine starke Produktionssteigerung.

Arbeitsgänge:
- Rundholz lagern
- Entrinden z.B. in Trommelentrindungsanlagen
- Hacken mit Scheibenhacker bzw. Fremdhackgut hinzufügen
- Sieben, zu feine und zu grobe Teile aussortieren, anders verwenden bzw. noch einmal hacken
- Späne waschen, kochen und zermahlen in Refinern zu Fasern
- Beleimen
- Trocknen
- Zugabe von Paraffin
- Formen und Pressen im Contirol-Verfahren, Faserflies ca. 30 cm hoch bei einer Plattenstärke von 19 mm, übliche Plattenstärken 4 bis 40 mm
- kühlen, stapeln, schleifen, Formate schneiden
- Beschichten, z.B. oben Leimblatt, dann Dekorpapier und Rückseite mit Gegenzugpapier

Holzarten: Laub- und Nadelhölzer, bevorzugt Kiefer oder Fichte,
auch Waldhackschnitzel und Industrie-Resthölzer

Verwendung: Möbelindustrie, insbesondere Seiten- und Frontteile, Schubkästen und Schranktüren, Rahmen und Innenausbau. Laminat-Fußboden mit hoher Abriebfestigkeit 6000 oder 9000 Umdrehungen.

Leime: Melamin-Harnstoff-Formaldehyd
Phenol-Formaldehyd
Tannin-Formaldehyd
plymeres Diisocyanat

Chemische Holzeigenschaften spielen eine Rolle, weil sie in den Aushärteprozeß eingreifen, insbesondere spielt der pH-Wert für die Dauer des Aushärteprozesses eine Rolle.

4.4.1.3. OSB - Platten

Oriented Strand Board

"Strands" sind flache , längliche Späne mit einem Breiten-Längenverhältnis von 1 : 10,
Herstellung der Späne nicht im Hacker, sondern im Ringzerspaner

"Board" gibt den Hinwies, daß es sich um einen plattenförmigen Werkstoff handelt,

"oriented" bedeutet, daß diese Späne in der Platte ausgerichtet sind, sie sind nämlich in einer Ebene orientiert.

Die Entwicklung dieses Produktes kommt aus den USA und aus Kanada, da das Aufkommen von starken Nadelhölzern aus Naturwäldern zurückgeht bzw. diese Wälder unter Schutz gestellt worden sind. Aus diesem Grunde wurde begonnen, aus schwächeren Hölzern und auch aus Resthölzern größere Bauteile herzustellen.

Technische Eigenschaften: bestehend aus 3 bis 5 Schichten, in der Mitte liegen die Späne quer zur Platte und in den Deckschichten liegen sie längs zur Platte, gewöhnlich 8 - 22 mm dick,
mit Polyurethan verleimt, mehrschichtig aufgebaut, Deckschicht ist wegen Verwendung von Melamin extrem feuchteunempfindlich, läßt sich wie Vollholz schrauben, nageln und bohren, vergleichsweise geringes Gewicht, Eigenschaften liegen zwischen Spanplatte und Sperrholz
Arbeitsgänge: ähnlich der MDF-Patte, Hacken mit Ringzerspaner, keine Faseraufbereitung
Verwendung :
- Hausbau
- für Dachschalung
- Fußbodenverlegeplatte
- Wandbekleidungen
- stabile, langlebige und wiederverwendbare Verpackung
- Warenregale im Ladenbau
- generell anstelle von Sperrholz
- Fahrzeugbau (für Kofferaufsätze)
- Möbelindustrie z.B. Federleisten

Hersteller in Europa: Inverness (Schottland), Chatellereault (Frankreich),
Sanem (Luxemburg, Zari in Polen (Nähe Grenzübergang Forst)
Heiligengrabe (Brandenburg)

4.4.2. Zellstoffherstellung

Das einziges Zellstoffwerk in den neuen Bundesländern befindet sich in Blankenstein (Rosenthal). Dieses Werk wurde 1999 vom Sulfitverfahren auf das Sulfatverfahren umgerüstet und erlaubt neben der Verarbeitung von Fichten-Industrieholz auch den Einsatz von Ki-IS. Der jährliche Holzbedarf liegt bei 1,5 Mio. m³. Daraus werden 290 Tt Zellstoff erzeugt.
Bereits 1990 wurde ein neues Zellstoffwerk in Wittenberge konzipiert. 1992 lebte dieser Gedanke wieder auf. Im umweltfreundlichen Organocell-Verfahren sollten nach diesen Vorstellungen 1,3 Mio. fm Holz verbraucht werden. Zur Förderung dieses Investitionsvorhabens hatten sich verantwortliche Vertreter der Länder Brandenburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt zusammengefunden. Damit sollte der volkswirtschaftliche Unsinn des Holztourismus nach Skandinavien und der Rückführung von Zellstoff eingedämmt werden. Das Vorhaben in Wittenberge wurde aufgegeben.
Ab dem Jahre 2004 sollen in Stendal aus 3,0 Mio. fm, davon 2,1 Mio. fm Waldholz und 0,9 Mio. fm Sägerestholz 550 Tt Zellstoff erzeugt werden. Das aus dem Wald gekaufte Holz soll zu 20 % auf dem Stock und zu 80 % als aufgearbeitetes Holz gekauft werden.
Größtes deutsches Unternehmen sind die PWA (Papierwerke Aschaffenburg), welche sich mit der SCA (Svenska Celluosa Aktiebolaget) zusammengeschlossen haben zur SCA Holz-GmbH und konzerneigenen Zellstoffwerken in Mannheim, Stockstadt und Hallein.
Zur Papierherstellung kann neben Zellstoff auch Holzschliff verwendet werden. Nach der Art der Schlifferzeugung wird unterschieden in
- Steinschliff unter Verwendung von Schleifersteinen, Rohstoff ist rundes Holz
- Refinerschliff auch Hackschnitzelschliff, aus Hackschnitzeln, die mit speziellen Mahlgeräten (Refinern) zerfasert werden.

Das verwendete Holz wird wegen des Produktionsprozesses auch als Schleifholz bezeichnet.
Bei der Zellstoffherstellung wird Lignin durch chemische Behandlung bei hohen Temperaturen unter Druck (Zellstoffkochung) aus dem Holz herausgelöst, so daß Zellstoff übrig bleibt. Dieser Stoff wird absichtlich nicht als Cellulose, sondern als Zellstoff bezeichnet, weil Zellstoff (als technischer Begriff) nicht rein ist, sondern außerdem aus Polyosen (Hemicellulose) und Restlignin besteht.
Es gibt Papierzellstoff für Druck-, Schreib- und Zeitungspapiere, aus langfaserigem und homogenen Holz und es gibt Kunstfaserzellstoff zur Weiterverarbeitung zu halbsyntethischen Fasern z.B. zu Viskose (Textilindustrie), insbesondere aus Buchen-Industrieholz hergestellt.

4.4.2.1. Sulfatverfahren

Die Aufschlußchemikalien bestehen aus Natronlauge (NaOH) und Natriumsulfid (Na_2S).

Dieses Verfahren ist für alle Holzarten anwendbar, da sich im alkalischen Medium phenolische Substanzen und Harzsäuren lösen. Es stellt im Gegensatz zum Sulfitverfahren geringe Anforderungen an das Holz, an das Holzartenspektrum (auch Laubhölzer sind möglich), an den Entrindungszustand und an den Gerbstoffgehalt. Besonders wird dieses Verfahren für Kiefer, Lärche und Douglasie angewendet. Üblich ist es in Skandinavien und in Österreich.
Beim Verbrennen der Ablauge entsteht aus der Natronlauge Soda (Na_2CO_3) und aus Natriumsulfid (Na_2S) wird Natriumsulfat (Na_2SO_4).
Der Kochprozeß findet bei Temperaturen von 110°C bis 180°C, die erhöhtem Druck in und bei pH-Werten von 13 bis 14 (also alkalisch) im Zeitraum von 2 bis 3 Stunden statt.

4.4.2.2. Sulfitverfahren

Lignin wird durch Calciumbisulfit $Ca(HSO_3)_2$ (Calciumhydrogensulfit) herausgelöst.
Eigentlich müßte es Calcium-Bisulfitverfahren heißen. Auch Modifizierungen sind möglich, z.B. kann anstelle von Calcium auch Magnesium, Natrium und NH_4 im Mehrstufenverfahren verwendet werden.
Besonders wird dieses Verfahren für Fichte, Tanne, Buche, Birke und Pappel angewendet. Es ist in Deutschland zugelassen.

4.4.2.3. Andere Verfahren

ASAM-Verfahren: Alkali-Sulfitaufschluß mit Antrachinon und Methanol als Verstärkungschemikalien
MD-Organosolv-Verfahren (Organocell):
Aufschluß der Hackschnitzel unter Verwendung von Methanol
Acetosolv-Verfahren (Acetocell-Verfahren):
Aufschluß unter Verwendung von Essigsäure
Formacell-Verfahren (weiterentwickeltes Acetosolv-Verfahren):
mit Ameisensäure und Essigsäure

Bleichverfahren

hinsichtlich der Bleiche werden 3 Verfahren unterschieden:

* Bleiche mit Elementar-Chlor (sehr belastend)
* ECF-Zellstoff, elementarchlorfreier Zellstoff, statt dessen wird mit Sauerstoff und Chlorverbindungen gebleicht,
* TCF-Zellstoff, total chlorfrei gebleicht z.B. mit Sauerstoff, Ozon und Wasserstoffperoxid

Papierherstellung

Papier ist ein dreidimensionales Netzwerk von Fasern, in welches Faserfragmente und faserfremde Füll- und Farbstoffe eingelagert sind.
Verwendung finden Pflanzenfasern, also Holz, Schilf, Bambus, Stroh u.a., auch aus zerfasertes Altpapier und Textilien (Hader) oder auf rein synthetischem Wege erzeugte Produkte.
Produktionsfolge:

1. Gewinnung der Halbstoffe (Schliff, Zellstoff usw.)
2. Herstellung des Ganzstoffes (aus Halbstoffen und Zuschlagstoffen)
3. Bildung des Papierblattes

Vollendungsarbeiten am fertigen Papier

Papier	Papiergewicht:	6 bis 250 g/m^2
Karton	Papiergewicht:	250 bis 500 g/m^2
Pappe	Papiergewicht:	500 bis 1000 g/m^2

5 Holzvermarktung

Der Holzmarkt ist der ökonomische Ort für den Kauf und Verkauf des Wirtschaftsgutes Holz. Ein Markt bildet sich nur dann heraus, wenn mehrere Abnehmer vorhanden sind, die sich um die angebotene Ware bemühen. So bilden sich je nach Holzart und Sorte verschiedene Teilmärkte heraus, z.B. für Kiefer oder Eiche, für Stammholz oder Industrieholz, wuchsgebietsorientiert oder verbraucherorientiert.

Der Holzmarkt weicht in einigen bedeutenden Merkmalen erheblich von der Modellvorstellung der freien bzw. sozialen Marktwirtschaft mit vollkommener Konkurrenz ab:

die Festlegung von Mindestpreisen auf der Basis von entstehenden Kosten ist wegen der langen Produktionszeiträume erschwert

im Landeswald sind Mindestpreise nicht immer an den entstehenden Kosten orientiert

im System des Einheits-Forstamtes fassen die Landesforstverwaltungen als Verkaufsführer große Holzmengen zusammen und sind daher Marktführer

Saison- und Witterungseinflüsse beeinflussen in starkem Maße das Holzangebot mengenmäßig und zeitlich

wenige große Industrieholzabnehmer haben die Möglichkeit, dem Waldbesitzer Preise und Mengen zu diktieren

die Einfuhr von Rundholz, Schnittholz, Halbfertig- und Fertigprodukten aus Holz führt zu starken Schwankungen auf der Importseite

Statt nur von Holzverkauf zu sprechen, ist es wichtig, neben dem Verkauf auch die Bereiche Marktforschung, Service, Werbung, Losbildung und Lospräsentation in die Holzvermarktung einzubeziehen.

5.1 Holzaufbereitung

Losbildung

Zu einem Los werden Holzmengen zusammengefasst, welche bei Angebot, Verkauf, Rechnungslegung und Bezahlung eine Einheit bilden sollen. Dabei ist auf folgende Merkmale zu achten:

Stammhölzer einer Holzart

Nahe beieinander liegende Holzqualitäten (bei Werthölzern auch nur eine Güte)

Homogenität in der Länge (wegen des Transportes und mit Rücksicht auf die jeweiligen Verarbeitungslängen des Verbrauchers)

Homogenität im Durchmesser bzw. in der Stärkeklassenverteilung

Einzelstammweiser Verkauf (Einzellos) ist im Gegensatz zur Losbildung zu empfehlen, wenn aus dem sonstigen Angebot herausragende Merkmale auftreten wie:

bessere Qualität (Jahrringaufbau, Ast- und Beulenfreiheit bei Kiefer oder weiße Stirnflächen bei Buche)

besondere Länge

erheblich größerer Durchmesser

gute Kombination aus Qualität, Durchmesser und Länge

Diese Situation ist in der Regel nur bei Meistgebotsterminen gegeben, sollte aber dort unbedingt genutzt werden.

Als Folge der forstlichen Koppelproduktion fallen zwangsläufig Sorten für mehrere Verwender an, z.B. Sägeholz für bessere und schlechtere Verwendung, Industrieholz und Brennholz. Die Losbildung ist damit ein wichtiges Instrument des Marketings, d.h. der Produktgestaltung.

Die Losgröße als Angebotsmenge je Verkaufseinheit ist kundenfreundlich zu gestalten, möglichst als Transporteinheiten oder Vielfaches davon. Sehr kleine Lose sind nur zu bilden, wenn tatsächlich nicht mehr zusammengehörige Exemplare vorhanden sind.

Lospräsentation

Die Darbietung der Hölzer ist neben der Losbildung ein wichtiges Mittel der Verkaufswerbung. Dazu gehören:

stammnahe Entastung

rechtwinklige Hirnschnitte an Zopf und Stammfuß

stammfußgleiche Polterung

Abtrennen von Waldbärten und Stockausrissen

Abtrennen von störenden Wurzelanläufen

gut lesbare Nummerierung (Holz-Nr., Güte, Durchmesser und Länge am richtigen Ort, in der richtigen Ziffernkombination und mit eindeutigen Ziffern und Zeichen; Vor- und Nachteile der Verwendung von Plaste-, Metall- und Holzmarken beachten)

Polterung an geeigneten Polterplätzen (keine Nass-Stellen, gute Zufahrt, Freischneiden der Fahrzeugprofile, Kranfreiheit für den LKW)

Polterung bei längerer Lagerung, wie bei Meistgebotsterminen auf Unterlagen oder auf betonierten bzw. gepflasterten Flächen, z.B. auf Holzhöfen, nicht an stehende Bäume poltern

Vermeidung von Verschmutzungen der Stirnflächen beim Rückeprozeß oder Neunummerierung (Abtrennen einer Stammscheibe)

kein Präsentieren von unerlaubten Fehlern auf den Hirnschnitten (z.B. Anschneiden von Faulästen, Spinne, Rückeschäden), wenn der ganze Stamm besser ist

Anbringen von S-Haken bei besserem Buchen-Stammholz, kein Einschlagen von Stahlteilen in Eichenstammholz

Zugaben bzw. Vergütungen auf ein Mindestmaß beschränken

5.2 Verkaufsarten

Verkaufsarten (nach KROTH/BARTELHEIMER S. 158 ff) richten sich nach dem Zeitpunkt des Vertragsabschlusses (vor oder nach der Fällung)

Vorverkauf auf dem Stock (Vertrag vor der Fällung)

Vorverkauf aufbereiteter Sorten (Vertrag vor der Fällung)

Nachverkauf (Vertrag nach der Fällung)

Verkaufsverfahren richten sich nach dem Verfahren der Preisbestimmung (ob frei, verdeckt oder offen bei bestimmten Bieterkreis)

Freihandverkauf

Submission

Versteigerung

5.2.1 Vorverkauf

Vorverkauf auf dem Stock (Vorverkauf mit Käuferhieb) Dies ist eine Verkaufsform, die in Deutschland wenig üblich ist. Sie wird in Frankreich, Nordamerika und in den Tropen praktiziert. Dabei werden ganze Bestände oder bestimmte Exemplare zu einem vereinbarten Gesamtpreis des Holzes auf dem Stock verkauft. Einschlag und Rücken gehen zu Lasten des Käufers. Er lässt diese Gewerke durch eigene Arbeitskräfte oder durch fremde Unternehmer verrichten.

Im Deutschen Reich war der Vorverkauf auf dem Stock nach einer Verordnung aus dem Jahre 1938 verboten. Diese Verordnung wurde erst im Jahre 1969 aufgehoben.

Vorteilhaft für die Forstverwaltung ist ein geringes vorzuhaltendes Arbeitspotential. Nachteilig ist, dass der Käufer gewisse Mehrerlöse durch vorteilhafte Aushaltung und Sortierung erzielen kann und somit beim Holzverarbeiter das Preisniveau gewisser Sorten unterlaufen kann. Außerdem muss auf pflegliches Arbeiten und auf den Einschlag angezeichneter Stämme geachtet werden, was durch Beaufsichtigung oder hohe Strafgelder erreicht werden kann.

Gute Ergebnisse kann der Verkäufer erzielen, wenn der Vorverkauf auf dem Stock über Versteigerungen abgewickelt wird. Es gibt auch die Möglichkeit, den Vertag vor dem Einschlag abzuschließen und die Rechnung erst nach dem Einschlag zu erstellen.

Vorverkauf aufzubereitender Sorten (Vorverkauf mit Verkäuferhieb)

Hier werden die Verträge abgeschlossen, bevor das Holz eingeschlagen und gerückt wird. Verkaufsobjekt ist trotzdem eingeschlagenes, gerücktes, vermessenes und sortiertes Rundholz. Die genauen Mengen in den Güteklassen und die exakte Stärkeklassenverteilung sind zu diesem Zeitpunkt nicht bekannt. Geringe Abweichungen in Menge und Qualität des Holzes müssen daher in Kauf genommen werden. Industrieholzsorten werden in der Regel über Vorverkauf an Großabnehmer verkauft. Preis und Vertragsbedingungen werden vor Beginn des Holzeinschlages ausgehandelt. Die Bereitstellung des Holzes findet dann nach einem beiderseits akzeptierten Terminplan mit Wochen- bzw. Monats- oder Quartalsraten statt. Die Rechnung wird selbstverständlich nur über Holz geschrieben, welches eingeschlagen und vermessen wurde; während der Vertag geschlossen wurde, als dieses Holz noch auf dem Stock stand. Verkauf nach Gewicht und Werksvermessung gehören auch dazu.

Vorteile:

Planung und Organisation werden erleichtert

Rücke- und Einschlagskapazitäten können besser ausgelastet werden

Holzpreise sind besser kalkulierbar, da sie vor Einschlagsbeginn für das ganze Jahr festgelegt werden

Nachteile:

jährlich festgelegte Holzpreise können je nach Marktentwicklung für einen der beiden Vertragspartner zum Nachteil werden

bei guter Mengenkonjunktur ist es für nicht gebundene Kunden schwer, laufend freie Mengen zu erwerben

ein freies Spiel von Angebot und Nachfrage ist außer Kraft gesetzt

bei zu erwartenden Preisrückgängen wird vom Vorvertragsangebot wenig Gebrauch gemacht

5.2.2 Nachverkauf

(Holz wurde eingeschlagen, ohne zu wissen an wen, wann und ob das Holz verkauft werden kann): Einschlag und Rücken finden vor Vertragsabschluß statt. Die Käufer können dabei noch unbekannt sein. Bis zum Jahre 1969 war der Nachverkauf die ausschließliche Verkaufsart. Für Werthölzer gilt dies nach wie vor (siehe Versteigerungen und Submissionen).

Vorteile:

bei Vertragsabschluß besteht Klarheit über Mengenanteile je Qualität, Stärkeklasse und Holzart; in der Regel konnte das angebotene Holz auch vorher besichtigt werden

Kleinabnehmer haben hier eine größere Chance, Holz zu erwerben

Nachteil:

der Forstbetrieb muss die Aufarbeitungskosten länger vorhalten, als bei anderen Verkaufsarten

ins Blaue hinein wird eingeschlagen und gerückt

Versteigerung

Die offene Versteigerung (kurz: Versteigerung) steht im Gegensatz zur verdeckten Versteigerung, welche als Submission bezeichnet wird und mit geheimen Geboten in verschlossenen Umschlägen stattfindet. Bei der offenen Versteigerung werden die Gebote (Bieterpreise) durch lautes Ausrufen oder Zeichengebung des Bieters zur Bestätigung des Angebotes des Verkaufsleiters akzeptiert. Öffentlich sind sowohl Versteigerung als auch Submission.

Vorteile:

eine individuelle Bevorzugung ist ausgeschlossen

große Mengen können schnell ihre Abnehmer finden

die Preisbildung erfolgt durch den Nachfrager und ist wegen des Wettbewerbes in der Regel hoch

Nachteile:

wenn durch Absprachen (Ringbildung) die Konkurrenz ausgeschlossen wird oder zu wenige Interessenten mitbieten, funktioniert die erwähnte hohe Preisbildung nicht mehr

Meistgebotstermine sind mit hohem Organisationsaufwand verbunden (Zeit, Kosten)

Die Ankündigung der Verkaufsabsichten erfolgt in überregionalen Fachzeitungen sowie durch Anschreiben und Zusenden von Versteigerungskatalogen für bekannte Kunden.

Versteigerungskataloge sind platzweise gegliedert und enthalten alle Angaben über das angebotene Holz.

Submission

Die Submission ist eine verdeckte Versteigerung mit geheimer Gebotsabgabe. Der Aufbau der Submissionskataloge ähnelt dem der Versteigerungskataloge. Submissionskataloge enthalten zusätzlich vorgedruckte Gebotslisten, in welche der Bieter sein Gebot in Ziffern und Buchstaben sowie seine Anschrift mit Unterschrift eintragen muss und abschicken kann (bis zum Zeitpunkt der öffentlichen Öffnung der Gebote müssen die Gebote beim Verkaufsleiter vorliegen, am besten in 2 verschlossenen Umschlägen).

Zum Submissionstermin werden diese geschlossenen Umschläge geöffnet und die Gebote öffentlich bekannt gegeben. Derjenige mit dem höchsten Gebot erhält auch hier den Zuschlag. Bei Geboten gleicher Höhe entscheidet das Los oder es zieht jemand sein Gebot zurück. Der Bieter muss zum Termin nicht vertreten sein, das Ergebnis wird ihm dann schriftlich mitgeteilt.

Dieses Verkaufsverfahren ist beim Kunden wenig beliebt, da die Markttransparenz nicht gegeben ist. Der Kunde kann während der Veranstaltung keinen Einfluss mehr auf Preis und Kaufmenge nehmen. Letzteres ist z.B. wichtig für die Zusammenstellung von Transportmengen. Außerdem kann der Kunde mit seinem Gebot weit entfernt von seinen Mitbietern liegen und dadurch Geld verschenken. Andererseits muss der zukünftige Käufer ein recht hohes Gebot abgeben, wenn er mit Sicherheit erreichen will, dass er ein bestimmtes Los für einen gezielten Bedarf erhält.

Hohe Preise wurden bisher z.B. erzielt für:

Ahorn in Groß Dölln 1996 5739.- DM/m^3

Kirsche in Schwerin 1996 7400.- DM/m^3

Riegelahorn Nidda 1996 12639.- DM7m^3

mit insgesamt 3,87 m^3 ergibt ca. 38 TDM inklusive billigerem Zopfstück

Freihandverkauf

Der Freihandverkauf stellt den Regelfall des Holzverkaufes dar und ist das einfachste Verkaufsverfahren bei einem festen Kundenstamm. Dabei werden die Lose einem oder mehreren Kunden angeboten. Die potentiellen Käufer prüfen das Angebot und geben innerhalb einer bestimmten Frist eine Absage oder Zusage ab bzw. machen ein Gegenangebot. Dabei kommt in freier Verhandlung der endgültige Verkaufspreis zustande und der Holzkaufvertrag wird abgeschlossen. Der Verkauf wird im Stillen abgewickelt. Die Preise sind nicht immer dem aktuellen Marktgeschehen angepasst.

Ablauf einer Freihandverkaufsaktion:

Vertragsangebot

Annahme oder Ablehnung

Vertragsunterzeichnung

Holzabnahme (Vorzeigung)

Rechnungslegung

Zahlungsfrist

Bezahlung

Abfuhr

Im Freihandverkauf werden die Verkaufsarten Vorverkauf auf dem Stock, Vorverkauf aufzubereitender Sorten und Nachverkauf unterschieden. Generell ist dabei zu beachten, zu welchem Zeitpunkt der Kaufvertrag abgeschlossen wird und zu welchem Zeitpunkt die Rechnung geschrieben wird.

5.3 Verkaufs- und Zahlungsbedingungen

Mit den Verkaufs- und Zahlungsbedingungen ist es ähnlich wie mit der HKS. Jedes Bundesland gibt eigene Formulierungen und Fassungen heraus, die sich selbstverständlich an den gesetzlichen Bestimmungen (BGB, AGB) orientieren. *Diese Regelungen gelten für alle Holzverkäufe aus dem Landeswald durch die Forstbehörden.*

Rechnungslegung (nicht in AVZB ausgeführt)

Die Rechnungslegung erfolgt 3 bis 5 Tage nach Vorzeigung oder Überweisung bzw. Übernahme (Übergabe) des Holzes bei Freihandverkäufen. Bei Meistgebotsverkäufen läuft die Frist ab Zuschlagserteilung. Der Tag der Rechnungslegung ist ausschlaggebend für den Beginn der Zahlungsfristen, für Skonto, Stundungsantrag, Verzugszinsen und Wiederverkäufe.

Vertragsabschluß

Ein Kaufvertrag kommt durch Abgabe und Annahme eines Angebotes zustande.

Käufer und Verkäufer sind, wenn nichts anderes vereinbart wird, 14 Kalendertage an das Angebot gebunden.

Der Vertrag selbst muss nicht schriftlich formuliert werden, sondern es gelten Wertgrenzen in Brandenburg von 1000.- DM.

Mengenabweichung

Mengenabweichungen mit der Bezeichnung „zirka“ berechtigen den Verkäufer, bis zu 10 % weniger als die vertraglich vereinbarte Menge zu liefern. Der Verkäufer ist dann aber verpflichtet, auf Verlangen des Käufers einen Vertrag über den Nachkauf von Holz vergleichbarer Art und Güte in der fehlenden Menge aus anderen Forstämtern zu schließen.

Bei Einschlagsbeschränkungen durch Rechtsvorschrift (Forstschädenausgleichsgesetz) ist der Verkäufer berechtigt, Liefermengen zu kürzen. Darüber ist der Käufer spätestens 4 Wochen nach Erlass der Rechtsvorschrift zu informieren.

Gefahrenübergang

Der Gefahrenübergang erfolgt entweder

bei Meistgebotsverkäufen mit der Zuschlagerteilung oder

bei sonstigen Verkäufen mit der Übernahme des Holzes.

Mit der Überweisung des Holzes oder, wenn eine Vorzeigung erfolgt ist, mit Abschluss der Vorzeigung, geht die Gefahr des zufälligen Unterganges oder einer zufälligen Verschlechterung des Holzes auf den Käufer über.

Der Gefahrenübergang betrifft auch Gefahren für Dritte, die vom Holz ausgehen können.

Eigentumsübergang

Eigentum erlangt der Käufer erst bei vollständiger Bezahlung des Kaufpreises und aller Nebenkosten.

Dem Käufer oder seinem Beauftragten wird als Zeichen dafür ein Abfuhrausweis überstellt.

Nach Bezahlung bzw. dem Vorlegen einer Bankbürgschaft oder einer anderen Sicherheit wird dem Käufer oder seinem Beauftragten ein Abfuhrausweis oder ein vorläufiger Abfuhrausweis ausgehändigt oder übersandt. Für Teilmengen wird der Abfuhrausweis für die Menge ausgehändigt, die der Höhe der geleisteten Zahlung entspricht.

Bis zur vollständigen Bezahlung des Kaufpreises und aller Nebenkosten bleibt das verkaufte Holz Eigentum des Verkäufers.

Holz darf also entweder nach

vollständiger Bezahlung oder

Teilzahlung für Teilmengen oder

Bankbürgschaft oder

Abschlagszahlung bei Werkseingangsvermessung ohne Bankbürgschaft abgefahren werden.

Eine Bankbürgschaft bewirkt noch keinen Eigentumsübergang.

Gewährleistung und Sachmängel

Umfang der Sachmängelhaftung:

Der Verkäufer leistet Gewähr bei äußerlich erkennbaren erheblichen Mängeln oder Abweichungen von den zugesicherten Eigenschaften des Holzes. Der Verkäufer haftet auch für Fehler, die nicht äußerlich erkennbar sind, wenn er sie arglistig verschwiegen hat oder bei grobem Verschulden.

Mängelrügenfrist:

Mängel sind innerhalb von 14 Kalendertagen nach Abschluss der Vorzeigung oder Übernahme des Holzes zu rügen. Für versteckte Mängel, sofern der Verkäufer diese nicht arglistig verschwiegen hat oder ihm grobes Verschulden trifft, gilt eine Frist von 3 Wochen.

Mängelrügen können nicht mehr geltend gemacht werden, wenn der Käufer oder sein Beauftragter mit der Bearbeitung oder Entrindung des Holzes begonnen hat.

Über Splitterbefall hat der Verkäufer den Käufer vor Vertragsabschluß zu informieren. Hat er das getan, wird er frei von der Haftung, weil juristisch kein Mangel gegenüber den zugesicherten Eigenschaften des Holzes vorliegt..

Splittersuchgerät verwenden und frühere Splitterfunde beachten!

Was geschieht, wenn diese Information über Splitterfunde unterbleibt? Dann liegt arglistige Täuschung oder grobes Verschulden vor und es muss Schadensersatz wegen Nichterfüllung geleistet werden.

Die Frist für Mängelrügen bei Splitterbefall endet nicht mehr mit Vorzeigung oder Überweisung des Holzes, sondern es heißt:

Für Splitter, sofern der Verkäufer diese nicht arglistig verschwiegen hat oder ihm grobes Verschulden trifft, gilt eine Frist von 3 Wochen nach Abfuhrbeginn.

Durchführung der Gewährleistung:

Ist die Mängelrüge begründet, kann der Verkäufer nach seiner Wahl verlangen, dass der Kaufpreis gemindert, Ersatz durch anderes Holz in vereinbarter Art und Güte geleistet oder der Kaufvertrag rückgängig gemacht wird.

Bei begründeter Mängelrüge kann der Käufer wahlweise folgendes nach §§, 472, 465, 346 BGB und § 11 AGB verlangen:

Kaufpreisminderung (Minderung § 472)

Ersatz durch anderes Holz gleicher Art und Güte (§ 465)

Rückgängigmachen des Kaufvertrages (auch als Wandlung oder Rücktritt bezeichnet, § 346)

Ein Schadenersatz wegen Nichterfüllung kann nur geltend gemacht werden, wenn der Verkäufer, sein Beauftragter oder Erfüllungsgehilfe vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben.

Fehler im Holz, wie Rotkern, Fauläste und Fäule, sind auf diese Weise nicht zu beanstanden, weil Verkäufer und Käufer die gleichen Möglichkeiten und Fähigkeiten haben, von äußerlich erkennbaren Anzeichen auf diese Fehler zu schließen oder weil für beide diese Möglichkeit nicht besteht.

Erfüllungsort

Unter dem Erfüllungsort ist der Ort zur Übergabe bzw. Übernahme der Ware zu verstehen.

Erfüllungsort ist, soweit schriftlich nichts anderes vereinbart ist, der LKW befahrbare Abfuhrweg.

Im Vertrag ist dann entweder nichts angegeben oder es heißt:

frei Waldweg gerückt

Abweichend können im Vertrag als Erfüllungsort vereinbart werden:

Hiebsort ungerückt

frei Holzhof

frei Transportmittel verladen

frei Werk

Andere Formulierungen sind:

frei Waggon verladen

frei Bestimmungshafen

frei Bord gestaut

frei LKW

Zahlungsverkehr

Zahlungen sind durch Überweisung/Einzahlung zu leisten (damit sind Geldüberweisungen gemeint). *Sie können ausnahmsweise auch per Scheck erfolgen. Schecks werden nur erfüllungshalber angenommen.*

Es wurde absichtlich *erfüllungshalber* formuliert und nicht „erfüllungsstatt vom Käufer angenommen“. Der Käufer hat damit seine Zahlungsverpflichtung erst dann erfüllt, wenn der Kaufpreis einschließlich eventueller Spesen dem Verkäufer zugeflossen ist.

Sobald die bezogene Bank den Scheck einlöst oder die Einlösung schriftlich bestätigt hat, wird der Abfuhrausweis erteilt.

Barzahlung ist bis zur Höhe von 1000 DM zulässig, wenn sich der Verkäufer ausdrücklich damit einverstanden erklärt.

Soweit nichts anderes vereinbart ist, sind die Zahlungen in Euro zu leisten.

Eine Bezahlung über Wechsel ist in Brandenburg nicht möglich.

Bankbürgschaft

Der Käufer kann zur Sicherheit der Zahlung eine unwiderrufliche Bankbürgschaft unter Verzicht auf die Einreden der Anfechtung, Aufrechnung und unter Verzicht der Einrede der Vorausklage (§§ 770, 771 BGB) stellen.

Die Bankbürgschaft soll von einer deutschen Bank erstellt werden. Bei Zahlungsschwierigkeiten des Kunden übernimmt die Bank die Zahlung nach Aufforderung durch den Verkäufer. Bankbürgschaften werden in der Regel in Höhe des unterwegs befindlichen Holzes ausgestellt. Eine Bankbürgschaft über den Wert eines Jahresvertrages ist nicht nötig, da zwischen den Lieferterminen Rechnungen erstellt werden und diese nach 42 Tagen auch bezahlt sein müssen.

In diesem Falle kann die Abfuhr vor Bezahlung erlaubt werden.

Zahlungsfristen und Skonto

Zahlungsfristen beginnen bei Freihandverkäufen am ersten Tag nach Ausfertigung der Rechnung, bei Meistgebotsverkäufen am ersten Tag nach Erteilung des Zuschlages.

Allgemeiner Zahlungstag (AZT) ist der auf den Tag der Ausstellung der Rechnung bzw. des Zuschlages folgende 42. Tag.

Bei Zahlungen bis zum AZT wird Skonto in Höhe von 2 % des Rechnungsbetrages gewährt. Bei Überweisung mit Gutschrift bis zum 21. Kalendertag nach Ausfertigung der Rechnung wird Skonto in Höhe von 2 % des Rechnungsbetrages gewährt.

Bei Verträgen bis zu einem Betrag von 1000.- DM kann der Verkäufer kürzere Zahlungsfristen und eine bestimmte Zahlungsart festlegen. Skonto wird nicht gewährt.

Bei Verkäufen nach Werkseingangsmaß wird Skonto nur gewährt, wenn Abschlagszahlungen und Restzahlungen bis zum AZT nach Werkseingang entrichtet worden sind.

Auf gesondert berechnete Nebenkosten wie Holzschutz, Entrindung, Verladung und Transport wird Skonto nicht gewährt.

Stundung

Auf Antrag kann Stundung der Zahlung gewährt werden.

Der Antrag muß vor Ablauf der Zahlungsfrist bei dem Verkäufer eingegangen sein. Eine rückwirkende Stundungsgenehmigung kann nicht erteilt werden. Für die Dauer

der Stundung werden Zinsen in Höhe von 2 % über dem jeweils geltenden Basissatz nach § 1 des Diskontüberleitungsgesetzes vom 09.06.1998 (BGBl. 1, Seite 1242) erhoben.

Die Forstverwaltung kann den Antrag ablehnen, wenn ihr eine spätere Zahlung fraglich erscheint.

Die Zinsen werden von dem auf den AZT folgenden Tag an gerechnet.

Zahlungsverzug

Werden Zahlungsfristen aus Gründen, die der Käufer zu vertreten hat, überschritten, ohne dass Stundung vereinbart ist, so werden Verzugszinsen in Höhe von 5 % über dem jeweils geltenden Basissatz der Europäischen Zentralbank erhoben.

Die Geltendmachung weiterer Schadensersatzansprüche wegen Verzuges bleibt davon unberührt.

Nicht bezahlte Rechnungen gelten als überfällige Forderungen, sie werden unterschieden nach:

Holz liegt noch im Walde

Holz ist bereits abgefahren (ohne Abfuhrausweis und ohne Genehmigung = Diebstahl)

Wiederverkauf

Kommt der Käufer aus Gründen, die er zu vertreten hat, mit seinen Zahlungen in Verzug, kann der Verkäufer nach Mahnung des Käufers mit Fristsetzung und Androhung des Wiederverkaufs die Kaufsache weiterveräußern.

Im Falle des Wiederverkaufs hat der Verkäufer gegen den Erstkäufer einen Anspruch auf Erstattung der dadurch entstandenen Kosten sowie auf den gegenüber der Vertragssumme etwa entstandenen Mindererlös.

Verzugszinsen werden dem Erstkäufer bis zur Bezahlung durch den Zweitkäufer, also möglicherweise bis zum 42. Tag nach der Zweitrechnung berechnet.

Bei auftretenden Mindererlösen werden dafür die Verzugszinsen bis zu deren Ausgleich weiter berechnet.

Der Erstkäufer kann nicht geltend machen, dass der Verkäufer beim Wiederverkauf einen günstigeren Erlös hätte erzielen können. Ein etwaiger Mehrerlös verbleibt dagegen beim Verkäufer.

Der Erstkäufer hat keinen Anspruch auf Ersatz seiner durch Bearbeiten, Entrinden, Rücken usw. entstandenen Aufwendungen.

Unbezahltes aber vertragliches gebundenes Holz kann unter diesen Bedingungen weiterverkauft werden. Auch bezahltes Holz kann weiterverkauft werden, wenn es nicht rechtzeitig abgefahren wird.

Kommt der Verkäufer mit seiner Abfuhrpflicht in Verzug, so kann der Verkäufer nach Ablauf von 12 Monaten nach Übernahme bezahltes aber noch nicht abgefahrenes Holz wiederverkaufen.

Von der Absicht des Wiederverkaufes wird der Käufer drei Wochen vorher verständigt.

Der Wiederverkaufserlös abzüglich der dem Käufer entstandenen nachweisbaren Kosten wird dem Erstkäufer erstattet.

5.4 Holzpreise

Die Theorie der Preisbildung unterscheidet zwei Extreme:

die absolut zentral gelenkte Wirtschaft (Zentralverwaltungswirtschaft)

die absolut freie Marktwirtschaft

Beide Formen gibt es nicht in Reinkultur, sondern es existiert eine Vielzahl von Übergangsformen.

In der staatlich gelenkten Zentralverwaltungswirtschaft sind Preise, Produktion und somit Konsum festgeschrieben. Es kommt zu Mangel- oder Überschussproduktion. Bei der Preis- Festsetzung gibt es Schwierigkeiten, da oft keine brauchbaren Maßstäbe zu finden sind. Besonders in der Forstwirtschaft sind die Schwierigkeiten wegen der Koppelproduktion und wegen starker standortsbedingter Kostenunterschiede groß. Die Nachteile solcher Wirtschaft waren u. a. von 1934 bis 1948 zu erkennen.

Die absolut freie Marktwirtschaft gibt es nicht. Der Staat greift in das Marktgeschehen immer irgendwie ein. So entwickelte sich die "soziale Marktwirtschaft".

Mit dem Kartellgesetz (Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen) sollen marktbeherrschende Kartelle oder Firmenzusammenschlüsse, die dann auch den Preis bestimmen können, verhindert werden.

Angebot und Nachfrage bestimmen neben anderen Faktoren den Preis. Ist die Nachfrage groß, kann auch der Preis hochgehalten werden. Das Angebot wird steigen. Sinkt der Preis, wird auch das Angebot fallen.

In der forstlichen Nachhaltshiebswirtschaft ist die Regulierung des Angebotes bei Preisveränderungen nicht ohne weiteres möglich. Wenn bedingt durch Preisrückgang Waldbesitzer Einkommenseinbußen haben, die sie nicht anders decken können, dann wird mehr Holz auf den Markt gebracht, um den durch Preisverfall bedingten Einkommensrückgang zu kompensieren. Eigentlich müsste aber das Angebot zurückgehen, damit der Preis wieder steigen kann. Außerdem müssen Pflegemaßnahmen durchgeführt werden, die nach gewissen Zeiträumen unaufschiebbar sind.

„Herbsterlass“ am Beispiel Brandenburg

Die Orientierung für die Preise von Rundholz aus dem Landeswald wird in Brandenburg wie auch früher in anderen Bundesländern durch die jährlichen „Herbsterlässe“ gegeben. Der Preisrahmen richtet sich dabei nach Holzart, Güte- und Stärkeklasse. Die Staffelung der Holzpreise je Stärkeklasse sieht niedrige Preise für kleine Durchmesser und hohe Preise für große Durchmesser vor. In den letzten Jahren konnte stärkeres Holz nicht mehr zu höheren Preisen verkauft werden, so dass Kappungsgrenzen je nach Holzarten bei den Stärkeklassen 3, 4 und 5 gesetzt wurden. Das Preisgefälle zwischen den Güteklassen wurde früher in einem einheitlichen Prozentsatz über alle Güteklassen angegeben (z.B. 150 % für A, 100 % für B, 80 für C und 30 % für D). In den letzten Jahren wurden auch hier differenzierte Relationen je Stärkeklasse festgelegt. Diese Differenzierung sieht prozentual niedrigere Preise für stärkeres Holz und prozentual höhere Preise für schwächeres Holz vor.

Außerdem sieht der Herbsterlass Preiszuschläge und -abschläge für Besonderheiten wie fixe Längen und veränderte Zopfdurchmesser vor. An Hand von Folien des jeweiligen aktuellen „Herbsterlasses“ werden die Orientierungspreise erläutert. Um sich ein grobes Preisgerüst besser einprägen zu können, wird empfohlen, auf das Preisgefälle zwischen den Holzarten in der Reihenfolge Eiche, Buche, Erle, Esche

Robinie, Birke, Kiefer Fichte z.B. in der Stärkeklasse 4 zu achten, unter 3b ist allerdings die Fichte teuerer als die Kiefer. Weiterhin sind die unterschiedlichen Preisdifferenzen zwischen den Stärkeklassen verschiedener Holzarten zu beachten, bei Kiefer etwa 10 €, bei Buche etwa 25 € und bei Eiche etwa 50 €.

LAS Kiefer/Lärche/Douglasie und Fichte

Zu beachten ist hier, dass die LAS-Preise in den letzten Jahren deutlich unter den Langholzpreisen lagen, jetzt aber erstmalige für LAS der Stärkeklasse 1b mehr bezahlt werden muss als für Langholz

Paletten- und Parkettholz

Zu beachten ist der stärkeklassenunabhängige Preis für Palettenholz, geringe Differenzierungen liegen schon jahrelang zwischen den Holzarten vor

Industrieholz und Schichtholz

Diese Informationen mit dem exakten Titel „Orientierung für die Holzvermarktung (Herbsterlass)“ sind nur für den internen Dienstgebrauch der Landesforstverwaltung bestimmt. Demzufolge sind die darin getroffenen Festlegungen nur für die Landesforsten verbindlich und eine Weitergabe an Dritte außerhalb der Landesforstverwaltung ist nicht gestattet.

Weil diese Homepage der breiten Öffentlichkeit zugänglich ist, werden aus diesem Grunde hier keine aktuellen Preisangaben gemacht.

- Die Zusammenarbeit mit den Kunden ist seitens der Ämter für Forstwirtschaft durch beispielhafte Vertragstreue , Verständnis und Fairness zu prägen.
  Während der Vertragslaufzeit auftretende Probleme sind direkt und partnerschaftlich zu klären und dabei ist gegebenenfalls flexibel zu reagieren.
  Vertragsstornierungen, Mengenkürzungen und beabsichtigte Mengenüberschreitungen von mehr als 10 % der Vertragsmenge und andere wesentliche Abweichungen von Vertragsinhalten bei Verträgen zu Rahmenvereinbarungen sind dem Referat 43 unverzüglich mitzuteilen.

3. *Preisorientierungen*

Die nachfolgenden Preisorientierungen verstehen sich frei Wald gerückt für unentrindetes Holz ohne Mehrwertsteuer und ohne Abzug des Holzabsatzfondsbeitrages.

Stammholz Nadel lang (€/fm)			C-Preis in % zu B
	Kiefer		
	B	C	
1b	36,-	30,-	83 %
2a	47,-	38,-	81 %
2b	60,-	46,-	77 %
3a	70,-	53,-	76 %
3b	80,-	57,-	71 %
4+	80,-	57,-	71 %

Palettenholz Kiefer 30,- €/fm.

Für Fichte / Douglasie und Lärche sind die Stammholzpreise in hoher Eigenverantwortung durch die Ämter für Forstwirtschaft selbstständig auszuhandeln.
Langholz ist grundsätzlich nach HKS auszuhalten und nach HKS zu verkaufen.
Stärkegruppe 1 und 2 a sind vorzugsweise als LAS anzubieten.
So weit ausreichende Nachfrage zu Preisen dieses Herbsterlasses besteht, ist ab Stärkegruppe 2b normaler Qualität Langaushaltung zu bevorzugen. Bei altgeharzter Kiefer mit offensichtlichen

Wertminderungen (Luftrisse über 3 cm tief, Verkienung tiefgehend) ist die Klassifizierung eines 3 m - Stückes als Palettenholz zulässig. In Abstimmung mit dem Käufer kann dieses Stück ohne Trennschnitt am Stamm belassen werden und der Stamm insgesamt in Güteklasse C eingestuft werden.
Altgeharzte Kiefer mit einer Überwallung bis 8 cm in den Stärkeklassen 3 a+, sollte nach Kalkulation auch als LAS verkauft werden.

Güteklasse D Nadelholz 40 % von B
Güteklasse A (SS) vor der Versteigerung nicht unter 150 % vom Orientierungspreis B (TS 120 %)

	LAS Kiefer € / fm			C-Preis in % zu B
	B	C	B/C	
1a	28,-	23,-	27,-	82 %
1b	40,-	30,-	38,-	75 %
2a	45,-	35,-	43,-	78 %
2b	50,-	39,-	47,-	78 %
3a	58,-	44,-	55,-	76 %
3b	63,-	48,-	59,-	76 %
4+	65,-	50,-	61,-	77 %

Abschnitte unter 3 m Länge für die Erzeugung von Schnittholz sind als Sorte LAK zu deklarieren. Diese Sorte kann aus Gründen der Aufwandsminimierung in Raummaß verkauft werden. Diese Sorte gilt statistisch als Stammholz und ist gegenüber dem Holzabsatzfonds abgabepflichtig.
Der Orientierungspreis für LAK B/C, Stärkegruppe 1 und 2 beträgt 16,-€/rm.

Die vereinbarten Preise laut Schreiben vom 19.10.2001 für Stammholz Buche und Eiche mit der Holzindustrie Templin, gelten als Mindestpreise.
Preise für Stammholz aus übrigem Laubholz liegt in der Eigenverantwortung des Amtes für Forstwirtschaft.

Vorrangig ist Laubholz als Stammholz lang zu vermarkten. Angebotsmengen die eine Nachfrage überschreiten, sind als LAS-Laub (Parkettholz) auszuformen.

Die differenzierten Anforderungen der Käufer an LAS-Laub erschweren eine eindeutige Zuordnung zu den Güteklassen der HKS.

Deshalb ist LAS-Laub nach Baumarten, Stärkeklassen und Güteklassen zu erfassen und abzurechnen. Parkett I wird der Güteklasse B, Parkett II der Güteklasse B/C und Parkett III der Güteklasse C zugeordnet. Buchungen von Parkettholz ohne Güteklassenzuordnung sind nicht zulässig.

Entsprechend den Güteanforderungen der Kunden sind die Preise in hoher Eigenverantwortung differenziert zu gestalten.

Der Durchschnittspreis Parkettholz der Klassen I bis III soll erheblich über dem Palettenpreis in der jeweiligen Baumart liegen.

Buchen-Parkettholz ist nur im Stärkegruppenbereich 2 und 3a auszuhalten. Die Stärkegruppe 3b+ ist als Stammholz mit entsprechender Güte zu verkaufen.

Industrieholz lang, Stangen und Pfähle sind in Eigenverantwortung der Ämter für Forstwirtschaft zu verkaufen.

Für **Industrieschichtholz (IS)** werden grundsätzlich alle großen Abschlüsse zentral verhandelt. Regionale Abschlüsse dürfen die zentralen Abschlüsse preislich keinesfalls unterschreiten und stehen unter Bestätigungsvorbehalt. Mit Inbetriebnahme der neuen OSB-Anlage im Werk KRONOTEX in Heiligengrabe im Jahr 2001, existiert ein neues Industrieholzsortiment. Besonderheiten liegen in der Forderung absolut frisch, Holzangebot 4 Wochen nach Einschlagsbeginn, keine Bläue, keine Beimischung anderer Baumarten zulässig.

ISN-Ki / OSB	3 m	13,00 € / rm
Nadelholz ISN/F	2/3 m	11,50 € / rm
Buche ISN/F	3 m	13,80 € / rm
Birke ISN/F	3 m	11,00 € / rm
Erle/Pappel ISN/F	1 m	12,00 € / rm
"	2 / 3 m	11,00 € / rm

Diese Industrieholzpreise gelten auch als Orientierung für Brennholzverkäufe.

	Nadel	Laub
Deputatbrennholz	6,00 € / rm	8,00 € / rm

Tischvorlage über den Kiefernmarkt zur HMA-Sitzung am 17.03.2004

Kiefernstammholz (L)

Die Nachfrage nach Kiefern-Stammholz ist konstant schwach. Der allgemeine Trend, weg vom lang ausgehaltenen Stammholz hin zu Abschnitten setzt sich auch zum Jahresanfang fort. Insb. klassisches „Bau-„ Langholz ist derzeit kaum absetzbar.

Für schwächere Profilzerspanerware werden im nordöstlichen Bereich folgende Preise erzielt:

Güte Stärkeklasse Mittendurchmesser	B/C Mischpreis €/ m³ (f)
1b (15-19 cm)	28,00
2a (20 - 24 cm)	33,00
2b (25 - 29 cm)	38,00

Für „bessere" Profilzerspanerware werden aus dem Bereich der Zentralheide folgende Preise geboten:

Güte Stärkeklasse Mittendurchmesser	B/C Mischpreis €/ m³ (f)
1b (15-19 cm)	33,00
2a (20 - 24 cm)	38,00
2b (25 - 29 cm)	42,00

Kiefernlangholzabschnitte (LAS)

Abschnitte insb. in den Längen 5,00 m sind derzeit zu folgenden Preisen absetzbar:

Güte Stärkeklasse Mittendurchmesser	B/C Mischpreis €/ m³ (f)	Güte Stärkeklasse Mittendurchmesser	B/C Mischpreis €/ m³ (f)
1a (10 - 14 cm)	19,50-20,50	2b (25 - 29 cm)	40,00-42,00
1b (15 - 19 cm)	31,00-34,50	3a (30 - 34 cm)	43,00-44,00
2a (20 - 24 cm)	35,00-37,50		

Für kürzere Abschnitte der Länge 2,40 m werden i.d.R. 19,50 € /rm und bei 3,00 m-Längen 30,50-33,00 €/ m³ (f) erzielt.

Industrieschichtholz-Preise in Euro pro rm		2001/2002
Sorte	Länge	Preis
ISN-Kiefer/ OSB	3 m	13,00
Buche ISN/F	3 m	13,80
Birke ISN/F	3 m	11,00
Nadelholz ISN/F	2 und 3 m	11,50
Erle/Pappel ISN/F	1 m	12,00
Erle/Pappel ISN/F	2 und 3 m	11,00

Stammholz-Preise in Euro pro m³ laut Herbsterlass 2001/2002								
Stkl	Buche		Eiche		Kiefer lang		Kiefer LAS	
	B	C	B	C	B	C	B	C
1a	-	-	-	-	-	-	28.-	23.-
1b	-	-	-	-	36.-	30.-	40.-	30.-
2a	-	-	-	-	47.-	38.-	45.-	35.-
2b	-	-	-	-	60.-	46.-	50.-	39.-
3a	-	-	-	-	70.-	53.-	58.-	44.-
3b	116.-	50.-	120.-	61.-	80.-	57.-	63.-	48.-
4	138.-	52.-	179.-	77.-	80.-	57.-	65.-	50.-
5	160.-	55.-	215.-	84.-	80.-	57.-	65.-	50.-
6	164.-	57.-	215.-	84.-	80.-	57.-	65.-	50.-

Laub- Stammholz, Preis in Euro pro m³(f) 2001/2002						
Stkl	Eiche			Buche		
	B	C	Prozent	B	C	Prozent
2b	-	-	-	-	-	-
3a	-	-	-	-	-	-
3b	120.-	61.-	51 %	116.-	50.-	43 %
4	179.-	77.-	43 %	138.-	52.-	38 %
5	215.-	84.-	39 %	160.-	55.-	34 %
6	215.-	84.-	39 %	164.-	57.-	35 %

Kiefern-Stammholz, Preis in Euro pro m³(f) 2001/2002			
Stkl	B	C	Prozent
1a	-	-	-
1b	36.-	30.-	83 %
2a	47.-	38.-	81 %
2b	60.-	46.-	77 %
3a	70.-	53.-	76 %
3b	80.-	57.-	71 %
4+	80.-	57.-	71 %

Kiefern-Stammholz-Preise in DM pro m³(f)
Güte B gemäß Herbsterlaß

Fachhochschule Eberswalde

Stkl	1991	1992	1993	1994	1995	1997	1999	2000
1b	81.-	75.-	65.-	72.-	75.-	75.-	76.-	76.-
2a	111.-	114.-	80.-	90.-	93.-	97.-	99.-	99.-
2b	130.-	134.-	102.-	110.-	113.-	122.-	125.-	125.-
3a	150.-	155.-	120.-	130.-	133.-	144.-	144.-	144.-
3b	160.-	175.-	140.-	150.-	155.-	168.-	168.-	168.-
4	175.-	185.-	155.-	170.-	180.-	190.-	168.-	168.-
5	185.-	185.-	165.-	188.-	190.-	200.-	168.-	168.-
6	185.-	185.-	165.-	200.-	190.-	200.-	168.-	168.-

Anstieg bis Stkl. 6

Kappung bei Stkl. 3b

Quelle: FROMMHOLD, H.

6 Ausgewählte forstliche Nebennutzungen

Unter forstlicher Nebennutzung wird die Herstellung oder Gewinnung aller Produkte des Waldes und des Waldbodens zusammengefasst, die außerhalb der primären Holznutzung liegen. Im Mittelalter übertraf die Nebennutzung die wirtschaftliche Bedeutung der Holzproduktion, z.B. durch die Schweinemast im Walde und durch Waldprodukte.

In der DDR war die forstliche Nebennutzung und Nebenproduktion sehr umfangreich. Neben Spielzeugproduktion, Enten-, Gänse- und Putenmast gab es noch weitere Betätigungsfelder. So wurden z.B. im Staatlichen Forstbetrieb Eberswalde bis zur Wende noch Holzkohle, Spanplatten, Wildfleischprodukte, Sägewerkserzeugnisse, Kleinmöbel und Maschinenbauerzeugnisse hergestellt.

6.1 Weihnachtsbäume

Der Verkauf von einheimischen Weihnachtsbäumen aus dem Walde ist nach der Wende drastisch zurückgegangen. Ursache dafür sind der Import von edlen Baumarten aus Dänemark und die plantagenmäßige Produktion von Weihnachtsbäumen z. B. aus Schleswig-Holstein und aus dem Sauerland. Selbstwerbung von Weihnachtsbäumen ist eine gute Möglichkeit der Lobby für Wald und Forstwirtschaft.

Quelle: FROMMHOLD, H.

Public relation für Weihnachtsbaumselbstwerbung geht z.B. von der CMA (Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft GmbH) aus.

6.2 Schmuckreisig

Schmuckreisig, wie auch Zier- und Deckreisig werden in dt, t bzw. in Bunden verkauft. Die Qualitäten richten sich nach dem Benadelungsgrad. Eine gewisse regionale Bevorzugung bestimmter Nadelgehölze ist zu verzeichnen. Im Raum Eberswalde sind das besonders Douglasie und geringe Vorkommen von Küstentanne.

Unter Reisig sind auch Faschinen zu verstehen. Faschinen bestehen aus dem Reisig gebündelter dünner Bäume und/oder Äste zur Verwendung im Erd- oder Wasserbau, insbesondere zur Uferbefestigung. Sie werden in Längen von 2 m bis 4 m und im Durchmesser von 15 cm bis 30 cm angeboten.

6.3 Beeren, Pilze und andere Produkte

Größere Vorkommen von Beeren gibt es bei Heidelbeere, Preiselbeere, Erdbeere, Him- und Brombeere. Außerdem können noch genutzt werden Holunder, Berberitze, Wachholder, Hagebutte, Mehlbeere, Rauschbeere, Moosbeere und Mistelbeere.

Nennenswerte wirtschaftliche Bedeutung hat nur die Heidelbeere mit Erträgen von 300 kg bis 350 kg/ha.

Außerdem können Kräuter, Moos, Wurzeln, Knollen, Heil- und Gewürzpflanzen genutzt werden, z.B. wurde Seegras (Carex brizoides) als Rosshaarersatz verwendet.

Ertrag: 1200 kg/ha.

Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Produkte ist in Deutschland stark zurückgegangen. In anderen Ländern Europas spielen die Waldprodukte eine größere Rolle, so exportiert Weißrussland jährlich 6000 t Pilze und 3500 t Beeren (siehe BDF-aktuell, Heft 10/1998, S. 8)

Auch in Nordamerika ziehen die Beerensammler mit der Beerenreife vom Süden nach dem Norden (von Kalifornien bis Kanada).

Foto: BUNTZEL, C.

6.4 Harz

Die durchschnittliche jährliche Harzproduktion lag in der DDR zuletzt bei Film ca. 12000 t auf ca. 30000 ha Waldfläche. ab 3‘ 24‘‘.

Das entspricht einer Kolophoniumproduktion von 8000 t, benötigt wurden aber 18000 t Kolophonium in der DDR. Harz enthält ca. 2,2 bis 6,4 % Schmutz, 5,0 bis 8,8 % Wasser, 13,4 bis 18,3 % Terpentin, der Restprozentsatz ist Kolophonium.

Weltweit wurden ca. 1,3 Mio. t Kolophonium produziert.

Die Harzung fand überall dort statt, wo nennenswerte Kiefernbestockung (Pinus silvestris) vorhanden war. Im StFB Eberswalde lag das Plansoll bei etwa 375 t. Es gab Reizmittel- und Stimulationsharzung. Pro Riss können bei Stimulationsharzung 160 bis 200 g Harz gewonnen werden.

Ausbildung und Organisation der Harzung befanden sich auf hohem Niveau. Die DDR war in der Stimulationsharzung weltweit führend. Für die Tonne Rohharz wurde beim Verkauf an den zuletzt noch existierenden einzigen Verarbeitungsbetrieb ein Festpreis von 5134.- Mark (DDR-Währung) gezahlt. Dagegen kostete 1 Tonne Kolophonium als Endprodukt auf dem Weltmarkt 800 bis 1000.- DM.

Das ist auch einer der Gründe, weshalb die Harzung Mitte 1990 zu Beginn der Ernteperiode offiziell eingestellt wurde. Meist wurde nur noch gerötet, mitunter wurden noch einige Risse angebracht, andere Betriebe verzichteten auch schon auf die Rötung im Winter. Auf dem Weltmarkt wurde Harz billiger angeboten als in Deutschland, weil hier die wenig ergiebige Pinus sylvestris geharzt wurde, während in

südlichen Ländern ergiebigere Kiefernarten mit einer längeren und klimatisch günstigeren Harzungssaison genutzt wurden. Außerdem spielte das enorme Lohngefälle bei dieser überwiegend manuellen Tätigkeit eine große Rolle.

Die mit geharzter Kiefer bestockte Fläche betrug im Jahre 1989 in Brandenburg noch 20905 ha, während sie bis zum Jahre 2000 auf 18010 ha mit einem Vorrat von ca. 1,35 Mio m³ sank. Die Veränderungen waren unter anderem auch deswegen so geringfügig, weil einerseits der Kahlschlagbetrieb fast völlig eingestellt wurde und andererseits der Einschlag zurückging und der Zuwachs an den verbleibenden Beständen die Nutzung zum Teil aufwog. Ferner wirkten sich auch die Verlängerung der Umtriebszeiten und die Nutzungsbeschränkungen durch den Naturschutz negativ auf den raschen Abbau der geharzten Kiefernbestände aus. Geschätzt wird, dass bei weiterhin so geringer Nutzung auch im Jahre 2024 noch eine Menge von ca. 150000 m³ geharzten Kiefernholzes stehen wird (siehe Fußzeile).

Welche Holzarten wurden oder werden geharzt?

Pinus silvestris in der DDR (mit niedrigen Erträgen im Vergleich zu anderen Kiefernarten und geographischen Breiten), aber auch in Russland, Polen und Bulgarien

Pinus nigra in Österreich (mit wesentlich höheren Erträgen)

Pinus maritima (pinaster), Seestrandkiefer auch Pinus palustris in Frankreich, Portugal und Spanien

Pinus elliottii, plantagenmäßig in Brasilien

Mit der Harzung wurde meist an Kiefern im Alter kurz vor der Umtriebszeit mit dem Ziel begonnen, diese 5 bis 6 Jahre zu betreiben, um anschließend die Bäume zu ernten. Die Ernte sollte bis 12 Jahre nach Beginn der Harzung abgeschlossen sein.

Die Verarbeitung des Rohharzes erfolgte zuletzt ausschließlich in der Pechsiederei Eich (Vogtland), welche 1795 gegründet wurde und über 6 Generationen geführt wurde. In der Vergangenheit war besonders die Scharrharzgewinnung an der Fichte bekannt (Vogtland, Bayern, Harz). Erstarrtes Harz wurde dabei von künstlich angelegten oder von natürlichen Wunden abgekratzt. Eine planmäßige Kiefernharzgewinnung war in Deutschland bis zum Ausbruch des 1. Weltkrieges nicht bekannt. Erst im Jahre 1916 wurde die Kiefernharzung in Deutschland wegen der Handelssanktionen infolge Kriegsausbruches eingeführt und nach dem Jahre 1926 nur noch vereinzelt fortgesetzt.

Die Kiefernharzung wurde in größerem Umfang in Deutschland während des 2. Weltkrieges wieder aufgenommen, dazu wurde ein Reichsharzamt eingerichtet.

Es gibt 3 Methoden der Harzgewinnung:

Lebendharzung zu 65 % in Ländern mit niedrigem Lohnniveau, besonders in China, Vietnam und in der ehemaligen Sowjetunion

Extraktion von Kiefernstockholz (USA seit 1910) zu 5 %

Tallöldestillation im Sulfatzellstoffverfahren (seit 1930), dabei wird Tallöl zu Tallharz verarbeitet (Tall = Kiefer, aus dem Schwedischen), besonders in den USA, China und Finnland, 1 m^3 Kiefern-Faserholz ergibt 2,8 kg Tallharz, zu 30 % in der Weltharzproduktion

Verwendung von Harz:

Bei der Destillation zerfällt Harz in Kolophonium und Terpentinöl. Kolophonium ist eine feste bernsteinartige Masse, welche von den alten Griechen zur Kalfaterung (=Lückenfüller zwischen den Schiffsplanken) im Schiffsbau verwendet wurde. Daher auch der Name der griechischen Stadt Kolophon (heute türkisch). Kolophon war 400 v.u.Z. Handelsplatz für dieses Harzprodukt.

Kolophonium (ca. 1,3 Mio t jährlich weltweit) wird heute verwendet zu

28 % in der Papierindustrie

10 % in der Seifenindustrie

8 % in der Lackindustrie

7 % für Linoleum

5 % für Buchdruckerfarben und Kabelindustrie

37 % für sonstige Verwendungen, z B. in der Gummiindustrie als Weichmacher und Emulgator, als Optikpech

Terpentinöl ist flüchtig und wird zur Campher-Herstellung verwendet. Campher wird über alpha-Pinen aus Terpentin hergestellt. Es ist ein bicyclisches Terpenketon, welches früher aus dem Campherbaum (Laurus camphora) gewonnen wurde.

Weitere Verwendungen von Terpentinöl:

Lösungsmittel für Lacke und Farben

Schuhcreme

Riechstoffe

Antiseptikum

Arzneimittel

Celluloidherstellung

Geschichte und Verfahren der Harzgewinnung:

In der Chronik von Hangelsberg wurden 2 „Pecher“ erwähnt, die mit einem Dechseleisen Lachten angelegt haben.

Im Splettstößerschen Fischgrätenverfahren wurden bereits Rillen in Fischgrätenform angelegt.

Choriner Verfahren (steigend oder fallend), die fallende Harzung hat durchschnittlich 10 bis 12 % höhere Erträge, als die steigende Harzung. Das hängt angeblich mit den Temperaturunterschieden im Splintholz zusammen. Das Harz fließt aus bis zu 1 m entfernten Gebieten zur Wunde hin, vornehmlich aber vom Stammfuß kommend.

Reizmittelharzung unter Behandlung der Risse mit Salzsäure oder Schwefelsäure

Stimulationsharzung, z.B. mit Sulfitspiritusschlempe oder später Hefeextrakt und Etephon unter Zusatz von Herbiziden. Damit war eine Steigerung auf 160 bis 200 g je Riss und Lachtenmeter zu erreichen.

Arbeitsgänge:

Verkabeln

Kluppen, Vermessen und Vorzeichnen der Lachten

Röten mit Bügelschaber

Tropfrinne ziehen

Topfhalter einschlagen

Reißen

Anbringen der Harztöpfe

Schöpfen

Röten ist das Entfernen der äußeren Borke zur Vorbereitung der späteren Harznutzung. Auf der Fläche der späteren Harzlachte wird mit speziellen Röteisen (Bügelschaber) die Borke ohne Verletzung der Bastschicht abgetragen. Das Röten wird während der Vegetationsruhe vor Beginn der Harzungsperiode durchgeführt (Holzlexikon, S. 607).

Reißen ist das Anbringen von Rissen in Zeiträumen von 3 bis 7 Tagen während der Vegetationsperiode von Mai bis Oktober mit bis zu 30 Rissen in einer Länge von ca. 30 cm. Die Länge des Risses richtet sich nach dem Durchmesser des Baumes, nach der Anzahl der Lachten und nach der Breite des notwendigen Lebensstreifens (ca. 1/3 des Stammumfanges).

Nach dem Röten wird die Tropfrinne für ein Jahr angebracht, der Topfhalter eingeschlagen und es werden die Töpfe verteilt.

Die Risse werden im Winkel von 40 ° zur Tropfrinne im Abstand von 10 mm und bei einer Tiefe im Holz von 3 mm angebracht. Bei flacherem Winkel läuft Harz über die Risse, bei steilerem Winkel wird zu viel Lachtenfläche verschenkt.

Bei steigender Harzung bleibt ein Steg zwischen den Rissen stehen. Die Maßeinheit für die Harzfläche ist der Lam (Lachtenmeter) = Breite der Lachte. Von einem Harzer wurden etwa 5000 Kiefern (2400 Lam) bearbeitet, d.h. gerötet, gerissen und geschöpft. Diese Verrichtungen wurden aber arbeitsteilig vorgenommen, so dass sich die Harzarbeiter spezialisieren konnten und auch Frauen eingesetzt werden konnten z.B. für das Schöpfen.

Im Zeitraum von 3 bis 7 Tagen wurde je ein Riss auf der rechten und linken Seite der Lachte angebracht, beim ersten Reißen brachte man gleichzeitig 2 Risse hintereinander an. 6 Risse ergeben eine Topffüllung. Der Ertrag reicht von 1,5 kg pro Jahr und Lachte bis 6 kg in Frankreich und Portugal.

Das Schöpfen wurde mit manuellen, später mit maschinellen Schöpfgeräten vorgenommen. Dabei wurde Harz aus Ton-, Glas oder Kunststofftöpfen herausgekratzt. Zuletzt wurden Folienbeutel verwendet

Werkzeuge:

Dechseleisen (anfangs)

Verschiedene Risser bzw. Hobel, z.B. Wiener Hobel, standardisierter Hobel 1 der DDR mit und ohne Tropfrinnenreiniger für fallende Harzung (mit 2 Führungsschienen) zum Anbringen der Risse

Bügelschaber zum Röten

Hobel für Tropfrinne (mitunter am Hammer angebracht)

Tropfrinne wird gleich nach dem Röten angebracht, dann wird der Topfhalter eingeschlagen

Topfhalter für 2 Halterichtungen und als Führungsblech für das ablaufende Harz

Die Pechsiederei Eich hat das sog. „Piering-Pech“ = Kolophonium in breiter Produktpalette hergestellt. Unter anderem war das Vogtländer Fichtenpech begehrt. Es wurde mit offener Flamme in Bier-Lagerfässer gepicht. Dadurch wurde bei Pilsner ein leicht bitterer Geschmack hervorgerufen, der nach dem 3. bis 4. Glas zum Mehrtrinken anregte.

Auch Weinfässer wurden mit Kolophonium ausgepicht. Redzina ist ein Wein, der seinen typischen Geschmack auch heute noch dem Harz verdankt. Da diese Weinfässer nicht mehr aus Holz bestehen oder zumindest nicht mehr ausgepicht werden, wird pro Hektoliter Wein 1 kg Kolophonium zugegeben.

Lärchenharz wird durch Stammfußbohrungen gewonnen und für optische Zwecke verwendet. Diese Nutzung fand bisher fast ausschließlich im Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Haldensleben an etwa 120 Jahre alten Lärchen mit einem Längsriss im Inneren statt, in welchem sich das Harz gesammelt hat. 4 Jahre lang wurde geharzt, ab 3. Jahr nur 2-mal im Jahr mit einem Ertrag von ca. 2 kg pro Baum in diesem Zeitraum. Lärchenharz bleibt bei normalen Temperaturen stets flüssig und wurde bisher zusammen mit Kanadabalsam (Harz aus der Rinde von Abies balsamea) als Optikkitt verwendet.

Im Gegensatz zu Kiefernharz, für das 5,13 DM/kg gezahlt wurde, zahlte Zeiss 177 DM/kg für Lärchenharz.

(FROMMHOLD, H. „Absatzchancen geharzter Kiefern“ AFZ/DerWald, 45 (1995), Heft 25, S. 1365-1367)

6.5 Rinde und Kork

Rinde:

Vom Kambium wird nach innen Holz und nach außen Rinde erzeugt, bestehend aus Außen- und Innenrinde bzw. aus Borke und Bast. Die Rinde ist die äußere Schutzschicht des Baumes. Der Extrakt Trockenmasse der Rinde beträgt 20 % bis 30 % gegenüber dem Extrakt des Holzes mit 2 % bis 4 %. Extraktstoffe sind Bindemittel, Leime, Tannine, Wachse, Harze, ätherische Öle, Gummistoffe, Heilmittel, Aromastoffe, Gerb- und Bitterstoffe sowie Gifte.

Chemischer Unterschied zwischen Rinde und Holz:

weniger Cellulose und Holzpolyosen

mehr Lignin

wesentlich mehr akzessorische Bestandteile

Foto: FROMMHOLD, H.

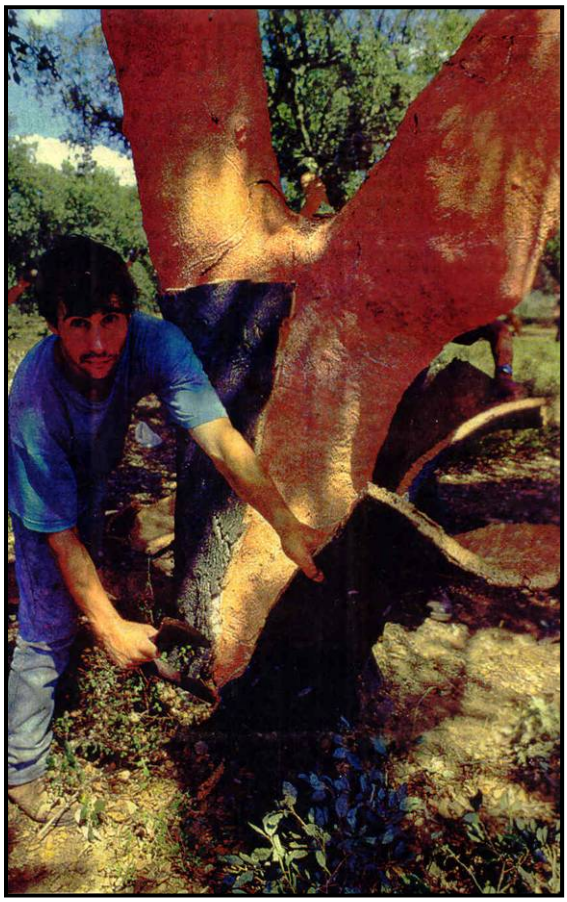


Foto: BIRKENSTOCK

Dieser unterschiedliche chemische Aufbau führt in der Regel dazu, dass die gemeinsame Verarbeitung von Holz und Rinde nicht günstig ist. Außerdem ist die Rinde häufig stark verschmutzt, was zu hohen Schmutzanteilen in den Endprodukten führt bzw. die Standzeiten der Bearbeitungswerkzeuge sehr verringert.

Mit zunehmender Rationalisierung wurde die Entrindung aus dem Wald zu den Verarbeitungsbetrieben verlagert.

Rindenanteile: durchschnittlich 10 % vom Holz.

In einem Sägewerk von 50 Tm³ Jahreseinschnitt Fichte und Tanne fallen ca. 6500 m³ Rinde an.

Rindenverwertung:

bei Zellstoff- und Holzschlifferzeugung ist eine Verwendung der Rinde unerwünscht

bei Sulfatzellstoffherstellung zwar möglich, führt aber zu höheren Chemikalienverbrauch und zu geringerer Produktivität.

bei der Spanplattenerzeugung ist die Verarbeitung von Holz mit Rinde möglich

Rindenverbrennung zur Energiegewinnung

Heizwert von trockener Rinde 4500 kcal/ kg.

Heizwert mit Wassergehalt 40 bis 50 % 2000 kcal/ kg.

Pyrolyse der Rinde zur Gasherstellung

Plattenwerkstoffe aus Rinde mit gutem Quellverhalten und günstiger Wärmedämmung

Rindenmulch mit Einsatz im Garten- und Landschaftsbau, darunter ist zerkleinerte und teilweise fraktionierte rohe Rinde ohne Zusätze zu verstehen, die nicht kompostiert ist.

Vorteile: keimungshemmend, Schutz vor Austrocknung, temperaturausgleichend

Außerdem gibt es noch Rindenhumus (aufbereitete gemahlene Rinde) und Rindenkultursubstrate (fertige Pflanzerden).

Kork:

Weltweit werden ca. 300000 t Kork auf einer Fläche von ca. 2 Mio. ha geerntet.

Die Korkgewinnung ist von wirtschaftlicher Bedeutung in den westlichen Mittelmeerländern, besonders in Spanien, Portugal, Marokko, Tunesien, Algerien, Frankreich und Italien. In Portugal werden jährlich ca. 150 000 t Kork auf einer Fläche von 750000 ha produziert. Damit trägt Portugal allein mit einem Anteil 50 % zur Weltkorkerzeugung bei. Zur Korkwerbung wird die Rinde von Quercus suber (Suberin wird in der Zellwand eingelagert) genutzt. Die zuerst angelegte und abgelöste Korkschicht ist wirtschaftlich unbedeutend, da sie viele Risse, Unebenheiten und Verunreinigungen enthält. Sie wird auch als „Jungfern-“ oder „männlicher Kork“ bezeichnet und zu Korkschrot oder Korkmehl verarbeitet. Ab Alter 20 Jahre können alle 8 bis 10 Jahre starke Wundkorkschichten geerntet werden, die als „weiblicher“ Kork bezeichnet werden. Die Korkernte erfolgt in den Monaten Juli und August.

Von einer Korkeiche können im Alter zwischen 35 und 150 Jahren ca. 200 kg Kork gewonnen werden. Ab Alter 50 Jahre ist die Korkqualität der Eiche die beste. Die gewonnen Korkschichten sind 2 cm bis 6 cm dick und werden als Platten mit einer Länge von ca. 1 m geerntet und 1 Jahr lang an einem luftigen und sonnigen Ort gelagert (siehe Fußzeile).

Kork wird nicht nur zum Verschließen von Flaschen verwendet, sondern auch für

Tapeten

Fußbodenbelag

Dämmstoffe

Schuhsohlen

Isoliermaterial

Rettungsringe

Die Korknutzung hatte einen wesentlichen Aufschwung mit Beginn der industriemäßigen Flaschenproduktion genommen.

Foto: FROMMHOLD, H.

6.6 Gerbstoffe

Chemisch gesehen ist Gerbstoffe keine einheitliche Substanz. Gerbstoffe sind chemische Verbindungen, die tierische Haut in Leder verwandeln. Es sind Verbindungen, die den Leimstoff der tierischen Haut zu einem unlöslichen Körper ausfällen. Normalerweise quillt dieser Leimstoff in Wasser auf. Leimerzeugende Hautteile verbinden sich mit dem Gerbstoff zu Leder.

Pflanzliche Rohstoffe zur Gerbstoffgewinnung können aus Blättern, Früchten, krankhaften Auswüchsen, Rinde und Holz gewonnen werden:

Rinde von Eiche 5 bis 17 %

- Fichte 7 bis 20 %
- Weide 10 %
- Mangrove 36 %

Holz von Esskastanie 6 bis 15 %

- Eiche 6 %

Quebracho 14 bis 26 % (aus Südamerika, färbt neben der Gerbung außerdem das Leder rot)

Neben pflanzlichen Gerbstoffen gibt es auch tierische, mineralische und synthetische Gerbmittel, die z.B. in der Fettgerbung (Sämischgerbung), in der Gerbung mit Alaun (Weißgerbung), in der Chromgerbung und in der Formalingerbung angewendet

werden. Mit pflanzlichen Gerbstoffen behandeltes Leder wurde schon aus der Zeit von 2500 v.u.Z. in Pyramiden gefunden.

Die Gerbstoffgewinnung erfolgt durch Extraktion von zerkleinertem Rindenmaterial in Wasser bei 50 bis 100 °C, d. h. die Gerbstoffe werden ausgekocht und anschließend eingedampft bis zur Trocknung. Rinde aus der Frühjahrs- und Sommerfällung der genannten Holzarten wird zu diesem Zweck zunächst vom Holz entfernt, luftgetrocknet und anschließend gemahlen.

Verwendung der Gerbstoffe:

Wegen der Zunahme der Mengenanteile von synthetischem Leder und wegen des Einsatzes von synthetischen Gerbstoffen haben die natürlichen Gerbstoffe an Bedeutung verloren. Stattdessen wird in Australien und Neuseeland versucht, Gerbstoff mit Formaldehyd zu Holzleimen für die Spanplattenindustrie umzusetzen.

6.7 Kautschuk

Ein Drittel der weltweiten Gummiproduktion erfolgt noch auf der Basis natürlich gewonnenen Kautschuks von Hevea brasiliensis. 1876 wurden 70000 Samen zur Sämlingsgewinnung nach England und dann weiter zu Plantagengründung nach Südostasien gebracht.

Der Kautschukbaum kann ab Alter 6 Jahre alle 2 bis 3 Tage gerissen werden. Dabei wird die Rinde 8 bis 9 mm tief einseitig den halben Stamm umgreifend angeschnitten,

Foto: FROMMHOLD, H.

ohne das Kambium zu verletzen. Latex befindet sich in den Milchröhren der Rinde.

Die flüssige Latexmilch wird in geteilten Kokosnussschalen gesammelt, anschließend mit Chemikalien zum Ausfällen gebracht, gewalzt und zum Trocknen aufgehängt. Pro

Jahr und Baum können 2 bis 5 kg Trockenkautschuk gewonnen werden. Im Gegensatz zur Harzung werden hier die Risse nur einseitig zur Tropfrinne angebracht.

6.8 Weitere Nebennutzungen des Waldes

Zu erwähnen ist noch die Bastgewinnung aus Lindenrinde. Verwendung des Bastes zu Matten, Körben, Säcken, Seilen und Geweben.

Hauberge sind historische Niederwaldnutzungen mit landwirtschaftlichem Zwischenspiel zur Gewinnung von Brennholz, Lohrinde, Holzkohle, Korn und Ginster sowie mit Schaf- und Rindereintrieb.

Zur Nebennutzung gehören auch Flechtweidenplantagen (so genannte Weidenheger) und Forstsamengewinnung.

Weitere Produkte der Waldbäume sind neben Kautschuk auch Öle, Fette, Chinin, Wachs, ätherische Öle, Weihrauch, Baumsäfte wie Birkensaft und Sirup des Zuckerahornes.

Streunutzung

Grundsätzlich ist die Streunutzung schädlich für die Waldwirtschaft und wurde deshalb in den 50er Jahren weitestgehend eingestellt. Genutzt wurden bis dahin Moosstreu, Farnkraut, Laubstreu, Nadelstreu und Heidestreu. Diese Reihenfolge ist zugleich die Wertigkeit der Streu hauptsächlich im Hinblick auf ihre spätere Düngewirkung als Stallmist.

Waldweide

Die Waldweide hatte Bedeutung im Mittelalter und ist jetzt nicht mehr verbreitet. Erwähnenswert ist heute noch der Wald als Bienenweide.

Torf, Kies, Sand Steine, Erden

Torf ist ein dunkles, kohlenstoffreiches Gemenge unvollständig zersetzter Pflanzenteile. Es entsteht durch Inkohlung ähnlich wie Braunkohle. Eine Anreicherung von Kohlenstoff und Stickstoff ist zu verzeichnen. Der Wassergehalt beträgt 90 %. Vor dem Torfabbau per Hand oder mit Torfstichmaschinen ist eine Entwässerung nötig.

Verwendung: als Brennmaterial auch mit Brikettierung, Stalleinstreu, Humusdünger bzw. Mulchmaterial, für Moorbäder und zur Herstellung von Platten. Die Torfgewinnung müsste in Nieder- oder Hochmooren geschehen, die vielfach zu den landschaftlich geschützten Arealen gehören. In Deutschland hat die Torfgewinnung deshalb keine große wirtschaftliche Bedeutung mehr. In Finnland und Irland gibt es noch einen großflächigen Torfabbau.

Kiesabbau erfolgt für den Waldwegebau, für den örtlichen Bedarf in den Gemeinden und für die Versorgung großer Baustellen. Durch den großräumigen Kiesabbau ist ein erheblicher Flächenverlust zu verzeichnen.

Der Abbau von Granit, Basalt, Grauwacken und Buntsandstein hat in Brandenburg keine Bedeutung.