

Holztechnologie I: Holzbe- und Verarbeitung

Educational Material**Author(s):**

Niemz, Peter; Bächle, F.; Sonderegger, Walter

Publication date:

2000

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004537246>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Originally published in:

Holztechnologie 1

Inhaltsverzeichnis zu Kapitel 3

3. Schnittholzerzeugung	2
3.1. Zielstellung	2
3.2. Einschnittarten	5
3.3. Arbeitsabläufe im Sägewerk	6
3.3.1. Lagerung	6
3.3.2. Entrinden.....	8
3.3.3. Sonstige Prozessstufen	8
3.3.4. Vermessen	9
3.3.5. Ablängen.....	9
3.3.6. Sortieren	10
3.3.7. Einschneiden	10
3.3.8. Trocknen/Stapeln/Weiterverarbeiten	11
3.4. Hauptmaschinengruppen	12
3.4.1. Gattersägemaschine	12
3.4.2. Bandsägemaschinen	14
3.4.3. Profilieranlagen	16
3.4.4. Kreissägetechnik.....	18
3.5. Holzsortierung	20
3.6. Holzstapelung/Trocknung	24
3.7. Literatur zu Kapitel 3	26

3. Schnittholzerzeugung

3.1. Zielstellung

Im Sägewerk wird das Rundholz zu Kantholz, Schnittholz und Schwellen verarbeitet und damit auf eine dem späteren Anwendungsfall angepasste Form gebracht. Gleichzeitig erfolgt eine Wertschöpfung des Holzes, der Stoffkreislauf wird geschlossen.

Restholz (Dünnholz, Hackschnitzel, Späne) werden in der Spanplattenindustrie sowie der Zellstoffindustrie weiterverarbeitet. Ziel ist eine optimale Wertschöpfung des Holzes.

In Skandinavien, Südamerika und Australien ist die Holzproduktion im Wald auf die Schnittholzerzeugung abgestimmt. Eingeschnitten wird, wenn das Zuwachsmaximum (Volumen) erreicht wird. In Plantagen von Radiata ist dies etwa nach 20-40 Jahren der Fall. In Skandinavien wird das Holz nach etwa 60 Jahren geerntet. Geerntet werden auch grosse Flächen, so dass niedrige Kosten entstehen. In der Schweiz und auch in Deutschland wird derzeit vielfach nach grossen Durchmessern optimiert (50-100cm Durchmesser).

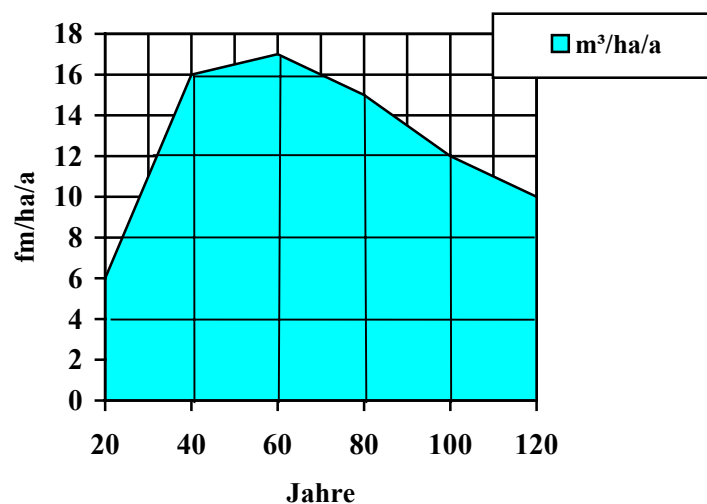


Abbildung 1: Zuwachs pro ha und Jahr nach Mahler

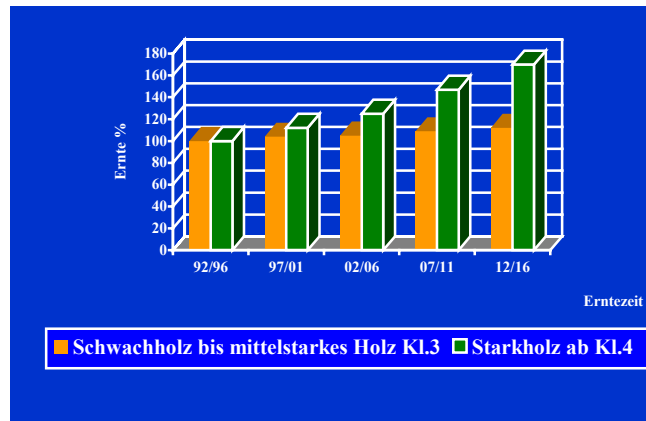


Abbildung 2: Entwicklung der Holzernte nach Durchmesser kategorien in Deutschland nach Franz (Vortrag an der ETHZ 2001)

Der Wald gilt als Rücklage (Sparbüchse). Dies ist nicht zuletzt an die andere Besitzstruktur des Waldes gebunden. Bevorzugt werden von vielen Betrieben geringe Holzdurchmesser (niedrigere Preise, effektivere Einschnittechnologien). Zudem kommt es mit zunehmendem Alter zum Absinken der Qualität (Fäule im unteren Stammbereich). Der Einschnitt mit Bandsägen ist bezogen auf den m³ Schnittholz deutlich teurer als der mittels Gatter oder Profilerspanner. Zudem ist die maschinelle Erntetechnik für Starkholz nicht geeignet. Abbildung 3 zeigt eine Übersicht zur Sägeindustrie der Schweiz.

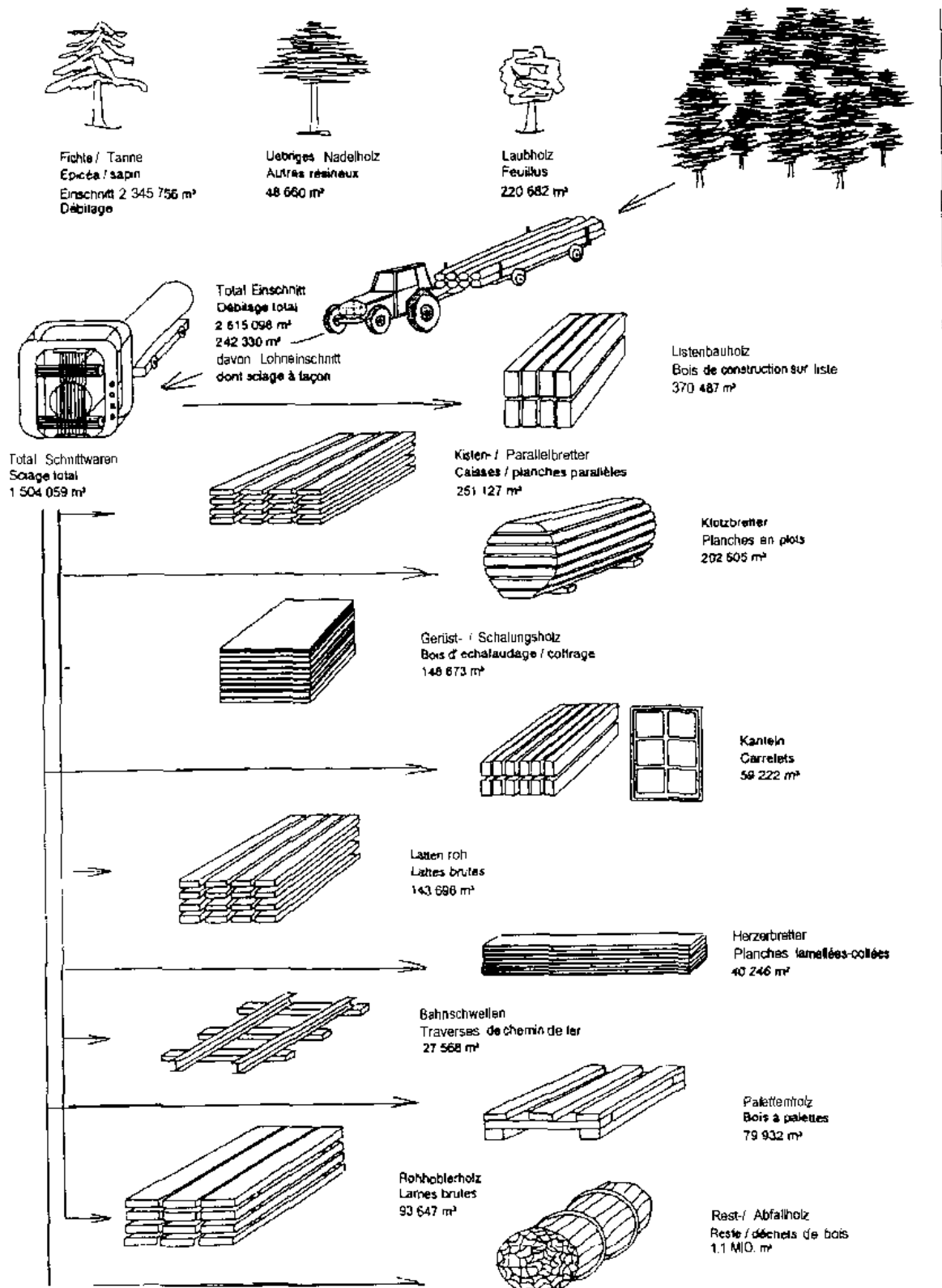


Abbildung 3: Sortiment der Schweizer Sägeindustrie, 1991

3.2. Einschnittarten

Abbildung 4 zeigt die wesentlichen Einschnittarten des Holzes. Durch den Einschnitt wird massgeblich die Holzqualität mitbestimmt. So haben Bretter mit Riffschnitt eine deutlich höhere Formstabilität und geringere Neigung zur Bildung von TrocknungsrisSEN als Seitenbretter mit weitgehend tangen-tialem Schnitt.

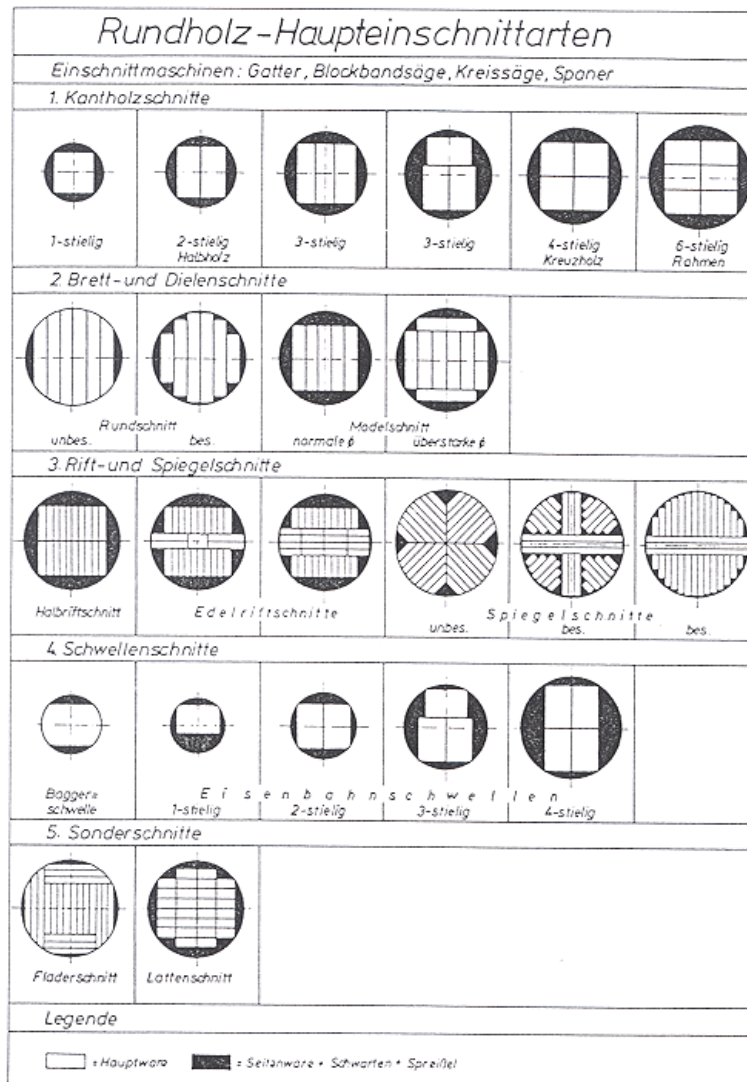


Abbildung 4: Übersicht zu den Einschnittarten von Rundholz

Der Holzdurchmesser beeinflusst entscheidend den Erschnitt (Ausbeute). Je grösser der Durchmesser, umso grösser ist der Erschnitt (Abbildung 5). Etwa 50-70% (heute eher unterer Bereich) des Rundholzes werden Schnittholz. Die Reste werden als Hackschnitzel, Schwarten und Spreißel an die Holzwerkstoffindustrie verkauft (Abbildung 5).

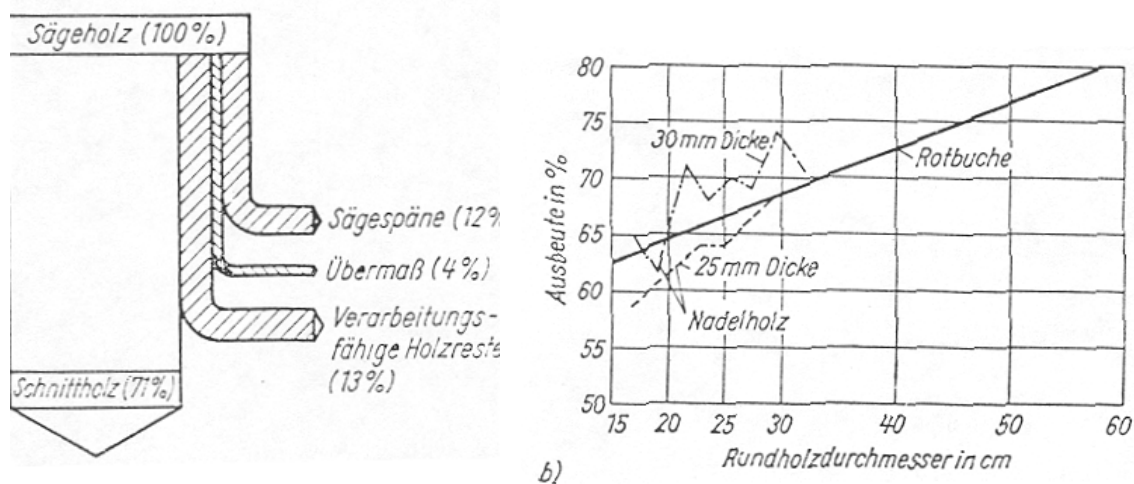


Abbildung 5: HolzAusnutzung im Sägewerk und Einfluss des Durchmessers auf die Ausnutzung

3.3. Arbeitsabläufe im Sägewerk

Abbildung 6 zeigt schematisch den Arbeitsablauf in einem Sägewerk.

Die Hauptproduktionsstufen bei der Erzeugung von Sägeholz werden nachfolgend kurz erläutert:

3.3.1. Lagerung

Die Lagerung dient der Bevorratung von Holz. Sie erfolgt vorzugsweise auf Poltern (Abbildung 7). Dabei ist zu beachten, dass holzverfärbende Pilze (Bläue, Rotstreifigkeit, Abbildung 9) auftreten können.

Die Bildung Holzverfärbender Pilze kann verhindert werden durch chemischen Holzschutz, die Wahl eines geeigneten Feuchtebereiches (z.B. Wasserlagerung, besprühen) oder der Reduzierung des Angebotes an Sauerstoff (z.B. Lagerung unter Folien, Nasslagerung, Erniedrigung der Temperatur).

Praktizierte Massnahmen sind:

- Besprühen im Sommer (Abbildung 8)
- Wasserlagerung
- Folienlagerung (luftdicht abgeschlossene Folien, verschweisst)

Generell ist zu beachten, dass

- Der Holzplatz sauber ist (z.B. betonierte)
- Das Holz nicht direkt auf der Erde gelagert wird

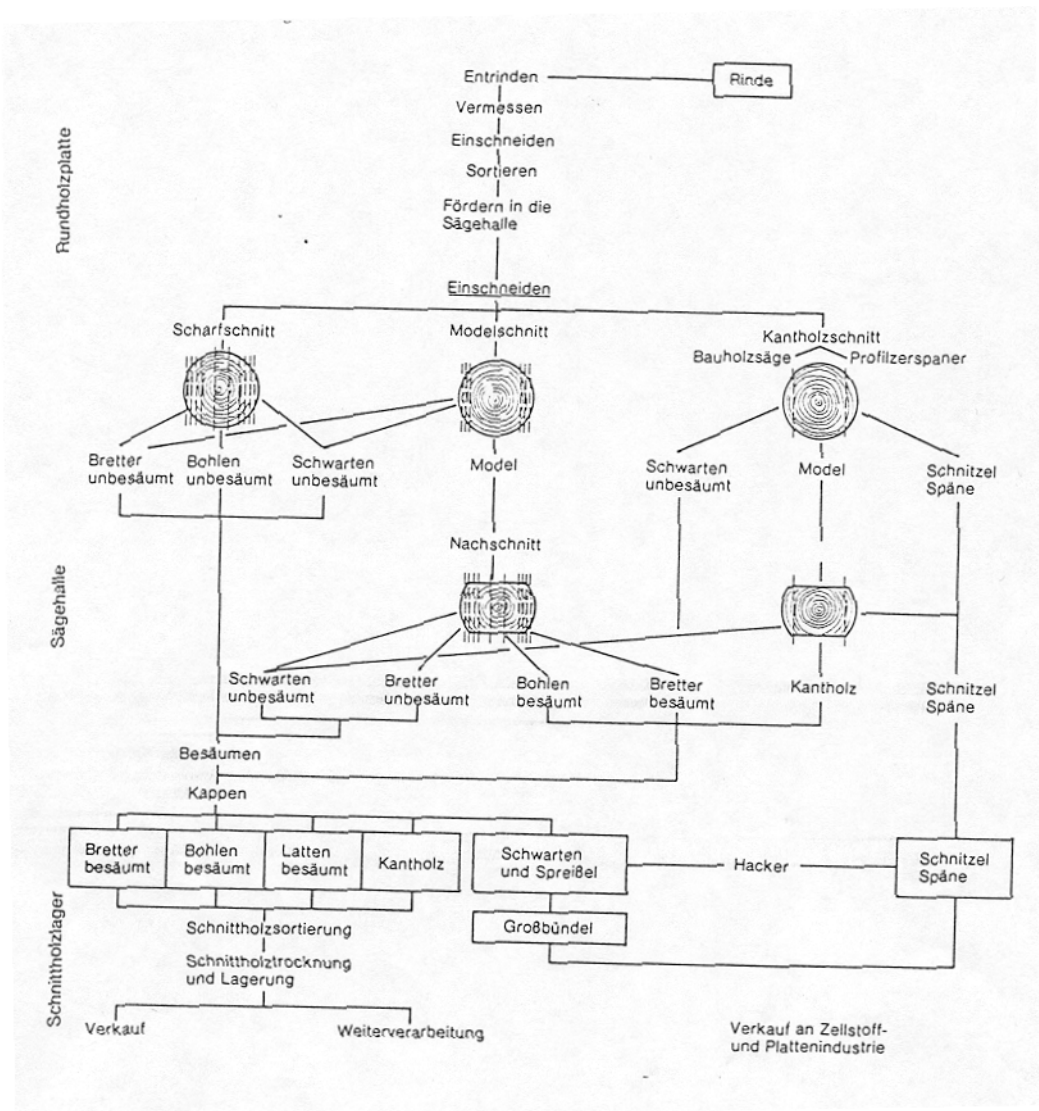


Abbildung 6: Arbeitsabläufe in einem Sägewerk (schematisch)

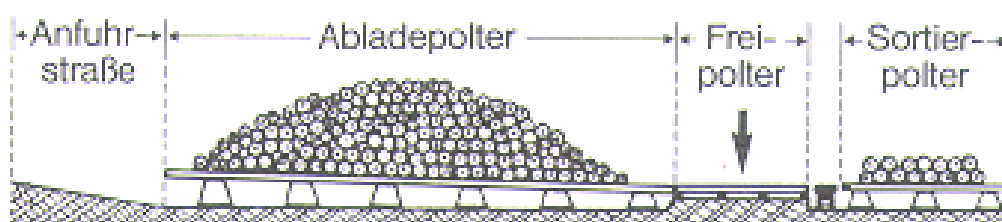


Abbildung 7: Rundholzpolter



Abbildung 8: Besprühen von Rundholz zwecks Verhinderung von Bläue



Abbildung 9: Verfärbung von Holz durch unsachgemässe Lagerung

3.3.2. Entrinden

Zum Entrinden werden eingesetzt:

- Fräskopfentrinder (Stamm dreht sich, mit Messerkopf wird Rinde angefräst)
- Lochrotentrinder (um Stamm laufende Reibwerkzeuge; Abbildung 10)
- Trommelentrindung (in Trommel durch Reiben/Gegeneinanderschlagen der Stämme, Vorwiegend in Papierindustrie angewandt)
- auch mobile Entrindungssysteme sind im Einsatz (z.B. auf LKW montiert)

3.3.3. Sonstige Prozessstufen

Wurzelanläufe oder auch zu grosse Durchmesser werden abgefräst. Für den optimalen Einschnitt von Bedeutung ist eine richtige Stammorientierung zur Schnittrichtung. Dazu sind spezielle Vorrichtung zum Ausrichten vorhanden. In Entwicklung sind Anlagen zur Erkennung innerer Defekte in Sägeblöcken (Logscanning) auf Basis der Computertomographie.

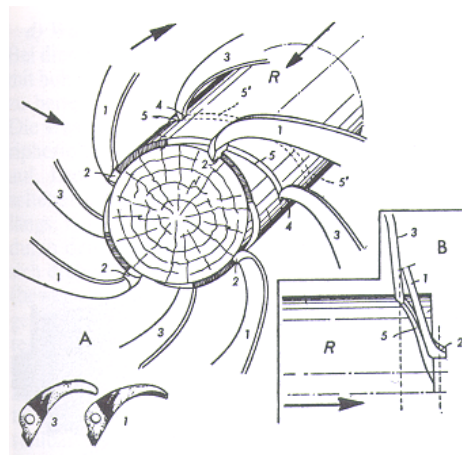


Abbildung 10: Entrindungsmaschinen

3.3.4. Vermessen

Das Rundholz wird mittels Messgeräten (Laser, Infrarot-Technik) in Länge, Durchmesser, Exzentrizität vermessen und danach entsprechend den vorliegenden Aufträgen nach einem Optimierungsprogramm abgelängt.

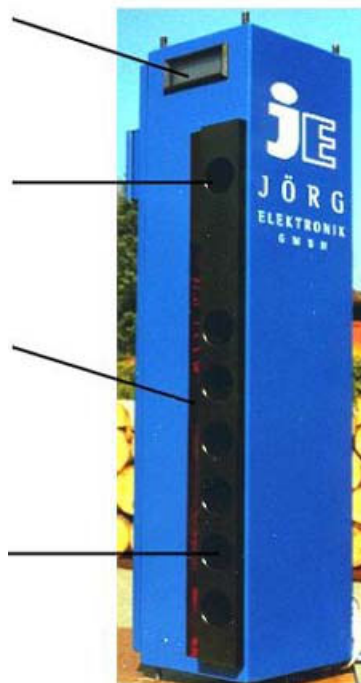


Abbildung 11: Rundholzmessgerät

3.3.5. Ablängen

Das Ablängen des vermessenen Holzes erfolgt mittels Kettensägen oder Kreissägen. Beim Ablängen wird unter Berücksichtigung der Krümmung des Stammes und der Holzqualität gleichzeitig eine Optimierung vorgenommen.

3.3.6. Sortieren

Insbesondere bei Gattersägewerken erfolgt eine Sortierung des Holzes nach dem Durchmesser, um beim Einschnitt gleiche Einschnittdiagramme verwenden zu können. Die Umstellzeiten beim Gatter sind erheblich. Zum Sortieren werden auch spezielle Systeme (z.B. Baljer & Zembrod) eingesetzt.



Abbildung 12: Sortieranlagen

3.3.7. Einschneiden

Hauptmaschinen im Sägewerk für den Einschnitt sind:

- Gatter
- Bandsäge
- Spaner
- Kreissägen

Vor dem Einschnitt werden die Stämme so gedreht, dass die Krümmung vertikal zur Bewegung des Sägeblattes liegt, um geringe Schnittverluste zu erhalten.

Zudem wird für den exakten Zuschnitt eine erneute Vermessung vollzogen, um eine optimale Ausbeute zu erhalten.

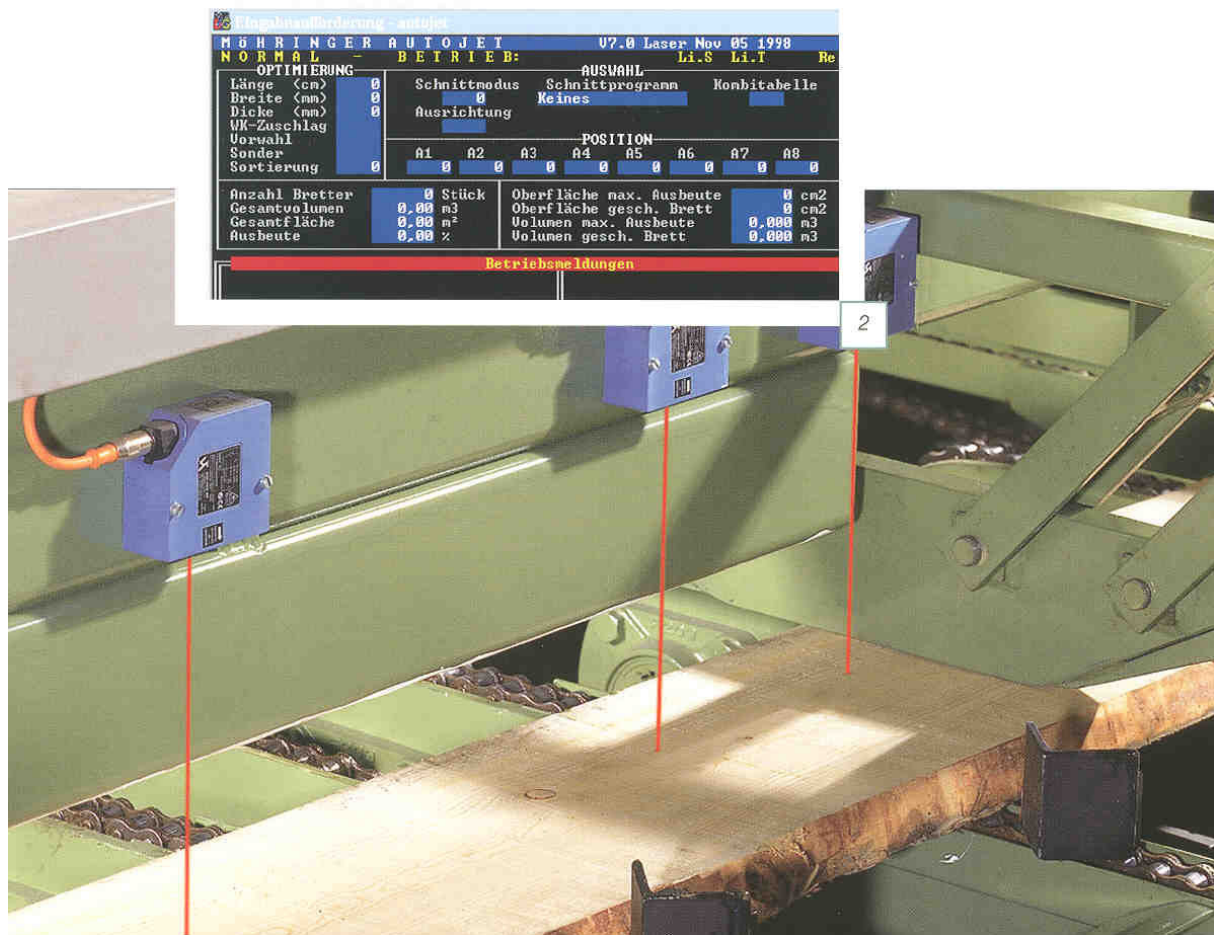


Abbildung 13 Laservermessung vor dem weiteren Einschnitt der Bretter

3.3.8. Trocknen/Stapeln/Weiterverarbeiten

In den Sägewerken erfolgt heute meist eine Weiterveredelung des Holzes, um die Wertschöpfung zu erhöhen. Zu diesen Stufen gehören

- Die Holz Trocknung
- Die Herstellung von Hobelware
- Sortierung
- Die Herstellung von Brettschichtholz oder verleimten Holzelementen wie Kreuzbalken
- Die Herstellung von Massivholzplatten mit teilweiser Vorfertigung von Elementen für das Bauwesen



Abbildung 14: Vierseitenhobelmaschine zur Bearbeitung von Vollholz (Fa. Weinig)

3.4. Hauptmaschinengruppen

3.4.1. Gattersägemaschine

Gattersägemaschinen (Vollgatter) sind Maschinen zum Zerlegen von Rundholz in Schnittmaterial. Sie arbeiten mit mehreren Sägeblättern gleichzeitig, die als Langsägen gestaltet und in einen auf- und abwärts gehenden Rahmen eingespannt sind. Beim Durchlaufen des Gatters werden alle Elemente des Stammes in einem Durchlauf aufgetrennt. Gatter werden überwiegend für Nadelholz verwendet. Einschneidbar sind Stämme bis etwa 80cm Durchmesser, die Vorschubgeschwindigkeit beträgt bis zu 20m/min, die Schnittgeschwindigkeit 5-7m/s. Teilweise wird auch das Gatter mit Spanertechnik kombiniert (wegfräsen der Seitenware). Dadurch steht besäumte Schnittware bereit. Erfolgt dies nicht, müssen die Bretter nach dem Einschneiden besäumt werden. Die Leistung eines Gatters liegt je nach Typ zwischen 6.000 bis 25.000m³/Jahr (Rundholz).

Die Bewegung wird von einem Schubkurbeltrieb abgeleitet. Nur der Abwärtsgang des Rahmens wird zum Schneiden genutzt. Da die Geschwindigkeit der Sägeblätter sinusförmig verteilt ist, müssen für das Verschieben des Holzes gegen die Sägeblätter besondere Steuerungssysteme verwendet werden, um eine optimale Ausnutzung des Hubes und eine optimale Standzeit der Sägeblätter zu erreichen (periodischer Vorschub, Überhang der Säge). Abbildung 15 zeigt schematisch den Überhang des Sägeblattes. Dabei ist $\tan\alpha$ als Überhang definiert.

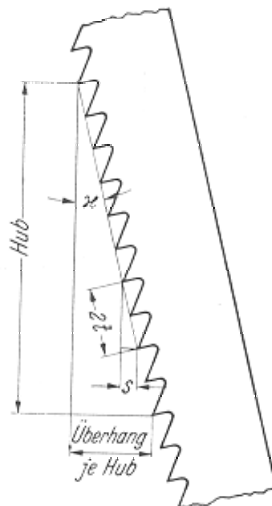


Abbildung 15: Überhang am Gatter

Die Sägeblätter bestehen aus Stahllegierungen. Zur Erhöhung der Standzeit der Sägeblätter wird Stellite auf die Zähne aufgebracht. Dies ist eine Legierung, die flüssig aufgetragen wird. Dabei wird das Blatt z.B. geschliffen oder gestaucht (Vermeidung der Reibung des Blattes mit dem Holz) und anschließend wird Stellite aufgeschweisst. Danach erfolgt ein nachschleifen. Auch Schränken der Zähne (diese werden abwechslungsweise nach links und rechts aus der Blattebene gebogen) oder ein spezieller Stelliteauftrag an der Zahnbrust sind möglich, um die Reibung Sägeblatt/Holz zu vermeiden.

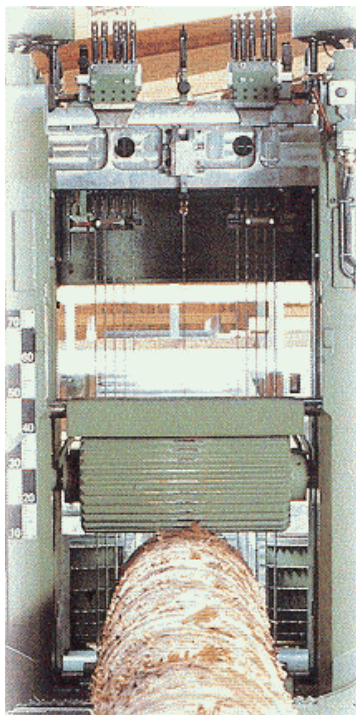


Abbildung 16: Gatter

Gattersägemaschine erfordern ein Vorsortieren des Holzes nach dem Durchmesser, da die Zeiten für das Umstellen der Sägebätter erheblich sind (Abbildung 12). Es gibt heute aber auch bereits Möglichkeiten einer motorischen Verstellung der Sägeblätter.

Die Schnittfugenbreite hat einen sehr grossen Einfluss auf das Ergebnis der Sägerei (Ausbeute). So beträgt bei einer Sägeblattdicke von 1,8 mm und 0,7 mm Schrank der Sägespananteil 12,58%, bei 2,2 mm Sägeblattdicke und 0,8 mm Schrank der Sägespananteil 14,84% (Gfeller 2000).

3.4.2. Bandsägemaschinen

Eingesetzt werden Blockbandsägen (schwere Sägen mit 180 bis 300mm Blattbreite) und Trennbandsägen (etwas leichtere Ausführung, Einsatz teilweise für Nadelholz). Die Schnittfugenbreite ist bei Bandsägen deutlich geringer als bei Gattersägemaschinen.

Der Rollendurchmesser kann bis über 2m betragen. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt bis 60m/s und darüber.

Die Vorschubgeschwindigkeit beträgt bis zu 200m/min und darüber.

Je nach Aufbau sind Stämme bis zu 3 m Durchmesser und darüber einschneidbar. Geschnitten werden kann:

- Im Vorlauf des Sägeblockes
- Im Vor- und Rücklauf (beidseitig gezahnte Sägeblätter)
- Durch mehrere gegenüberliegende oder hintereinander angeordnete Einheiten (dadurch Erhöhung der Leistung der Anlage), im Tandemschnitt wird auch Nadelholz eingeschnitten.

Blockbandsägen werden für grosse Durchmesser und individuellen Einschnitt genutzt (Verstellung je Schnitt möglich). Eingeschnitten werden insbesondere Laubhölzer, Nadelholz grosser Dicke (Starkholz) aber auch dünnere Durchmesser bis 60 cm mit Trennbandsägen und entsprechender Anordnung der Sägen. Die Schnittfugenbreite beträgt ca. 3mm.

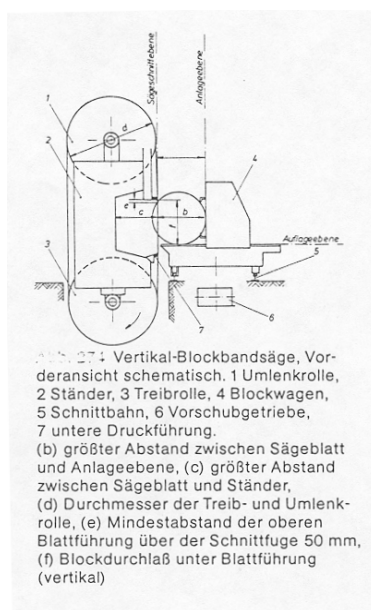


Abbildung 17: Schematischer Aufbau einer Blockbandsäge

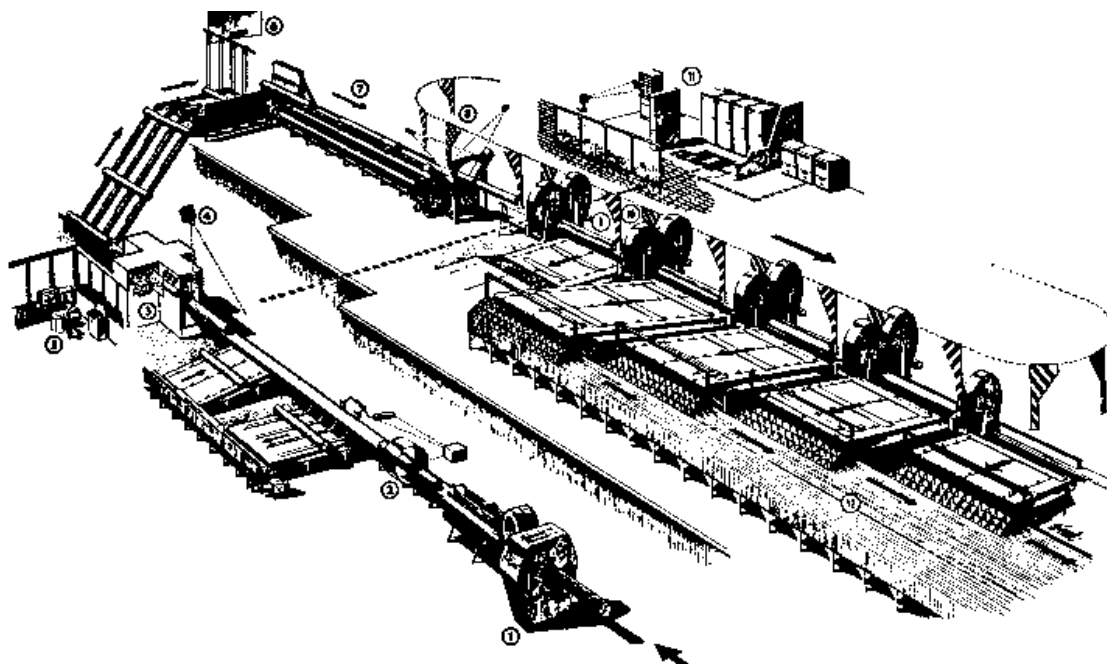

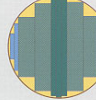
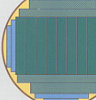







Abbildung 18: Anordnung mehrerer Blockbandsägen zum Einschnitt von Nadelholz

Schnittbild	D = 40 cm	D = 50 cm	D = 60 cm
Ausstattung	 1)	 2)	 3)
 EBB V	100% ⁴⁾	100%	100%
 EBB V+S	123%	117%	119%
 EBB V/R+S	154%	142%	148%
 Tandem EBB V+S	177%	184%	214%
 Tandem EBB V/R+S	192%	207%	269%

1) nur Vorschnitt 3) Vorschnitt und Nachschnitt
 2) nur Vorschnitt 4) Die Vergleichszahlen resultieren aus Berechnungen

Abbildung 19: Möglichkeiten der Ausstattung von Blockbandsägen (einfacher Einschnitt, kombiniert mit Profiliertechnik, Profiliertechnik und Schnitt bei Vor- und Rücklauf des Spannens, Tandemschnitt)

3.4.3. Profilieranlagen

Bei Profilieranlagen (Profilterspanern) wird die Seitenware abgefräst. Daraus werden Hackschnitzel, teilweise auch Strands für OSB gefertigt. Im Gegensatz zu Schwarten und Spreisseln fallen keine sperrigen Holzreste an. Die Hackschnitzel werden für die Spanplattenindustrie, die MDF oder die Zellstoffherstellung verwendet. Kanthölzer können direkt in einem Arbeitsgang erzeugt werden. Sollen Bretter erzeugt werden,

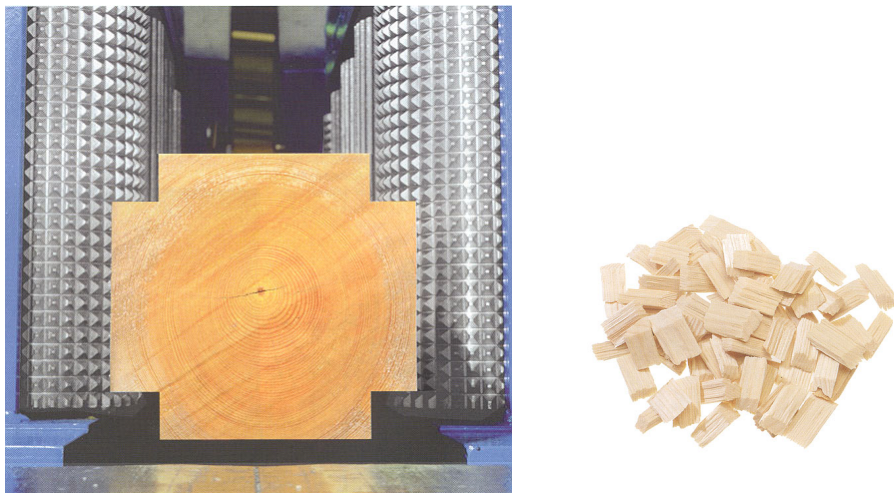


Abbildung 20: Profiliertechnik (Seitenware wird zu Hackschnitzeln verarbeitet)

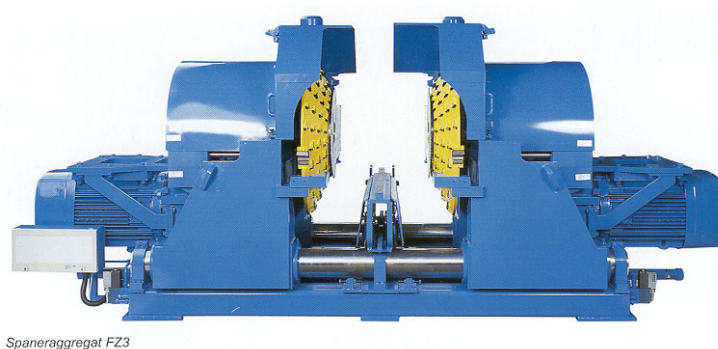


Abbildung 21: Profilieranlage

so sind den Profilieranlagen Reduzierkreissägen, Bandsägen oder auch Gatter nachgeschaltet. Die Hackschnitzelgröße bestimmt die Vorschubgeschwindigkeit des Zerspanners. Die Vorschubgeschwindigkeit beträgt bis zu 200m/min. Auch gewisse Profile können mit dieser Technik direkt erzeugt werden. Abbildung 22 zeigt den schematischen Aufbau einer Spanieranlage.

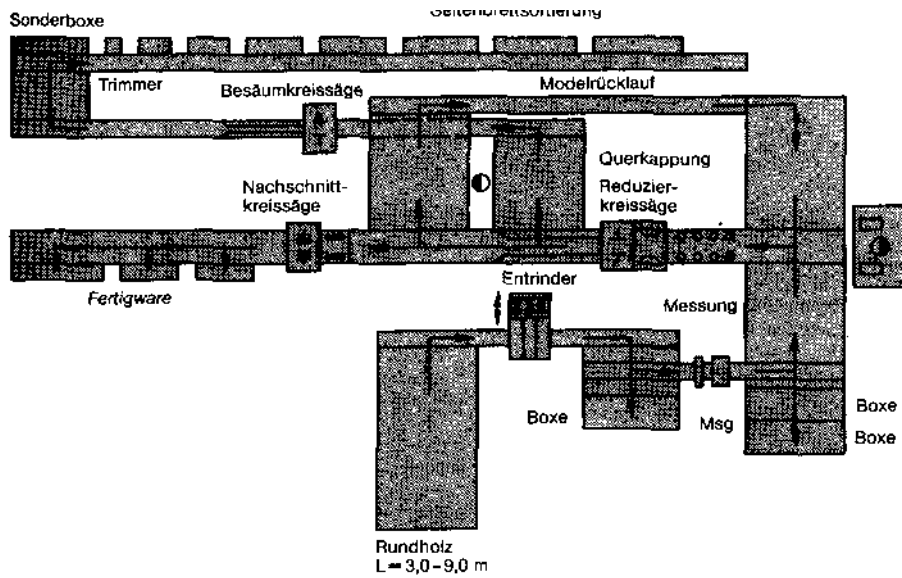


Abbildung 22: Schematischer Aufbau einer Profileranlage

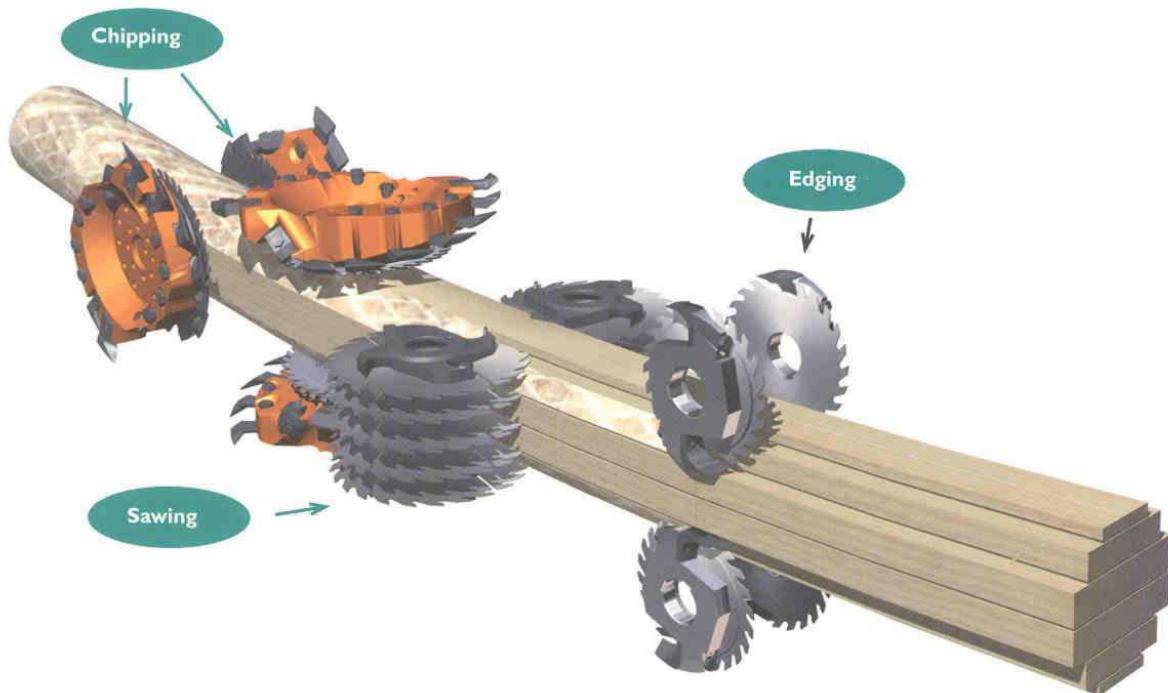


Abbildung 23 Profilerspanner mit nachgeschalteten Kreissägen

3.4.4. Kreissägetechnik

Es gibt verschiedene Ausführungen von Kreissägemaschinen. So gibt es sogenannte Bauholzkreissägen mit einem oder zwei Sägeblättern. Das Sägewerk kann dabei mit Modelrückführung oder mit 2 Sägeaggregaten ausgestattet sein. Die Einschnittleistung beträgt bis zu 50.000m³/Jahr. Als Hauptmaschine haben Kreissägen geringe Bedeutung.

Sie werden heute primär zum Nachschnitt in Schwachholzlinien eingesetzt. Meist werden heute Doppelwellenkreissägen (Blatt von oben und unten) zum Nachschnitt in Profilieranlagen eingesetzt (vgl. Abbildung 23). Die Abstände der Sägeblätter sind motorisch verstellbar.

Die Kreissägetechnik hat von allen Trenntechniken die höchste Vorschubgeschwindigkeit. Sie ermöglicht sehr hohe Schnittgenauigkeit (geringe Dickentoleranzen) und hohe Oberflächengüte. Durch die Doppelwellentechnik (Schnitt von oben und unten) werden die Eingriffstiefen halbiert und damit die Schnittgenauigkeit erhöht. Mit der Kreissägetechnik kann vertikal und horizontal geschnitten werden. Der Vorschub beträgt bis 200m/min. Der maximale Stammdurchmesser beträgt etwa 750 mm. Die Sägen werden hydraulisch verstellt. Mit zunehmendem Durchmesser des Sägeblattes steigt der Schnittverlust (Schwingung des Blattes). Tabelle 1 zeigt zum Vergleich Schnittverluste für verschiedene Maschinen.

Tabelle 1: Vergleich von Kennwerten verschiedener Sägen nach Gfeller (2000)

Kenngrosse Alle Angaben in mm	Gattersäge Hub 600 mm	Doppelwellenkreissäge 2x440mm Durchmesser oder 1x600mm 200mm Schnitthöhe	Doppelwellenkreissäge 2x 500mm Durchmesser im Vorschnitt 300mm Schnitthöhe	Bandsäge 1600mm/ 1400mm Rollen- durchmesser
Blattdicke	2,2	2,2	3,4	1,5
Schrank bzw. Stauchung	2x0,8	2x0,7	2x0,7	2x0,7
Theor. Schnittfugenbreite	3,8	3,6	4,8	2,9
Praktische Schnittfugebreite	4,1	3,8	5,0	3,3
Materialverlust in %	6,1	4,4	5,6	5,9

In Übersee werden teilweise Kreissägen mit Schnittverlusten im cm-Bereich und Blattdurchmessern von ca. 1 m für den Einschnitt von Laubholz eingesetzt (Abbildung 24).



Abbildung 24: Kreissägemaschine zum Rundholzeinschnitt in Chile

3.5. Holzsortierung

Die Holzsortierung erfolgt in der Schweiz nach SIA 164. Die entsprechende europäische Norm ist prEN 338. Es wird nach folgenden *Sortimenten* unterschieden:

- Schnittholz
- Rundholz
- Lamellen für Brettschichtholz

Sortiermerkmale sind:

Jahrringe, Reaktionsholz, Schrägfasrigkeit, Äste, Überwallungen, Splint- und Kernholz, Harztaschen, Dichte, Holzfeuchte, Pilzbefall, Insektenbefall, mechanische Schädigungen, Risse und Verformungen.

Diese Kriterien sind im Einzelnen definiert. Nach SIA gelten folgende Festigkeitsklassen:

- Festigkeitsklasse I (FKI), Holz mit höherer Festigkeit
- Festigkeitsklasse II (FKII), Holz mit normaler Festigkeit (übliches Bauholz)
- Festigkeitsklasse III (FKIII), Holz von geringerer Festigkeit (übliches Bauholz)

Zusätzlich ist eine Klasse Null für mit Ultraschall sortiertes Holz mit erhöhter Festigkeit definiert.

Die Festigkeitsklassen geben die zulässigen Spannungen an (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Festigkeitsklassen nach SIA

Grundwerte für zulässige Spannungen parallel zur Faser für Schnittholz			
	FKI	FKII	FKIII
Biegung	12	10	7
Druck	10	8,5	6
Zug	10	8,5	Nicht zulässig

4 25 1 **Schnittholz**

Sortierkriterien für Schnittholz

Hierin bedeuten:

z : zulässig

nz : nicht zulässig

zA : zulässig im Ausmass bis zum grössten erlaubten Astdurchmesser

s : spezielle Vereinbarungen vorbehalten, normalerweise keine Einschränkungen

Bezeichnung	s. Ziffer	Festigkeitsklassen		
		I	II	III
Wuchsmerkmale	4 22 1			
Jahrring:	4 22 11			
- mittlere Breite $j > 4$ mm		nz	z	z
- sprunghafter Wechsel der Breite		nz	nz	z
Reaktionsholz:	4 22 12			
- max. Anteil am Querschnitt in %		5	10	20
Schrägfaserigkeit: max. Faserneigung a/l	4 22 13	1/15	1/8	1/5
Äste:	4 22 14			
- Kanthölzer und Latten				
- Einzeläste $q_{i,max}$		1/6	1/4	1/3
- Astansammlung Q_{max}		1/3	1/2	2/3
- Bretter				
- Einzeläste $q_{i,max}$		1/5	1/3	1/2
- Astansammlungen Q_{max}		1/3	1/2	2/3
Überwallung	4 22 15	zA	zA	zA
Splint (bei Föhre, Lärche, Douglasie, Eiche):	4 22 16			
- bei vor der Witterung geschützten Bauteilen siehe 2 21 2, Tabelle 1		z	z	z
- bei übrigen Bauteilen nur bei Imprägnierung gemäss 2 22 5		z	z	z
Harztaschen: max. Dicke d in mm	4 22 17	5	6	7
Harzstellen	4 22 18	nz	nz	nz
Darrdichte, Feuchtdichte, Holzfeuchte	4 22 2	s	s	s
Biologische Schädigungen	4 22 3			
Pilzbefall:	4 22 32			
- holzerstörender Pilzbefall		nz	nz	nz
- Bläue		zA/s	zA/s	z
- nagelharte rote Streifen		nz	s	z
Insektenbefall:	4 22 33			
- einzelne Austrittslöcher bis $\varnothing 5$ mm, falls Gewähr besteht, dass keine weitere Zerstörung erfolgt		nz	z	z
Mechanische Schädigungen	4 22 4	nz	nz	nz

Bezeichnung	s. Ziffer	Festigkeitsklassen		
		I	II	III
Risse und maximale Verformungen ¹⁾	4 22 5			
Risse:	4 22 51			
- Innenrisse, Querrisse, Schälrisse		nz	nz	nz
Verformungen von Schnittholz beim Einbau:	4 22 52			
- Krümmung f_{max}/l		1/350	1/250	1/150
- Verwölbung f_{max}/b		2/100	3/100	4/100
Verformungen von Kantholz beim Einbau:				
- Verwindung f_{max}/b pro Meter Länge		1/100	1/50	z
Schnittarten	4 22 6			
Mark:				
- markdurchschnittenes Stück		nz	z	z
- Markstück		nz	nz ²⁾	nz ²⁾
Baumkante:	4 22 64			
- auf 1 Kante d_{max}/b		0	1/5	1/3
- auf 2 Kanten d_{max}/b		0	1/8	1/5
- auf 4 Kanten d_{max}/b		0	0	1/8
Querschnittsabmessungen	4 23			
maximal zulässige Massabweichungen:	4 23 1			
- Unterschreitung der Höhe bzw. Breite in Prozent, jedoch höchstens mm		1	2	3
- Überschreitung der Höhe bzw. Breite in Prozent, jedoch höchstens mm		2	5	5
		2	3	4
		2	5	5

¹⁾ siehe auch 5 11 2

²⁾ Markstücke sind für Bauteile zugelassen, deren Schub- oder Scherbeanspruchung die Hälfte der zugelassenen Werte nicht überschreitet.

Abbildung 25 Schnittholz-Sortierung nach SIA 164

Zunehmend an Bedeutung für grössere Werke gewinnt die maschinelle Sortierung. Im Einsatz sind dabei:

- Geräte auf Ultraschallbasis (Sylvatest, in Deutschland noch nicht zugelassen)
- Geräte nach dem stressgrading Prinzip (Biegebelastung, zusätzlich Messung von Ästen mit Röntgenstrahlen) (EUROGRECOMAT, Fa. GreCon, vgl. Abbildung 24).
- Eigenfrequenzmessung (Grade Master, Fa. Dimter)

Nach EN 338 sind dabei Festigkeit, Steifigkeit und auch die Dichte wichtige Sortierparameter. Da optische Kriterien wie Jahrringbreite und Astanteil mit den mechanischen Eigenschaften korrelieren, kann auch aus diesen Parametern auf die Festigkeit geschlossen werden. So werden Anlagen getestet, die Jahrringbreite und den Astanteil erkennen und mit den mechanischen Eigenschaften korrelieren.



Abbildung 26: EuroGrecomat (Fa.GreCon)

Tabelle 3: Sortierklassen nach EN 338

	Pappel und Nadelholz											Laubholz						
	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40	D30	D35	D40	D50	D60	D70			
Festigkeit in N/mm²																		
Biegung, f_{mk}	14	16	18	22	24	27	30	35	40	30	35	40	50	60	70			
Zug parallel, f_{tk}	8	10	11	13	14	16	18	21	24	18	21	24	30	36	42			
Zug senkrecht $f_{p0,9k}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9			
Druck parallel $f_{0,9k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26	23	25	26	29	32	29			
Druck Senkrecht $f_{0,9k}$	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6,0	6,3	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5			
Scheren f_v	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0			
Steifigkeit in N/mm²																		
E-Modul Parallel (Mittelw)	7000	8000	9000	10.000	11.000	12.000	12.000	13.000	14.000	10.000	10.000	11.000	14.000	17.000	20.000			
E-Modul Parallel (5%)	4700	5400	6000	6700	7400	8000	8000	8700	9400	8000	8700	9400	11.800	14.300	16.800			
Schubmodul (Mittelw)	440	500	560	630	690	750	750	810	810	600	650	700	880	1060	1250			
Mittlere Dichte in kg/m³	290	370	380	410	420	450	460	480	500	640	670	700	780	840	1040			

f_{mk} charakteristische Werte für Biegefestigkeit

f_{tk} charakteristische Werte für Zugfestigkeit parallel

$f_{p0,9k}$ charakt. Mittelwert des E-Moduls

$f_{0,9k}$ charakt. Wert Druckfestigkeit parallel

3.6. Holzstapelung/Trocknung

Nach dem Einschneiden wird Sägeholz im Sägewerk heute meist getrocknet. Vor dem Trocknen erfolgt ein manuelles oder auch maschinelles Stapeln des Holzes. Abbildung 27 zeigt eine maschinelle Stapelanlage für Schnittholz (Fa. Balz, Langnau i.E./CH)



Abbildung 27: Stapelanlage, Fa. Balz, Langnau i.E./CH

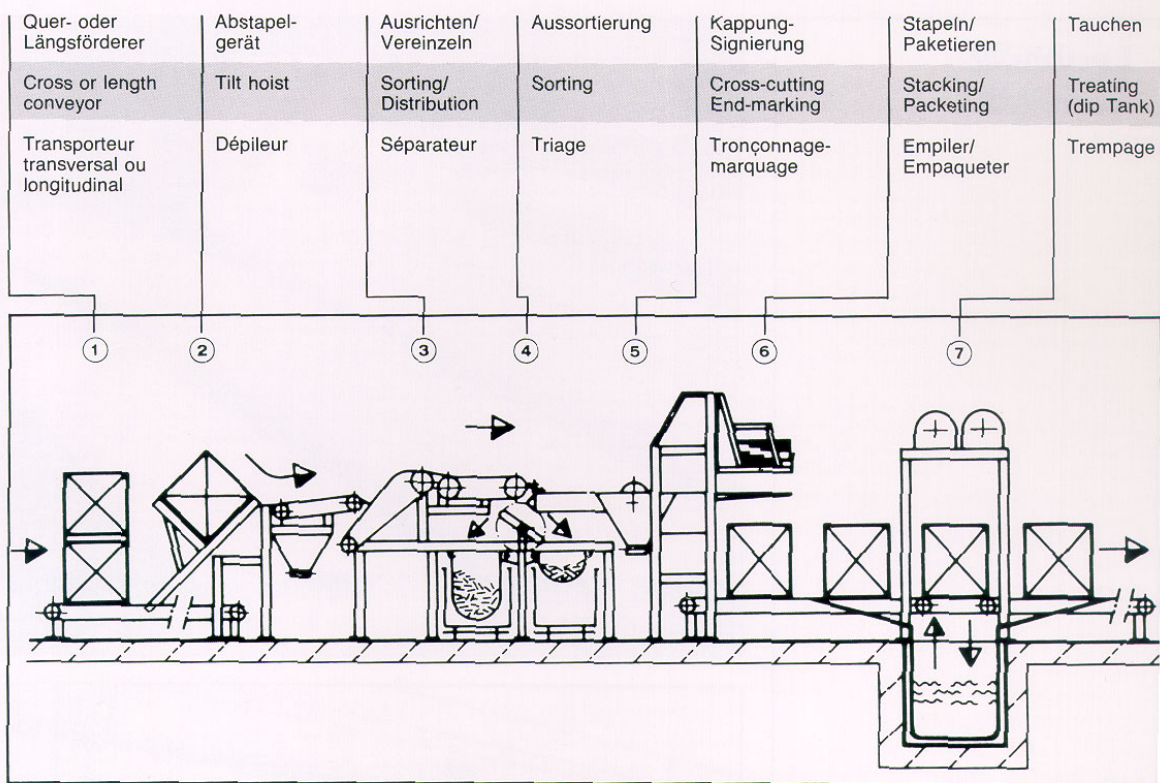


Abbildung 28: Ablauf der Sortierung und Stapelung, Fa. Balz

3.7. Literatur zu Kapitel 3

- Autorenkollektiv (1969):** Taschenbuch der Holztechnologie. Fachbuchverlag, Leipzig.
- Autorenkollektiv (1975):** Werkstoffe aus Holz. Fachbuchverlag, Leipzig.
- Autorenkollektiv (1984):** Holzbearbeitung. Fachbuchverlag, Leipzig.
- Autorenkollektiv (1990):** Holzlexikon. DRW-Verlag, Stuttgart.
- Autorenkollektiv (1990):** Lexikon der Holztechnik. 4. Aufl. Fachbuchverlag, Leipzig.
- Baldwin, R. F. (1981):** Plywood Manufacturing Practices. Miller Freeman, San Francisco.
- Dunky, M.; Niemz, P. (2002):** Holzwerkstoffe und Leime. Springer Verlag.
- Fronius, K (1989):** Arbeiten und Anlagen im Sägewerk; Band.2 Spaner, Kreissägen, Bandsägen. DRW-Verlag, Stuttgart.
- Fronius, K (1992):** Arbeiten und Anlagen im Sägewerk; Band.3: Gatter, Nebenmaschinengruppen, Schnitt- und Restholzbehandlung. DRW-Verlag, Stuttgart.
- Kollmann F (1955):** Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe (Bd. 2). Springer Verlag, Berlin
- Kollmann, F.; Coté, W.; Kuenzi, E.; Stamm, A. (1975):** Principels of Wood Science and Technology. (Bd.1). Springer Verlag, Berlin.
- Lampert, H. (1966):** Faserplatten. Fachbuchverlag, Leipzig.
- Lohmann, U. (1998):** Holz-Handbuch. DRW-Verlag, Stuttgart.
- Lohmann, U. (2001):** Holz Handbuch. DRW-Verlag, Stuttgart.
- Niemz, P. (1999):** Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. DRW-Verlag, Stuttgart.
- Sell, J. (XXXX):** Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Baufachverlag, Zürich.

www.bz-world.com

Holzbearbeitungsanlagen (für Sägewerke)

www.etienne.de

Holzbearbeitungsanlagen (für Schreinerei + Hobby)

www.ewd.de

Holzbearbeitungsanlagen (für Sägewerke)

www.grecon.de

Messanlagen

www.hewsaw.com

Sägehersteller

www.moehring.com

Holzbearbeitungsanlagen (für Sägewerke)

www.pallmann-online.de/seiten/holz/frame_holz.html Zerkleinerungsmaschinen