

# Lehrmittel



Holzindustriefachfrau  
Holzindustriefachmann



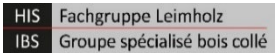
1. Lehrjahr

Version 3.0, 2024

# Berufskunde Holzindustriefachmann/-frau EFZ

## 1. Lehrjahr

### Impressum

Hauptautoren	Christoph Fuhrmann, Valentin Liechti, Pascal Schmider
Erweitertes Autorenteam	Linus Amhof, Michael Gautschi, Stefan Ingold, André Leuenberger, Andreas Lusti, Peter Meier, Julian Steiner
Begleitgruppe	Simon Codourey, Christoph Fuhrmann, Valentin Liechti, Bernhard Muhr, Pascal Schmider
Projektleitung	Bernhard Muhr
Didaktische Begleitung & Koordination	Barbara Vogt, Eidgenössische Hochschule für Berufsbildung EHB
Lektorat	David Coulin
Gestaltung	Pascal Graf, Björn Ittensohn, Valentin Liechti
Herausgeber	Holzindustrie Schweiz, Bern, holz-bois.ch 
Projektpartner	Verband Schweizer Hobelwerke, Zürich, vsh.ch Fachgruppe Leimholz, Bern, holz-bois.ch/fachgruppe-leimholz  
Mit freundlicher Unterstützung von	Verein Senke Schweizer Holz
Ausgabe	August 2024 (Version 3.0)
© 2024 Holzindustrie Schweiz	Alle Rechte, auch das Recht des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, sind vorbehalten.
Hinweis zur geschlechterneutralen Sprache	In diesem Lehrmittel wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit an gewissen Stellen das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.



# Vorwort

## Geschätzte Lernende

Herzlich Willkommen in einer Branche mit Zukunft. Wer sich entschliesst bei einem Betrieb der Holzindustrie eine Lehre zu absolvieren und zu arbeiten, kann sich auf ein spannendes und dynamisches wirtschaftliches Umfeld freuen. Holz fasziniert. Eingebettet in die Holzkette, als Element der gesamten Schweizer Holzwirtschaft, sorgen die über 200 Säge-, Hobel- und Leimwerke in der Schweiz für entscheidende Verarbeitungsschritte.

Die Reise des Holzes beginnt bekanntlich im Wald, welcher in der Schweiz ein Drittel der Landesfläche bedeckt. Jährlich wachsen rund zehn Millionen Kubikmeter Holz dazu. Die Industrie- und Stammhölzer aus dem Forst werden in den Sägereien sowie Hobel- und Leimwerken zu hochwertigem Schnittholz, Holzfassaden, Täfer, Brettschichtholz, Balkenschnittholz und vielem mehr verarbeitet. Das Restholz wird nicht etwa auf die Halde gekippt, sondern zur Herstellung von Papier und Holzwerkstoffen oder für die Erzeugung von Strom und Energie weiterverwendet.

Die Entwicklung der Branche ist beachtlich. So hat die Schnittholzproduktion in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Im Jahr 2022 wurden rund 1,25 Mio. m<sup>3</sup> Schnittholz produziert und 218'000 m<sup>3</sup> Schnittholz wurden zu Leimholz verarbeitet. In den Hobelwerken wurden 2022 um die 3,1 Mio. m<sup>2</sup> gehobelt. Und das Produkt Holz hat sehr gute Perspektiven. Die Anwendung von Holz im Innenausbau ist in der Schweiz seit jeher beliebt und im Holzbau ergeben sich dank Forschung und Innovation immer neue Möglichkeiten. So sind heute mehrgeschossige Bauten aus Holz machbar und selbst Hochhäuser wurden schon erstellt.

Holz ist auch aus Sicht der Nachhaltigkeit besonders geeignet. So kann der Baustoff mehrmals verwendet werden und wirkt sich daher mehrfach positiv auf das Klima aus:

- Zuerst wird CO<sub>2</sub> im Wald aus der Luft sequestriert (eingeholt)
- Das CO<sub>2</sub> wird im Holz und nach der Verarbeitung in den Holzprodukten gespeichert
- Und schliesslich lassen sich beim Bauen mit Holz andere, klimaschädliche Baustoffe ersetzen

Im Rahmen der weltweiten Bemühungen den CO<sub>2</sub>-Ausstoss in die Umwelt zu verringern, hält die Holzwirtschaft praktikable Lösungen bereit.

Um das Potenzial ausschöpfen zu können, ist die Holzbranche auf gut ausgebildete Fachkräfte angewiesen. Die Lernenden Holzindustriefachmann/-fachfrau sind daher bereits ab dem ersten Tag ihrer Ausbildung ein wichtiger Teil der Holzkette. Auf ihr Wissen und Können kommt es in Zukunft an. Die Branche schätzt die Neugier und Lernbereitschaft der jungen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und wünscht

allen eine lehrreiche Ausbildungszeit, viel Freude mit dem vorliegenden Lehrmittel sowie Erfolg in der Schule und im Berufsalltag. Seien Sie nicht überrascht, wenn Sie dabei der Faszination des Werkstoffes Holz erliegen.

Mit besten Grüßen



Thomas Ladrach,  
Präsident HIS

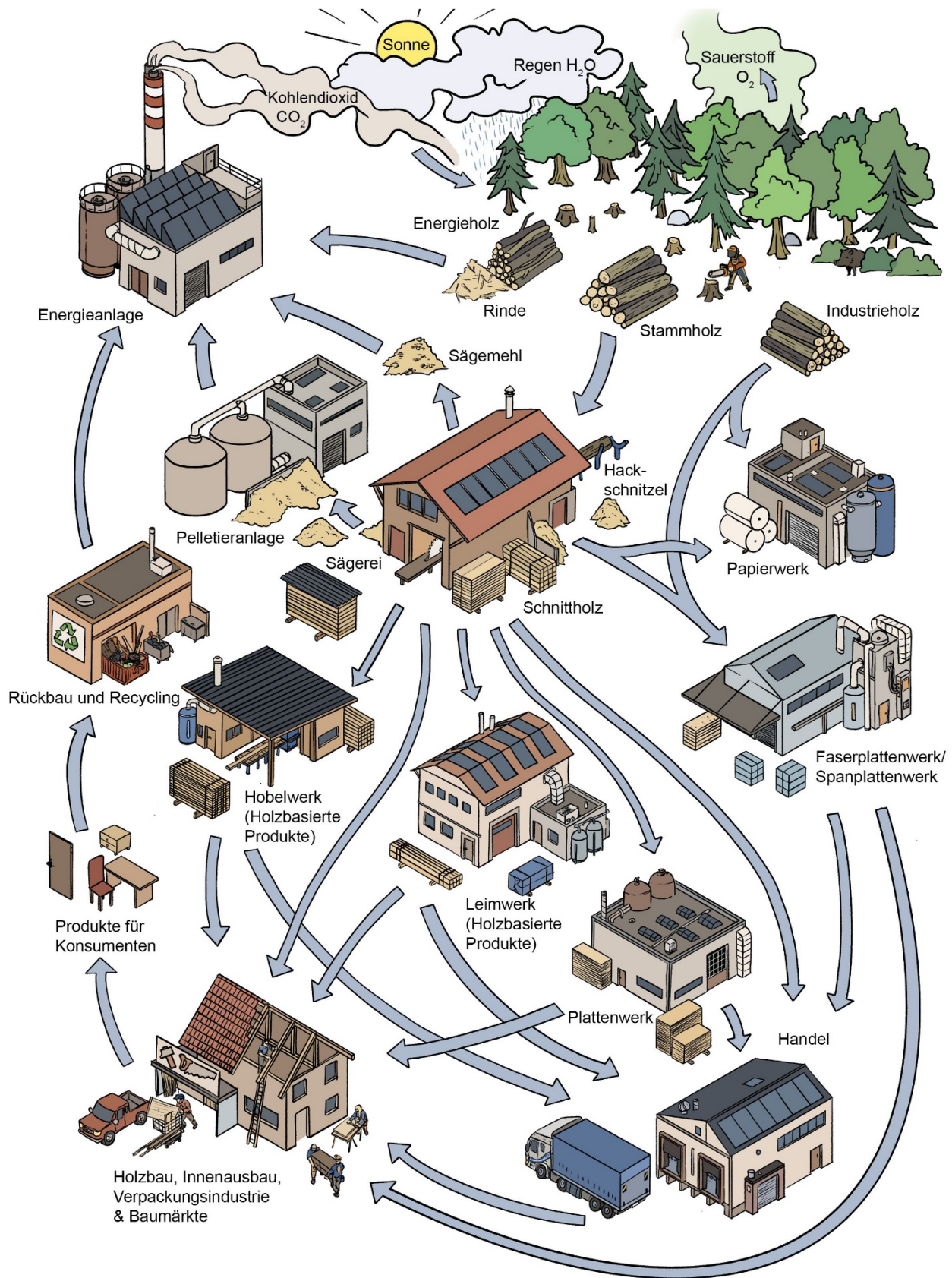


Peter Marty,  
Präsident VSH



Res Näf,  
Präsident FG Leimholz

# Holzkreislauf





# Ihre Ausbildung an der Berufsfachschule (BfS)

Ziel der Ausbildung zum Holzindustriefachmann EFZ ist, dass Sie berufliche Aufgaben und Tätigkeiten eigeninitiativ, zielorientiert, fachgerecht und flexibel ausführen können (SBFI, 2017). Deshalb orientiert sich die gesamte Ausbildung an typischen Aufgaben und Tätigkeiten Ihres Berufes. Diese werden zu sogenannten Handlungskompetenzen zusammengefasst. Im Verlauf Ihrer Ausbildung bauen Sie folgende Kompetenzen auf:

↓ Handlungskompetenzbereiche		Handlungskompetenzen →				
a	Organisieren und Optimieren der Holzproduktion	a1 Mit Vorgesetzten, Mitarbeitenden und Kunden angemessen kommunizieren.	a2 Herstellung von Holzprodukten planen und organisieren.	a3 Gefahren erkennen und Schutzmassnahmen ergreifen.	a4 Erledigte Aufträge der Produktion und des Rüstens von Holzprodukten dokumentieren.	a5 Massnahmen bei Betriebsstörungen und Notfällen ergreifen.
b	Bewirtschaften von Rohholz, Holzprodukten, Hilfs- und Betriebsstoffen	b1 Lieferungen von Rohholz annehmen.	b2 Schnittholz, holzbasierte Produkte, Hilfs- und Betriebsstoffe annehmen, verschieben und lagern.	b3 Halbfabrikate und holzbasierte Produkte für die Auslieferung rüsten.	b4 Schnittholz, holzbasierte Produkte, Hilfs- und Betriebsstoffe bewirtschaften sowie Daten und Informationen dazu erheben und weiterleiten.	
c	Produzieren von Schnittholz	c1 Produktion von Schnittholz vorbereiten.	c2 Schnittholz produzieren.	c3 Schnittholz trocknen und behandeln.	c4 Restholz aus der Produktion von Schnittholz verarbeiten	
d	Fertigen von holzbasierten Produkten	d1 Fertigung von holzbasierten Produkten vorbereiten.	d2 Holzbasierte Produkte fertigen.	d3 Oberflächen von holzbasierten Produkten behandeln.	d4 Restholz aus der Fertigung von holzbasierten Produkten verwerten oder entsorgen.	
e	Warten und instand halten der Produktionsmittel der Holzverarbeitung	e1 Anlagen und Maschinen der Holzverarbeitung warten.	e2 Anlagen und Maschinen der Holzverarbeitung instandhalten.			

Abbildung 1: Übersicht der Handlungskompetenzen (Quelle: Bildungsplan Holzindustriefachfrau/-mann, 2020)

Um die Kompetenzen fachgerecht ausführen zu können, benötigen Sie Wissen, Fertigkeiten (z.B. Vollgatter bedienen, Ausbeute berechnen, Rohholz gem. Holzhandelsgebräuchen sortieren) sowie Verhalten (z.B. Genauigkeit, Sorgfalt). Im Bildungsplan ist genau definiert, welcher Lernort – Betrieb, überbetriebliche Kurse (üK), Berufsfachschule (BfS) – welches Wissen, welche Fertigkeiten und welches Verhalten zu den einzelnen Kompetenzen vermittelt.

In der Berufsfachschule (BfS) wird das benötigte Wissen, die Fertigkeiten und die Haltungen in sogenannten Lerneinheiten vermittelt. Diese Lerneinheiten sind abgestimmt auf den Bildungsplan bzw. auf die Handlungskompetenzen. Sie gewährleisten, dass Sie am Ende der Ausbildung das vorgegebene Wissen, die Fertigkeiten und die Haltungen erlernt haben, um kompetent handeln zu können. Damit dies gelingt, braucht es natürlich auch den Lernort Betrieb und die üKs. Die Lerneinheiten der BfS wurden deshalb so gut es geht auf die Ausbildung im Betrieb und auf die Inhalte der üKs abgestimmt.

# Ihr Lehrmittel

Das Lehrmittel unterstützt Ihren Lehr-Lernprozess und dient Ihnen als Nachschlagewerk. Es ist auf die drei Lehrjahre aufgeteilt und in gedruckter oder elektronischer Form (PDF) erhältlich.

Jedes Kapitel entspricht einer Lerneinheit. Die Kapitel wurden von ausgewiesenen Fachpersonen der Holzindustrie geschrieben. Im Unterricht werden die Texte durch entsprechende Übungen, Aufträge etc., welche Sie von den Lehrpersonen erhalten, ergänzt. Damit Sie sich orientieren können, werden die Kapitel durch Register abgetrennt. Dies ermöglicht Ihnen auch, weitere Unterlagen, Notizen etc. im Ordner einzufügen.

Zu Beginn des Kapitels finden Sie jeweils einen kurzen Einleitungstext und die detaillierten Lernziele. So sehen Sie, um was es in dieser Lerneinheit geht. Die beruflichen Situationen, dienen als Veranschaulichung. D.h. bei welchen Arbeiten im Betrieb das Wissen, die Fertigkeiten und Haltungen, welche Sie hier lernen, nützlich ist. Im Weiteren sehen Sie auch, ob und welcher üK das Wissen, die Fertigkeiten und Haltungen vertiefen oder vorbereiten. Sie werden das Lehrmittel nämlich auch in den üKs verwenden und mit weiteren Informationen, Übungen, Notizen etc. ergänzen.

## HKe1: Anlagen und Maschinen der Holzverarbeitung warten

Das klassische Sägewerk ist heute nahezu ein typischer Industriebetrieb, der ganz viele verschiedenen Maschinen und komplexen Anlagen umfasst. Diese übernehmen die Arbeiten des Menschen und entlasten diesen. Damit die verschiedenen Maschinen und Anlagen möglichst lange einwandfrei funktionieren, ist es wichtig, dass diese periodisch nach Vorgaben des Herstellers geschmiert und gewartet werden.



Abbildung 39: Reinigen & Schmierern (Quelle: OLWO AG)

Die Schmier- und Wartungsarbeiten sollten in einem Wartungsjournal schriftlich festgehalten werden.

Einen ähnlich hohen Stellenwert wie das Schmierern hat das Reinigen der

## Praxisaufträge im Betrieb

- Unterhaltsarbeiten an Maschinen durchführen (z.B. reinigen, schmieren)
- Wartungsjournal führen (periodische Arbeiten, d.h. täglich, wöchentliche, monatliche)
- Einfache Verschleissteile ersetzen
- Werkzeuge und Kleinmaschinen instandhalten
- Mechanische Störungen lokalisieren und korrekt reagieren

## Überbetrieblicher Kurs 3

- Wartung und kleine Instandhaltungsarbeiten; Verschleissteile ersetzen Holzarten und Sortimente bestimmen (Schnittholz)

## Berufliche Situationen:

- Sie reinigen Maschinen und entfernen z.B. Staub und Späne. Dabei beachten Sie die Sicherheitsvorschriften.
- Sie fetten oder ölen je nach Vorgabe die Maschinen und Anlagen.
- Sie kennen die einfachsten Bestandteile einer Maschine.

## Lernziele:

- Sie erläutern den Zweck und die Wichtigkeit des Reinigens und Schmierens von Maschinen oder Anlagen sowie die wesentlichen Unterschiede.
- Sie unterscheiden Haupt-, Neben- und Hilfsmaschinen und benennen

# Kapitelübersicht

## 1. Kommunikation im Unternehmen (10 Lektionen)

Rollen & Verantwortlichkeiten im Betrieb – Kommunikationsregeln,  
persönliches Auftreten – Teamarbeit

---

## 2. Gefährliche Arbeiten und Notfälle (40 Lektionen)

Gefahrensituationen, Gefahrensymbole, Datenblätter,  
Verhalten – Gesetzliche Vorgaben – Ergonomisches Arbeiten

---

## 3. Sortimentskenntnisse: Schnittholz (20 Lektionen)

Schnittholz messen und klassieren – Schnittholzprodukte:  
Handelsgebräuche, Holzkette

---

## 4. Reinigen und Schmieren von Maschinen und Anlagen (10 Lektionen)

Regelmässige Reinigungen – Schmieren: Wo, was, warum – Wartungsjournal

---

## 5. Besäumen (60 Lektionen)

Holzaufbau, Holzarten, Eigenschaften – Nebenmaschinen für  
Zuschnitt, Manipulation, Schutzeinrichtungen – Grundoperationen  
rechnen, Taschenrechner

---

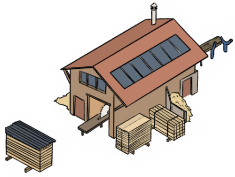
## 6. Einschnitt (60 Lektionen)

Holzarten: Wuchsmerkmale am Rundholz, Schäden – Schnittbilder –  
4 Haupt-Einschnitt-Technologien, Betriebssicherheit und Energieeffizienz –  
Einschnittvorbereitung – Hilfsmaschinen für den Einschnitt – Flächen- und  
Volumenberechnungen, Massumwandlung

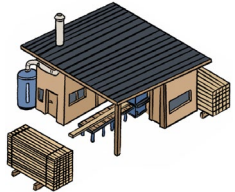
---



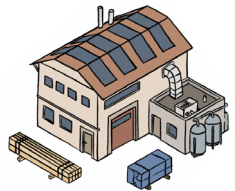
# 1. Kommunikation im Unternehmen



Sägerei



Hobelwerk



Leimwerk

## HK a1: Mit Vorgesetzten, Mitarbeitenden und Kunden angemessen kommunizieren

Sie arbeiten innerhalb der Arbeitsprozesse des Holzindustriebetriebes im Team und verständigen sich mit Kollegen und Vorgesetzten.



Abbildung 2: Kommunikation mit Vorgesetzten (Quelle: HIS)

Sie stehen im Arbeitsalltag auch in Kontakt mit den Kunden und Lieferanten, entweder indem sie diese als erste Ansprechperson empfangen und weiterleiten oder indem sie diese bei der Anlieferung oder Auslieferung betreuen. Sie treten betriebsintern und gegenüber der Kundschaft freundlich und fachkundig auf. In ausserordentlichen Situationen (Druckphasen, Konflikten usw.) tragen sie konstruktiv zu einer für alle Beteiligten zufriedenstellenden Lösung bei.

## Praxisaufträge im Betrieb

- Betriebsreglement und Leitbild
- Verhalten gegenüber Kundschaft
- Verhalten gegenüber Mitarbeitenden und Vorgesetzten

## Berufliche Situationen

- Ein Lieferant fragt Sie, wo das Rundholz entladen werden soll. Sie instruieren ihn und weisen auf mögliche Gefahrensituationen auf dem Platz hin.
- Damit Sie die erhaltenen Arbeitsauftrag korrekt ausführen können, stellen Sie entsprechende Rückfragen im Team, bei Vorgesetzten oder anderen Lernenden.
- Wenn ein Kunde kommt oder sich telefonisch meldet, klären Sie seine Bedürfnisse und geben Auskunft. Falls nötig leiten Sie ihn an die zuständige Stelle oder Person weiter.
- Ihr Berufsbildner führt mit Ihnen das halbjährliche Beurteilungsgespräch durch.

## Lernziele

- Sie erklären die Grundlagen der Kommunikation sowie die grundlegenden Kommunikationsregeln im Umgang mit Lieferanten, Kunden, Vorgesetzten und im Team.
- Sie erkennen Kommunikationsprobleme und erläutern mögliche Lösung.
- Sie erklären die Kriterien für erfolgreiche Gespräche mit Lieferanten und Kunden und wenden diese an.
- Sie erklären die Kriterien für eine gute Zusammenarbeit und die Vorteile von Teamarbeit.
- Sie erklären die Feedbackregeln und wenden diese an.
- Sie sind in der Lage Standortgespräche vorzubereiten.

## 1.1. Grundlagen der Kommunikation

*Man kann nicht nicht kommunizieren.* – Paul Watzlawick

Kommunikation dient dazu, Informationen zu vermitteln, zu verstehen und zu verarbeiten sowie zu koordinieren und zu organisieren. Kommunikation in Unternehmen kann intern (zwischen Mitarbeitern) oder extern (zwischen Unternehmen und Kunden) sein.

Nach OR 321d, Abs. 1 sind Angestellte eines Holzindustriebetriebes verpflichtet, die «Interessen des Arbeitgebers in guten Treuen zu wahren». In Normalsprache übersetzt bedeutet das nichts weiter, als dass Sie Ihren Ausbildungsbetrieb gegenüber der Kundschaft, Lieferanten und weiteren Anspruchsgruppen in bester Weise vertreten müssen. Aber auch ein respektvoller Umgang mit Arbeitskollegen ist für ein erfolgreiches Unternehmen von entscheidender Bedeutung. Körperhaltung, Kleidung, Sprechlautstärke, aber auch Schweigen, sind Kommunikationsmittel, mit denen Sie während der Arbeit ein Bild von sich und von Ihrem Lehrbetrieb vermitteln.

### 1.1.1. Grundsatz

Unter Kommunikation versteht man im Grunde nichts anderes als den Austausch von Informationen zwischen einem (oder mehrerer) Sender und einem (oder mehrerer) Empfänger.

Die Übertragung dieser Informationen findet nicht nur verbal – also über die Sprache – sondern auch paraverbal und nonverbal statt:

verbal	paraverbal	nonverbal
Sprache	Stimme	Körpersprache
Was wird gesagt?	Wie wird gesprochen?	Was sieht man?
- Gesprochenes Wort, Sätze	- Lautstärke - Tonfall - Stimmlage - Pausen - Betonungen	- Mimik - Gestik - Körperhaltung - Bewegung - Kleidung

Das Ziel erfolgreicher Kommunikation ist, dass die Information so beim Empfänger ankommt, wie der Sender es gemeint hat. Sowohl im privaten wie auch im geschäftlichen Umfeld geht es also darum, Missverständnisse zu vermeiden. Dies ist oft schwieriger, als es im ersten Moment erscheint.

Die Kommunikation erfolgt nicht nur im persönlichen Gespräch oder per Telefon, sondern zunehmend auch über digitale Medien wie z.B. Email, Social Media, SMS. Wichtig ist, dass für die Kommunikation auch das passende Medium gewählt wird. So ist es z.B. kaum angebracht sich per SMS krank zu melden. Häufig gibt es in den Unternehmen zur Kommunikation intern und extern entsprechende Regelung.

### 1.1.2. Kommunikationsmodelle

Um die Herausforderungen für eine erfolgreiche Kommunikation verstehen zu können, sind folgende beiden Modelle hilfreich:



### Sender-Empfänger-Modell (nach Claude Shannon und Warren Weaver)

Beim Sender-Empfänger-Modell um die Übertragung einer Botschaft von einer Person A an eine Person B. Dazu wandelt der Sender seine Gedanken in Wörter, Töne, Körpersprache usw. um. Man spricht vom **Codieren** der Information. Der Empfänger entschlüsselt das Signal und versucht, die Botschaft möglichst genau so zu verstehen, wie der Sender sie gemeint hat. Man spricht vom **Decodieren** der Information. Nachdem der Empfänger das Signal decodiert hat, reagiert er auf die erhaltene Nachricht. Wenn die Botschaft eine Frage war, antwortet er oder stellt vielleicht eine Gegenfrage. Ist die Botschaft ein Befehl, geht er im Normalfall an die Arbeit. Durch seine Reaktion wird Person B selbst zum Sender, der Signale aus- sendet. Beispiel: Dreht sich Person B um und geht an die Arbeit, sendet sie das Signal aus «Ich habe den Auftrag verstanden.»

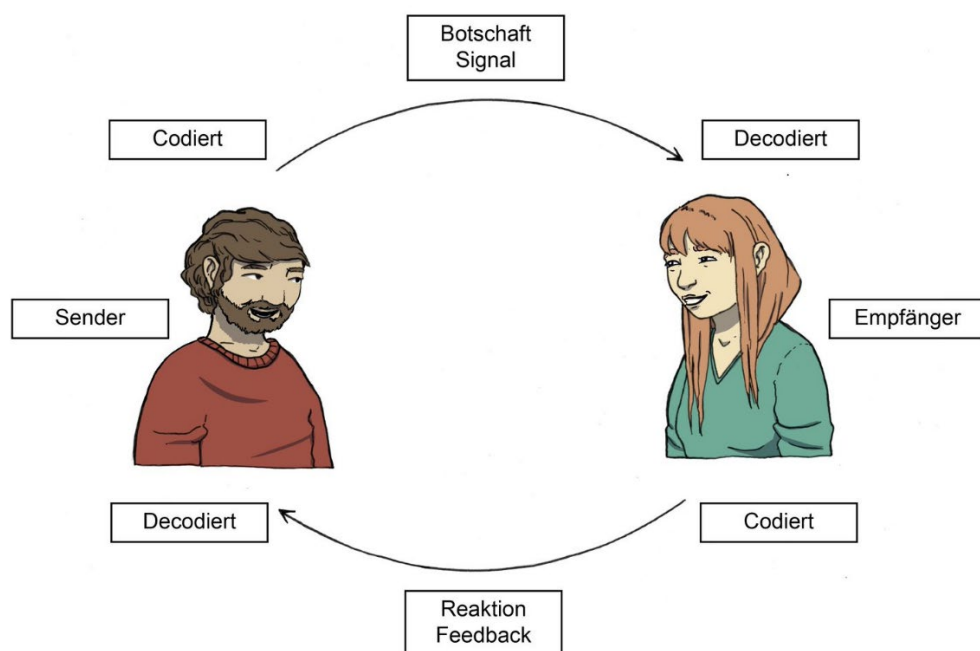


Abbildung 3: Sender-Empfänger-Modell (Quelle: HIS)

Beim Decodieren der Botschaft können aber **Störungen** auftreten. Diese verhindern, dass die Botschaft des Senders richtig verstanden wird, und es entstehen Missverständnisse. Störungen bei der Übertragung des Signals können entstehen durch:

Grund der Störung	Arbeitssituation	Problem	Lösung
Äussere Einflüsse	Sie telefonieren im Produktionsraum mit einer Kundin.	Sie verstehen das Anliegen der Kundin akustisch nicht. Die Kundin fühlt sich nicht ernst genommen.	Die Kundin bitten, kurz zu warten und einen ruhigen Raum zum Telefonieren aufsuchen.
Sprache	Ihr neuer Mitarbeiter stammt aus einem anderen Land und kann noch nicht gut Deutsch.	Ihr Kollege versteht den Auftrag nicht richtig und führt ihn möglicherweise falsch aus.	Nachfragen, ob er den Auftrag richtig verstanden hat und bei Zweifeln die Arbeit demonstrieren.
Fehlende Aufmerksamkeit	Sie spielen mit Ihrem Sportverein am Abend das wichtigste Spiel der Saison und können an nichts anderes denken.	Sie konzentrieren sich nicht auf die Arbeit und bringen die Produktion und Ihre Gesundheit in Gefahr.	In der Pause mit den Kollegen darüber sprechen, um die Spannung abzubauen; den Nachmittag frei nehmen.
Unterschiedliche Voraussetzungen	Ihr Chef gibt Ihnen einen Auftrag und vergisst, dass Sie noch nicht alle Fachwörter kennen.	Sie verstehen den Auftrag nicht richtig und führen ihn möglicherweise falsch aus.	Sie sagen Ihrem Chef, dass Sie diese Wörter noch nicht kennen und bitten ihn, die Fachwörter kurz zu erklären.
Unterschiedliche Generationen	Sie antworten Ihrem Vorgesetzten mit «keine Sache, Bro!»	Ihr Vorgesetzter fühlt sich nicht respektiert und reagiert wütend.	Sie passen Ihre Sprache der jeweiligen Situation an und können zwischen privater und geschäftlicher Kommunikation unterscheiden.

Es ist wichtig, die Botschaft als Sender präzise auszusenden. Als Empfänger wiederum muss man sich bemühen, die Information des Senders richtig zu entschlüsseln und so mitzuhelfen, dass keine Missverständnisse entstehen.

### Vier-Ohren-Modell (nach Friedemann Schulz von Thun)

Kommunikationsprobleme

Das Vier-Ohren-Modell wurde von Friedmann Schulz von Thun entwickelt. Es besagt, dass alles, was eine Person (Sender) jemandem mitteilt, vier verschiedene Ebenen hat:

<b>Sachebene</b>	Die Information an sich, reine Daten und Fakten.
<b>Selbstkundgabe</b>	Mit jeder Botschaft transportiert der Sender Informationen über sich selbst: Gefühle, Ansichten, Bedürfnisse usw.
<b>Beziehungsebene</b>	Jede Botschaft sagt etwas über die Beziehung des Senders zum Empfänger aus.
<b>Appell</b>	Mit jeder Botschaft will der Sender beim Empfänger etwas erreichen. Dieser Appell kann deutlich ausgesprochen werden, oder sich in der Botschaft «verstecken».

Auch die Person, die zuhört (Empfänger) nimmt die Botschaft ebenfalls auf vier Ebenen auf. Die vier Ebenen werden bei jeder Nachricht mitgesprochen und mitgehört.



Abbildung 4: Vier-Ohren-Modell (Quelle: HIS)

Da der Sender und Empfänger eine Nachricht unterschiedlich, d.h. auf unterschiedlichen Ebenen auffassen können, kommt es leicht zu Missverständnissen. Die meisten Menschen ist nur die Kommunikation auf der Sachebene bewusst. Sie geben eine Information weiter und bemerken gar nicht, dass sie daneben noch ganz viele andere Dinge übermitteln. Viele dieser Missverständnisse können aber auch verhindert werden, wenn man sich bewusst ist, dass diese vier Ebenen existieren.

Folgendes Beispiel zeigt die vier Ebenen einer einfachen Aussage aus Ihrem Berufsalltag: Ihr Chef ruft Sie zu sich und sagt: «In einer halben Stunde kommt eine Lieferung Rundholz.»

Mit dieser Aussage vermittelt der **Sender** folgende Botschaften:

<b>Sachebene</b>	«Bald wird Rundholz geliefert.»
<b>Selbstkundgabe</b>	«Ich erwarte, dass der Rundholzplatz bereit ist, wenn der Lieferant kommt.»
<b>Beziehungsebene</b>	«Mit meiner jahrelangen Erfahrung weiss ich jederzeit, wann der Rundholzplatz bereit sein muss. Dir als Lernender fehlt aber diese Erfahrung noch.»
<b>Appell</b>	«Geh sofort den Rundholzplatz vorbereiten, damit der Lieferant nicht warten muss.»

Bei Ihnen als **Empfänger** kann die Botschaft wie folgt ankommen:

<b>Sachebene</b>	«Rundholz wird geliefert.»
<b>Selbstkundgabe</b>	«Du merkst nicht von allein, wann der Rundholzplatz bereit sein muss.»
<b>Beziehungsebene</b>	«Typisch Lehrling. Sieht nicht, wann etwas vorbereitet sein muss.»
<b>Appell</b>	«Nächstes Mal machst du den Rundholzplatz bereit, ohne dass ich dich daran erinnern muss.»



Die Gefahr besteht darin, dass Sender und Empfänger die Botschaft auf verschiedenen Ebenen deuten. Zum Beispiel wollte Ihr Chef vor allem den Appell («Geh den Rundholzplatz vorbereiten.») ausdrücken. Sie aber haben die Botschaft hauptsächlich auf der Beziehungsebene aufgefasst («Typisch Lehrling...»). Damit ist bereits ein Missverständnis entstanden, das für schlechte Stimmung sorgt. Hätte Ihr Chef gesagt «In einer halben Stunde kommt eine Lieferung. Geh bitte den Rundholzplatz vorbereiten und schau ab morgen bei Arbeitsbeginn selbstständig, wann Lieferungen eintreffen.», hätte dieses Missverständnis wahrscheinlich verhindert werden können.

## 1.2. Der Umgang mit Kundschaft

Auch in einem Produktionsbetrieb kommen alle Angestellten immer wieder in Kontakt mit der Kundschaft. Hier besteht viel Raum für Fehler, weshalb es einige Grundregeln zu beachten gilt:

### Höflichkeit

Sie wissen, wie Sie als Kunde in einem Geschäft bedient werden wollen. Verhalten also auch Sie sich gegenüber Ihrer Kundschaft jederzeit so. Begrüssen Sie sie höflich, fragen Sie nach Ihrem Wunsch und helfen Sie dem Kunden, soweit es Ihre Befugnisse und Ihr Wissen zulassen.

### Gepflegtes Auftreten

Holzindustriefachleute arbeiten nicht in sterilen Räumen. Hände, Gesicht und Kleidung werden bei der Arbeit schmutzig. Das liegt in der Natur der Arbeit und ist völlig normal. Dennoch versteht es sich von selbst, sich bei Ankunft eines Kunden schnell den Staub abzuwischen und falls möglich die Hände und das Gesicht zu waschen. Da es sich um anstrengende körperliche Arbeit handelt, ist auch die ganzheitlich tägliche Körperpflege unumgänglich. Nicht nur der Kundschaft, sondern auch den Mitarbeitern zuliebe.

### Positive Formulierungen

Dem Kunden macht es nichts aus, wenn Sie ein Problem gerade nicht lösen oder eine Frage nicht beantworten können. Vermeiden Sie also negative Formulierungen und verhindern Sie so, dass der Kunde sich zurückzieht:

Negative Formulierung	Positive Formulierung
«Das weiss ich nicht.»	«Ich finde es für Sie heraus.»
«Dieses Produkt führen wir nicht.»	«Lassen Sie mich schauen, ob wir eine Möglichkeit haben, das Produkt für Sie zu produzieren.»
«Der Chef ist heute nicht da.»	«Ich schaue sofort, ob ein anderer Mitarbeiter Ihnen weiterhelfen kann.»

### Eigene Grenzen kennen

Niemand ist in jedem Bereich ein Fachmann. Deshalb ist es auch normal, nicht auf alles eine Antwort zu wissen. Vermeiden Sie es, falsche Angaben zu machen, weil Sie vor dem Kunden nicht schlecht dastehen wollen. Geben Sie nur Auskunft,

wenn Sie sicher sind. Leiten Sie die Frage im Zweifel lieber an einen Vorgesetzten weiter.

Keine Fachpersonen: Kunden stellen Fragen, die für die Fachperson oft selbstverständlich sind. Bleiben Sie höflich, reagieren Sie nie herablassend und grinsen Sie keinesfalls über eine Frage. Versetzen Sie sich in die Lage des Kunden und stellen sich vor, wie es ist, wenn Sie sich in einem Fachgeschäft beraten lassen.

### 1.3. Teamwork

Die Schweizer Holzindustrie besteht hauptsächlich aus kleineren und mittelgroßen Betrieben mit 5 bis 20 Angestellten. Es spielt aber keine Rolle, ob der Betrieb nur eine Handvoll oder 200 Angestellte zählt: Ohne Teamwork kann kein Unternehmen arbeiten und je besser die Teams eingespielt sind, desto reibungsloser funktionieren die Betriebsabläufe. Der Erfolg des Unternehmens muss das gemeinsame Ziel aller Angestellten sein und das lässt sich nur gemeinsam erreichen.

Doch Teams funktionieren selten einfach so von allein. Wo verschiedene Personen mit ihren eigenen Charakteren, Stärken und Schwächen aufeinandertreffen, entstehen besteht immer auch Konfliktpotenzial. Damit keine Konflikte entstehen und alle als Team zusammenarbeiten, sind folgende Eigenschaften unumgänglich:

Kommunikationsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sich klar ausdrücken</li><li>• Eigenes Wissen teilen</li><li>• Anderen zuhören</li><li>• Informationen weitergeben</li></ul>
Verantwortungsgefühl	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aufgaben gewissenhaft angehen</li><li>• Fehler zugeben</li><li>• Erfolg des Betriebes immer als Ziel vor Augen halten</li><li>• Mitdenken und Ideen einbringen</li></ul>
Ehrlichkeit und Wertschätzung	<ul style="list-style-type: none"><li>• Offen sprechen</li><li>• Eigene Meinung sagen</li><li>• Andere Meinungen akzeptieren</li><li>• Mut haben zu sagen, wenn etwas nicht passt</li></ul>
Mitgefühl	<ul style="list-style-type: none"><li>• Andere unterstützen</li><li>• Fehler akzeptieren</li><li>• Helfen, Lösungen zu finden</li></ul>
Vertrauen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Selbst vertrauenswürdig sein</li><li>• Auf die Fähigkeiten der anderen vertrauen, nicht alles kontrollieren wollen</li></ul>

#### 1.3.1. Rollenverteilung und Verantwortlichkeiten

Die Rollenverteilung bezieht sich auf die Art und Weise, wie verschiedene Personen in einer Gruppe oder Organisation bestimmte Aufgaben oder Verantwortlichkeiten übernehmen. Es beinhaltet die Zuweisung von Verantwortungsbereichen, die jeder Person in der Gruppe zugewiesen werden, sowie die Erwartungen an die jeweiligen Mitglieder, wie sie diese Aufgaben ausführen sollen.

Die Rollenverteilung kann sich auf verschiedene Bereiche beziehen, einschliesslich Führungsrollen, Managementaufgaben, kreative Aufgaben und mehr. In einem funktionierenden Team sind sich alle Mitglieder ihrer Rolle bewusst. Sie wissen, wie weit ihre Verantwortung geht und wann sie eine höher gestellte Fachperson zu Rate ziehen müssen. Man kann diese Aufteilungen mithilfe des AKV-Prinzips festlegen:

	Aufgaben	Kompetenzen	Verantwortlichkeiten
<b>Teamleiter</b>	Einteilen und Überwachen der Arbeiten auf dem Rundholzplatz	Bei einer Störung Produktion stoppen	Qualitätssicherung des verarbeiteten Rundholzes
<b>Maschinist</b>	Rundholzkrane bedienen, erfassen, klassieren, sortieren des Rundholzes	Einteilen und Organisieren des Rundholzplatzes	Stetiger Produktionsablauf und Ordnung auf dem Rundholzplatz

Je klarer die Rollen und Verantwortlichkeiten definiert sind, desto weniger Zeit und Energie geht verloren, wenn etwas nicht rund läuft.

### 1.3.2. Feedbackkultur

Läuft jedoch etwas nicht rund, ist es wichtig, dass Unstimmigkeiten zeitnah angesprochen werden. Meist wird Ihr Berufsbildner Ihnen im Rahmen von Arbeiten oder im halbjährlichen Standortgespräch Feedback geben. Aber auch Sie haben die Möglichkeit Ihren Arbeitskollegen und Ihrem Berufsbildner mitzuteilen, wenn Sie etwas stört. Im halbjährlichen Standortgespräch ist es sogar vorgesehen, dass Sie Rückmeldungen zu Ihrer Ausbildung geben.

Da es nicht einfach ist Kritik entgegenzunehmen oder zu geben, sollten folgende grundsätzliche Feedbackregeln beachtet werden:

WWW-Regeln

<b>Wahrnehmung schildern</b>	Sagen Sie Ihrem Gegenüber zunächst, welches Verhalten Sie beobachtet haben. Also Ihre Sicht der Dinge und persönliche, individuelle Wahrnehmung. Zum Beispiel: «Mir ist aufgefallen, dass ich / dass Sie ...»
<b>Wirkung erklären</b>	Im zweiten Schritt folgt die Bewertung. Welche Schlüsse ziehen Sie aus Ihrer Wahrnehmung? Wie wirkt das auf Sie? Ihren Standpunkt erklären Sie zum Beispiel so: «Ich empfinde das als... und fühle mich dabei...»
<b>Wunsch formulieren</b>	Abschliessend sagen Sie der Person, welches künftige Verhalten Sie sich wünschen oder welche Veränderung Sie erwarten. Formulieren Sie einen klaren Appell. Zum Beispiel: «Ich möchte, dass ich in Zukunft / dass Sie in Zukunft...»

Wichtig ist, dass Sie sowohl die Wirkung als auch den Wunsch in der ICH-Botschaft formulieren!

Lange Zeit wurden die Anliegen der Angestellten in der Unternehmensführung kaum bis gar nicht berücksichtigt. Dabei gibt es verschiedene Gründe,

Rückmeldungen und Ideen des Personals anzuhören und ernst zu nehmen. Dies kann mittels eines fest eingeführten Feedbacksystems erreicht werden. Das reicht vom regelmässigen Teamgespräch über das jährliche Mitarbeitergespräch bis hin zu Briefkasten, in den die Angestellten Briefe mit Sorgen und Verbesserungsvorschlägen anonym einwerfen können. Was mit einer sorgfältigen Feedbackkultur erreicht werden kann:

- Konflikte innerhalb des Teams vermeiden
- Hinweis auf unbeliebten Führungsstil der Vorgesetzten
- Verbesserungsvorschläge aller Art

#### Mitarbeitenden- gespräch

Üblicherweise finden jährlich sogenannte Mitarbeitendengespräche statt. Im Rahmen der Ausbildung finden sogar halbjährlich Standortgespräche zwischen Ihnen und Ihrem Berufsbildner statt.

Ziel dieser Gespräche ist einerseits die Leistungen zu beurteilen und das nächste Jahr bzw. Halbjahr zu planen. Mitarbeitende haben dabei Gelegenheit, Erfahrungen und Meinungen einzubringen. Oft werden auch Möglichkeiten zu Aus- und Weiterbildungen besprochen.

Ein Mitarbeitendengespräch verläuft üblicherweise wie folgt:



Abbildung 5: Ablauf Mitarbeitendengespräch (eigene Darstellung)

## 1.4. Leitbild und Organigramm

### Leitbild

Nicht nur Personen kommunizieren, sondern auch Unternehmen senden Botschaften aus. Um die Öffentlichkeit auf einfache Weise über den «Charakter» des Unternehmens zu informieren, erstellt es ein Leitbild.

Das Leitbild ist so formuliert, dass die Öffentlichkeit ein grobes Bild des Unternehmens erhält. Konkrete strategische Ziele der Geschäftsleitung werden darin nicht veröffentlicht. Es dient als eher der groben Orientierung über die «Seele» des Unternehmens. Trotzdem können sich Angestellte bei Konflikten auf das Leitbild berufen, wenn sie der Meinung sind, dass die Geschäftsleitung sich zu wenig an die definierten Werte hält.

### Organigramm

Das Organigramm ist die graphische Darstellung des Organisationsaufbaus und es zeigt, welche Personen im Unternehmen für welche Aufgaben zuständig sind. Dies hilft ihnen sich in Ihrem Unternehmen zu orientieren und die richtigen Personen wie z.B. die Koordinationsperson für Arbeitssicherheit KOPAS zu finden.

Organigramme sind in der Regel für die Allgemeinheit zugänglich, man findet sie meist auf der Website. Ab einer gewissen Unternehmensgrösse werden nicht mehr alle Mitarbeiter aufgeführt, sondern nur der Abteilungs-/Gruppenleiter, oder es werden gar keine Namen genannt.

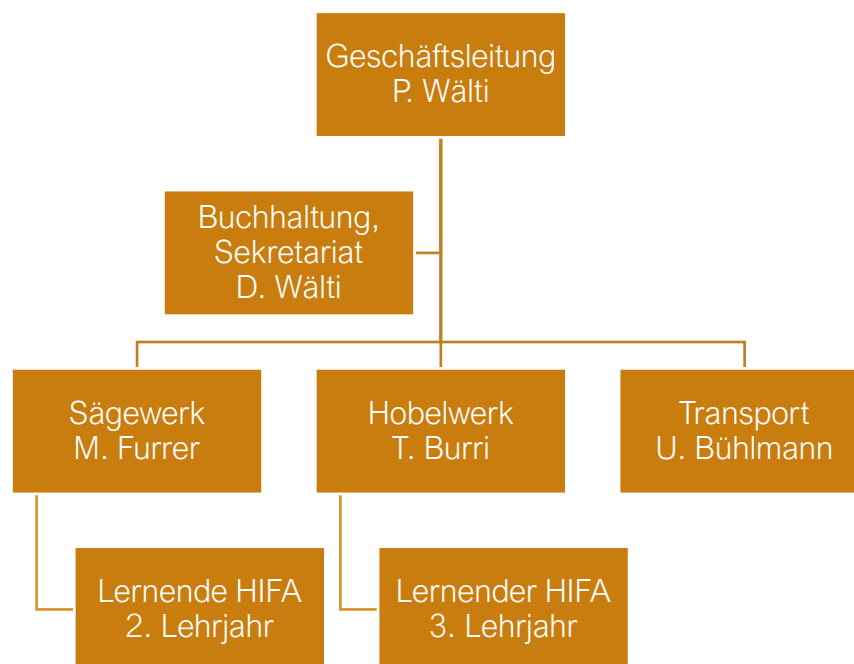
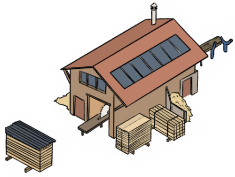


Abbildung 6: Organigramm eines kleinen bis mittelgrossen Holzindustriebetriebs mit eigenem Warentransport (eigene Darstellung)

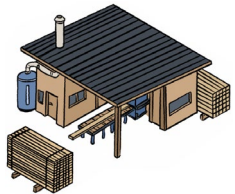
In diesem Beispiel sieht man, dass die drei Bereiche Sägewerk, Hobelwerk und Transport auf gleicher Ebene stehen und dadurch alle direkt der Geschäftsleitung unterstellt sind. Im Weiteren ist ersichtlich, dass sich die Produktionsbereiche die Ausbildungsverantwortung für die Lernenden nach Lehrjahren aufteilen. Bei der Buchhaltung/Personal handelt es sich um eine «Stabsstelle», die sich nicht an der Produktion im Betrieb beteiligt, sondern für allgemeine Arbeiten zuständig ist.



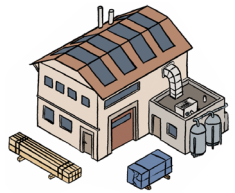
## 2. Gefährliche Arbeiten und Notfälle



Sägerei



Hobelwerk



Leimwerk

HK a3: Gefahren erkennen und Schutzmassnahmen ergreifen

HK a5: Massnahmen bei Betriebsstörungen und Notfällen ergreifen

HK b2: Schnittholz, holzbasierte Produkte, Hilfs- und Betriebsstoffe annehmen, verschieben und lagern.

Jährlich kommt es in holzverarbeitenden Betrieben zu rund 12'000 Arbeitsunfällen. Diese geschehen oft durch unvorsichtiges Verhalten, Unkenntnis oder Missachtung der Vorschriften, oder auch durch Materialfehler. Arbeitsunfälle bringen dem Betroffenen Schmerzen und vielleicht gravierende Körperschäden. Das löst Sorgen und Probleme aus – für sich persönlich, aber oft auch für die Familienangehörigen.



Abbildung 7: Berufsunfälle in der Holzverarbeitung (SUVA)

Ausserdem führen viele Unfälle oder krankheitsbedingte Absenzen zu hohen Kosten, welche höheren Versicherungsprämien für Arbeitnehmer und Arbeitgeber auslösen. Diese Prämien variieren von Branche zu Branche, je nach Unfallrisiko. Diese Risiken werden wiederum auf Grund der Häufigkeit und des Schweregrades von Unfällen in der jeweiligen Branche berechnet. Somit macht das Einhalten der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes auch aus finanzieller Sicht Sinn.

## Praxisaufträge im Betrieb

- Arbeitssicherheit: betriebsspezifische und allgemeine Regeln
- Einsatz PSA gem. SUVA-Checklisten
- Einführung bei jeder neuen Maschine gem. SUVA-Checkliste
- Lagerung und Entsorgung von Restholz, Schmiermitteln, Hilfs- und Betriebsstoffen
- Brandschutzmassnahmen und Notfallkonzept

## Überbetrieblicher Kurs 1

- Externer Kurs zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (Sicherheitsdatenblätter, SUVA-Checklisten)

## Berufliche Situationen

- Sie führen gefährliche Arbeiten aus, z.B. mit Motor- und Kettensäge, Kran, Stapler und Starkstromgeräten, sind aber auch Lärm und Staub ausgesetzt.
- Sie arbeiten mit Leim und anderen zum Teil künstlichen Stoffen mit giftigen Dämpfen.
- Sie lagern Arbeitsmittel, Hilfs- und Betriebsstoffe.
- Im Betrieb geschieht ein Unfall, sie sind die einzige Person vor Ort und müssen entsprechend reagieren (Personenunfall, Brand, Giftstoffe laufen aus etc.)

## Lernziele

- Sie nennen die gesetzlichen Vorschriften zur Arbeitssicherheit und dem Gesundheitsschutz.
- Sie beschreiben die Rechte und Pflichten von Arbeitgebern und Arbeitnehmern.
- Sie erklären die Aufgaben der Kontaktperson für die Arbeitssicherheit (KOPAS) im Betrieb.
- Sie beschreiben die am Arbeitsplatz in der Holzindustrie auftretenden Gefahren und Risiken.
- Sie erläutern die branchenüblichen Regeln zum Schutz der Gesundheit, zur Vermeidung von Berufskrankheiten und zur Arbeitssicherheit.
- Sie beschreiben die Bestandteile und den Einsatz der persönlichen Schutzausrüstung.
- Sie beschreiben den Umgang mit Lasten.
- Sie erläutern die Regeln im Umgang mit Handwerkzeugen, Kettensägen, Stapler und Kranen sowie Gerüsten und Hubarbeitsbühnen.
- Sie erläutern die Verhaltensregeln bei Arbeiten mit Elektrizität.
- Sie erläutern die Sicherheits- und Verhaltensregeln bei Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten.
- Sie erkennen Chemikalien und gefährliche Stoffe anhand der Kennzeichnung.
- Sie erläutern die Schutzmassnahmen im Umgang mit Chemikalien und gefährlichen Stoffen.
- Sie erläutern das Verhalten im Notfall.
- Sie beschreiben mögliche Brandursachen und entsprechende Präventionsmassnahmen.
- Sie erläutern Massnahmen und Verhalten im Brandfall.

## 2.1. Einführung in Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Um die Sicherheit in der Holzbearbeitung zu gewährleisten, braucht es nicht nur sichere Arbeitsplätze und Arbeitsmittel, sondern auch Sicherheits- und Verhaltensregeln. Dazu gibt es gesetzliche Grundlagen und Sicherheitsregeln, die spezifisch auf Ihren Betrieb und Ihre Maschinen abgestimmt sind.

Die Einhaltung der Grundregeln ist für die Vermeidung von Unfällen und der Rettung von Leben elementar:



Abbildung 8: Lebenswichtige Regeln (SUVA)

## 2.2. Gesetzliche Grundlagen

Gemäss Unfallversicherungsgesetz (UVG Art. 82) ist «der Arbeitgeber verpflichtet, zum Schutze der Gesundheit der Arbeitnehmer alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den Verhältnissen des Betriebes angemessen sind. Er hat im Weiteren die erforderlichen Massnahmen zum Schutze der persönlichen Integrität der Arbeitnehmer vorzusehen.»

Im Weiteren ist im Unfallversicherungsgesetz (UVG) geregelt, dass alle in der Schweiz beschäftigten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer obligatorisch gegen Unfälle und Berufskrankheiten versichert sind. Die Unternehmen der Holzindustrie sind obligatorisch bei der Schweizerische Unfallversicherungsanstalt SUVA versichert.

Die Branchenlösung für die Holzindustrie stellt ausserdem ein spezifisches Sicherheitssystem (Handbuch), Checklisten zur Verfügung, bietet Schulungen und

andere Dienstleistungen an. Für die Umsetzung ist jedoch jede einzelne Unternehmung verantwortlich (siehe EKAS-Richtlinie Nr. 6508).

### 2.3. Rechte und Pflichten Arbeitnehmer

Aber auch Sie als Arbeitnehmender haben gem. Artikel 11 Rechte und Pflichten (Verordnung über die Unfallverhütung (VUV), 2018):

Stopp bei Gefahr	Das wichtigste Recht ist «Stopp sagen»! Wenn Gefahr droht oder Sie sich unsicher fühlen, dürfen Sie Stopp sagen. Immer. Unterbrechen Sie deshalb Ihre Arbeit so lange, bis die Gefahr behoben ist.
Weisungen Ihres Arbeitgebers befolgen	Ihr Arbeitgeber trägt die Gesamtverantwortung für die Arbeitssicherheit in Ihrem Betrieb (vgl. Arbeitsgesetz). Darum müssen Sie die Weisungen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz strikt befolgen.
Schutzeinrichtungen richtig verwenden	Schutzhauben, Schuttmatten oder Lichtschranken bieten Ihnen Schutz. Darum dürfen Sie solche Sicherheitseinrichtungen niemals manipulieren, auch wenn Sie sie als hinderlich empfinden.
Persönliche Schutzausrüstung (PSA) benutzen	Schutzschuhe, Gehörschutz oder Schutzbrillen sind Teil Ihrer persönlichen Schutzausrüstung. Wo diese Schutzausrüstung notwendig ist, sind Sie verpflichtet, sie zu tragen.
Sich selbst und andere schützen	Wenn Sie mit anderen Personen wie z.B. Aushilfen oder temporär angestellten Personen zusammenarbeiten, tragen Sie auch gegenüber diesen Personen eine Verantwortung. Versetzen Sie sich darum nicht in einen Zustand, in dem Sie sich selbst oder andere gefährden. Dies gilt insbesondere für den Genuss von Alkohol oder anderen berauschenden Mitteln.
Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	Arbeiten Sie beispielsweise mit Asbest, in einem lärmigen Umfeld oder immer wieder in der Nacht? Dann müssen Sie sich regelmässig medizinisch untersuchen lassen. Denn solch belastende und gefährliche Arbeiten unterstehen der arbeitsmedizinischen Vorsorge.
Mängel beheben oder melden	Bei Ihrer Tätigkeit können Sie auf Mängel stossen, welche Ihre Sicherheit oder Ihre Gesundheit beeinträchtigen. Falls Sie diese Mängel nicht selbst beheben können oder dürfen, müssen Sie sie Ihren Vorgesetzten sofort melden.
Sicherheitsregeln befolgen	In jedem Berufsfeld gibt es anerkannte Sicherheitsregeln. Diese müssen Sie jederzeit befolgen.
Sicherer Arbeitsplatz und Mitarbeit	Ihre Arbeitsumgebung muss sicher sein. Darauf haben Sie jederzeit Anrecht. Bevor Ihre Arbeitgeberin oder Ihr Arbeitgeber einen Entscheid zur Arbeitssicherheit fällt, müssen Sie frühzeitig angehört werden. Zudem muss Ihre Arbeitgeberin oder Ihr Arbeitgeber Sie über Anordnungen der Behörden informieren.





Abbildung 9: STOPP-Ausweis für Lernende (Quelle: SUVA)

Das Gesetz gesteht den Arbeitnehmenden oder deren Vertretung im Betrieb ausserdem in allen Fragen der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes ein Mitspracherecht zu. Dieses umfasst den Anspruch auf frühzeitige und umfassende Information und Anhörung wie auch das Recht, Vorschläge zu unterbreiten, bevor der Arbeitgeber einen Entscheid trifft.

➔ **SUVA-Merkblatt Nr. 66110 «Regeln schaffen Klarheit»**

## 2.4. Rechte und Pflichten Betrieb

Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen tragen die Verantwortung für die gesamte Belegschaft. Dazu gehören selbstverständlich auch Lernende. Oft sind sich Führungspersonen nicht genügend bewusst, welche Pflichten sie im Zusammenhang mit der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes überhaupt haben. Sie müssen mit geeigneten Sicherheitsmassnahmen den steten Schutz des Lebens und der Gesundheit der Arbeitnehmenden gewährleisten. Die Kosten für das umgesetzten solcher Massnahmen müssen die Betriebe bezahlen. (Quelle: SUVA)

Stopp bei Gefahr	Das Recht von Arbeitnehmenden sowie Lernenden, jederzeit Stopp sagen zu dürfen, muss wiederum von Arbeitgebenden respektiert und akzeptiert werden.
Keine Arbeit ohne Instruktion	Alle Arbeitnehmenden müssen jederzeit über die auszuführende Arbeit, deren Gefahren und die entsprechenden Sicherheitsmassnahmen informiert sein. Um dies zu gewährleisten, müssen die Verantwortlichen eine Instruktion durchführen und erklären, wie diese Arbeit sicher und richtig ausgeführt wird (VUV, Art. 6).
Kosten der Schutzausrüstung	Wenn für eine Arbeit Schutzausrüstung benötigt wird (fast immer), muss diese durch den Betrieb bereitgestellt und bezahlt werden. Auch Verbrauchsmaterial wie leichte Schutzmasken, Gehörschutz, Handschuhe etc. müssen durch die Arbeitgebenden bezahlt werden.
Anhören und Informieren	Entscheide zur Arbeitssicherheit müssen zwingend im Voraus mit den Arbeitnehmenden besprochen werden. Bei geänderten oder neuen Regeln im Bereich der Arbeitssicherheit müssen die Betriebe informieren.

Bei besonders gefährlichen Arbeiten müssen die Arbeitnehmenden durch den Betrieb ausgebildet werden (VUV, Art. 8). Die Ansprüche an die Ausbildungen orientieren sich am Grad der Gefährdung. Grad der Gefährdung bedeutet: Bei diesen Tätigkeiten gibt es überdurchschnittlich häufig schwere Unfälle oder Berufskrankheiten. Die Ausbildungen umfassen das Vermitteln von theoretischem und praktischem Wissen. Sie werden mit der Überprüfung der Kompetenzen abgeschlossen. Die Durchführung ist in verschiedenen Ausbildungsmodellen möglich. Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite der Suva unter [www.suva.ch/ambg](http://www.suva.ch/ambg).



Abbildung 10 Anzahl durch Sicherheitsausrüstung verhinderte oder in der Schwere beeinflusste Unfälle (Quelle: SUVA)

## 2.5. KOPAS

KOPAS ist die **Kontaktperson** für **Arbeitssicherheit**. Diese Person hat den Auftrag, den Betrieb in Fragen zur Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz zu beraten. Sie hilft beispielsweise den jeweiligen Abteilungsleitenden, ihre Verantwortung bezüglich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz wahrzunehmen. Weiter ist die KOPAS Anlaufstelle für alle Angestellten inkl. Lernenden bei Fragen oder Unsicherheiten zur Arbeitssicherheit und dem Gesundheitsschutz.

Bestimmt wird die **Kontaktperson** für **Arbeitssicherheit** durch den Betrieb. Sie muss Kurse der jeweiligen Branchenlösung besuchen. Es gibt Grundkurse sowie weiterführende Fortbildungskurse. Die Rahmendbedingungen für die KOPAS werden durch die Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit EKAS (Nr. 6508) vorgegeben.

## 2.6. Gefahren und Risiken in der Holzindustrie

Gefahren und Risiken lauern sowohl im Normalbetrieb als auch Sonderbetrieb (z.B. Einrichten, Fehlersuche, Reinigung) und in der Wartung und Instandhaltung. Es werden neun Gefährdungen unterschieden:

- Mechanische Gefahren wie z.B. durch Eingreifen in ungeschützte bewegte Maschinenteile, durch sich unkontrolliert bewegende Holzteile beim Verschieben
- Sturzgefahr wie z.B. bei der Arbeit auf Bühnen, Materiallager
- Elektrische Gefahren wie z.B. durch Kurzschlüsse (defekte Kabel)
- Gesundheitsgefährdende Stoffe wie z.B. Einatmen von Dämpfen beim Arbeiten mit Leim, Lacken
- Brand- und Explosionsgefahren wie z.B. durch Holzstaub, Holzspäne
- Thermische Gefahren wie z.B. Verbrennungen durch den Kontakt mit heissen Teilen bei Maschinen und Anlagen
- Spezielle Physikalische Belastungen wie z.B. Maschinenlärm oder UV-Strahlungen bei der Arbeit im Freien
- Belastung durch Arbeitsumgebungsbedingungen wie z.B. die Arbeit im Schnee, in der Kälte
- Belastungen am Bewegungsapparat wie z.B. das Heben und Tragen von schweren Lasten

Die Gesamtübersicht der Gefährdungen in der Holzindustrie hat die Branchenlösung mit Spezialisten der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes erarbeitet. Diese kann bei der Branchenlösung bezogen werden.

## 2.7. Persönliche Schutzausrüstung

Die Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz beginnen bei der persönlichen Arbeitskleidung, der Schutzausrüstung und der Arbeitshygiene. Geeignete Arbeitskleider schützen den Körper. Sie soll bequem sein und die Bewegungsfreiheit nicht behindern. Zu grosse Kleider, lose Jackenärmel etc. aber auch lange Haare können von rotierenden Maschinenteilen erfasst werden und zu Unfällen führen.

Für gewisse Tätigkeiten sind persönliche Schutzausrüstungen (PSA) zu verwenden. Stellen Sie sicher, dass geprüfte persönliche Schutzausrüstungen verwendet werden. Geeignete Anbieter von persönlichen Schutzausrüstungen finden Sie unter [www.sapros.ch](http://www.sapros.ch).

Schutzhelm	Schutzhelme sind zu tragen, wenn mit herabfallenden Gegenständen und Materialien zu rechnen ist.
Augenschutz	Schutzbrillen sind bei Tätigkeiten zu tragen, bei denen mit Splittern zu rechnen ist.
Gehörschutz	Ab 85 dB besteht eine erhöhte Gefahr von Hörschäden. Deshalb wird empfohlen den Gehörschutz konsequent zu tragen, um Lärmhörschäden entgegenzuwirken.  ➔ <b>SUVA-Checkliste Nr. 67020 «Gehörschutzmittel»</b>
Staubmaske / Atemschutzmaske	Die Atemschutzmasken soll bei Arbeiten mit hoher Staubentwicklung getragen werden. Priorität hat aber die Absaugung der Stäube an der Quelle.

Für die Behandlung von Holz mit gefährlichen Stoffen sind die entsprechenden Atemschutzmasken gemäss Vorgabe der Hersteller zu tragen.

- ➔ SUVA-Merkblatt Nr. 66113 «Atemschutzmaske gegen Stäube»
- ➔ SUVA-Video «Napo in: Staub am Arbeitsplatz» (siehe unter [www.suva.ch](http://www.suva.ch))

Schutzhandschuhe	Das Tragen von Schutzhandschuhen ist bei Arbeiten mit scharfkantigen Materialien und Gegenständen empfohlen. Sie bieten Schutz vor Handverletzungen, Schürfungen, Schnittwunden und Holzsplittern.
Sicherheitsschuhe	Fussverletzungen, verursacht durch nicht geeignetes Schuhwerk, gehören häufig zu den Unfallursachen. Darum sind je nach Gefährdung und Vorgaben von Herstellern die entsprechenden Sicherheitsschuhe zu tragen.
Alkohol und Drogen	Vor und während der Arbeit ist der Konsum von alkoholischen Getränken und Drogen verboten. Sie beeinträchtigen die Sicherheit durch verzögerte Reaktionsfähigkeit.
Rauchverbot	Es darf nur an definierten Plätzen geraucht werden.

## 2.8. Umgang mit Lasten

Als Holzindustriefachleute bewegen Sie täglich schwere Lasten. Die Auswirkungen von falschen Haltungen beim Heben und Tragen von Lasten werden oft unterschätzt. Die richtige Haltung einzunehmen, verhindert Schmerzen oder gar irreversible Schädigungen.

- ➔ SUVA-Kurzlektion Nr. 88316 «Clever Anpacken»: Heben und Tragen von Lasten
- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67199 «Clever mit Lasten umgehen – Körperschonende Transporte»
- ➔ SUVA-Video «Lasten clever anpacken» (siehe unter [www.suva.ch](http://www.suva.ch))

## 2.9. Arbeiten mit Werkzeugen und Kettensägen

Handwerkzeuge	<p>Ob Hammer, Schraubenzieher oder Zangen: Handwerkzeuge sind bei der Arbeit unverzichtbar. Aber sie können auch zu schweren Verletzungen führen. Darum sollten folgende Tipps bei der Handhabung beachtet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Nur Werkzeuge verwenden, die aus einem Werkstoff von guter Beschaffenheit gefertigt sind.</li><li>• Werkzeuge mit der richtigen Härte wählen.</li><li>• Werkzeuge mit Griff wählen, die gut in der Hand liegen.</li><li>• An spannungsführenden Teilen nur mit isolierten Werkzeugen arbeiten.</li><li>• Bei Explosionsgefahr Werkzeuge verwenden, die keine Funken erzeugen.</li><li>• Werkzeuge laufend überprüfen und falls nötig sofort instand stellen oder ersetzen.</li><li>• Werkzeuge sauber halten.</li><li>• Für jede Arbeit das geeignete Werkzeug wählen.</li><li>• Werkzeuge richtig in die Hand nehmen und einsetzen.</li><li>• Werkzeuge geordnet aufbewahren.</li><li>• Spitze und scharfe Werkzeuge schützen.</li><li>• Werkzeuge nie in die Taschen Ihrer Kleider stecken.</li><li>• Werkzeuge nie hinterlaufenden Maschinenteilen ablegen.</li></ul>
---------------	---

- Keine Werkzeuge in den Händen mitführen, wenn Sie eine Leiter besteigen.

In Holzindustriebetrieben werden häufig auch Motor- und Kettensägen bei der Arbeit eingesetzt. Die häufigsten Gefahren bei der Benutzung einer Motor- und Kettensäge sind ein unsicherer Stand und das Zurückschlagen des Geräts. Aber auch Verletzungen bei Personen, die sich im Arbeitsumfeld aufhalten, kommen vor. Vor der Benutzung sollten deshalb folgende Punkte geprüft werden:

- Verfügt die Person über die nötige Ausbildung?
- Ist das Gerät funktionstüchtig und instandgehalten?
- Ist die Kettensäge mit den erforderlichen Sicherheitseinrichtungen ausgerüstet?
- Wird die korrekte Bekleidung und persönliche Schutzausrüstung getragen?

➔ SUVA-Checkliste Nr. 44015 «Handwerkzeuge»

➔ SUVA-Factsheet Nr. 33062 «Arbeiten mit Kettensäge»

## 2.10. Arbeiten mit Staplern

Flurförderzeuge (Stapler) sind beim Verschieben von Rohholz, Schnittwaren aber auch holzbasierten Produkten unentbehrlich – aber auch gefährlich. Darum braucht es für das Fahren von Staplern einen entsprechenden Ausbildungsnachweis.

Es werden zwei Kategorien von Staplern unterschieden:

Kategorie S (S1-S3): Sind Stapler, welche Waren nur horizontal verschieben können und nicht besonders gefährlich sind. Z.B. Hubwagen.

Kategorie R: Sind Flurförderzeuge, die mit Fahrersitz oder Fahrerstand ausgerüstet sind und Lasten über Kopf heben können.



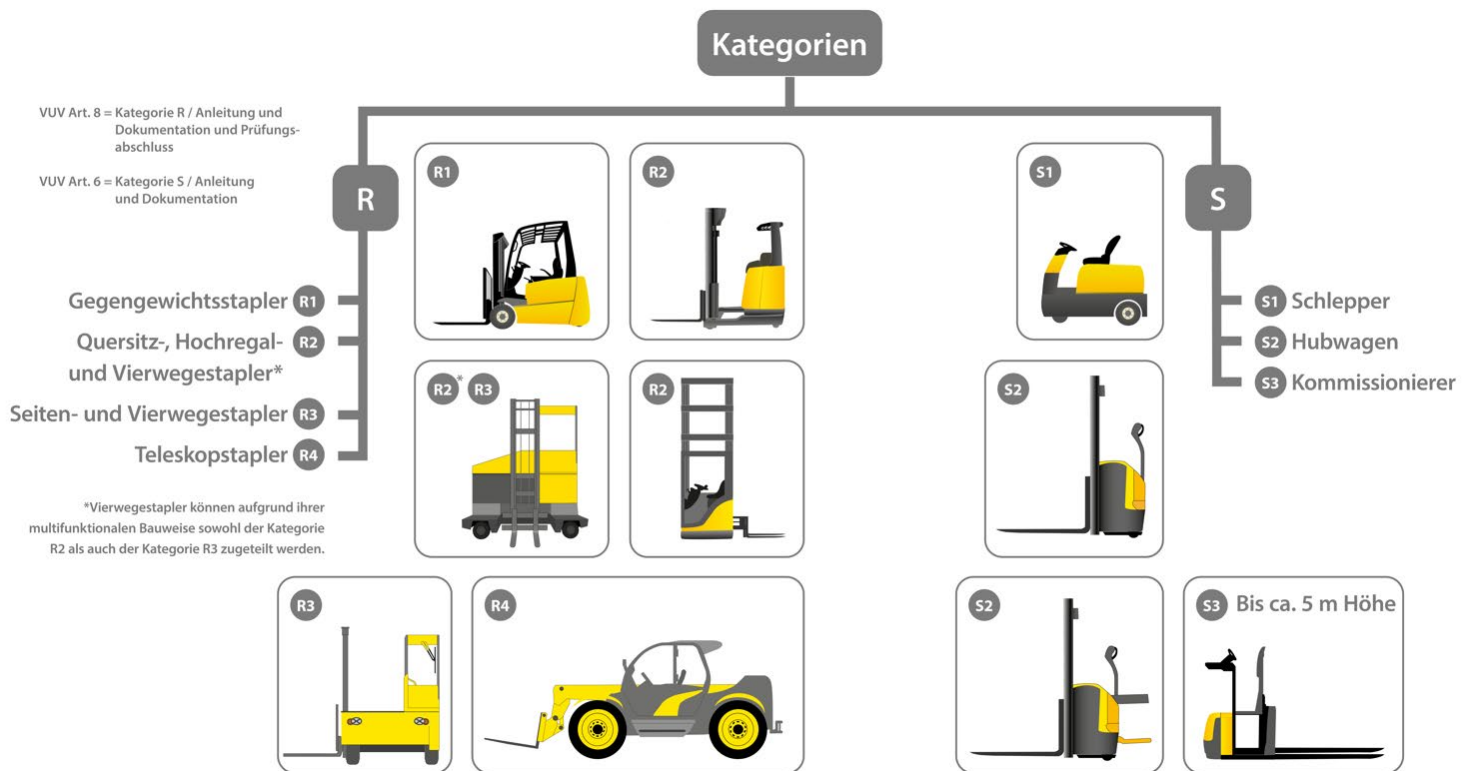


Abbildung 11: Übersicht Flurförderzeuge (Quelle: ASFL SVBL)

Beim Fahren von Staplern der Kategorie R sind die folgenden neun lebenswichtigen Regeln konsequent zu befolgen:

- Nur mit Berechtigung fahren
  - Stapler vorschriftsgemäss bedienen
  - Rücksichtsvoll fahren
  - Sichere Verkehrswege benutzen
  - Lasten sichern
  - Lasten sicher lagern
  - Stapler regelmässig überprüfen
  - Nicht improvisieren
  - Schutzausrüstung tragen
- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67021 «Sicherer Umgang mit Gegengewichtstaplern»
  - ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67123 «Übergabestellen: Warentransport mit Staplern und Kranen»
  - ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67164 «Seiten- und Vierwegestapler»
  - ➔ SUVA-Faltprospekt Nr. 84067 «Neun lebenswichtige Regeln für das Arbeiten mit Staplern»

## 2.11. Arbeiten mit Kranen

Auch Industriekranen sind beim Verschieben von Rohholz, Schnittwaren aber auch holzbasierten Produkten unentbehrlich. Beim Betrieb von Kranen darf nichts schief gehen – sonst drohen grosse Sachschäden und Gefährdungen von Personen. Die meisten Unfälle passieren beim Anschlagen (Anbinden) von Lasten.

Krane werden gemäss der Verordnung über die sichere Verwendung von Kranen (SR 832.312.15) in folgende Kategorien aufgeteilt: Kategorie A, B und C.

- Kategorie A Fahrzeugkrane wie Autokrane, Mobilkrane, Raupenkrane, Anhängerkrane, mit Seilwinde ausgerüstete Schienenkrane und Teleskopstapler
- Kategorie B: Turmdrehkrane
- Kategorie C: übrige Krane



Abbildung 12: Portalkran (Quelle: OLWO AG)

Das Arbeiten mit Kranen gilt als Arbeit mit besonderen Gefahren und benötigt aus diesem Grund eine entsprechende Ausbildung. Die Ausbildung für die Kategorie A und B darf nur bei Suva anerkannten Ausbildungsstätten erfolgen. Die Ausstellung der Kranführerausweise erfolgt durch die Suva.

Für alle Kran-Kategorien gilt: Beachten Sie die Sicherheitsvorschriften und Herstellerangaben für den Unterhalt und die Instandhaltung.

In den untenstehenden Dokumenten finden Sie die wichtigsten Informationen für den Betrieb und den Unterhalt von Kranen.

- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67159 «Krane in Industrie und Gewerbe»
- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67123 «Übergabestellen: Warentransport mit Staplern und Kranen»
- ➔ SUVA-Factsheet Nr. 33080 «Betrieb und Instandhaltung von Industriekranen»
- ➔ SUVA-Factsheet Nr. 33081 «Ausbildung und Instruktion für die Bedienung von Industriekranen»
- ➔ SUVA-Instruktionsmappe Nr. 88801 «Zehn wichtige Regeln für das Anschlagen von Lasten»
- ➔ SUVA-Factsheet Nr. 33099 «Anschlagen von Lasten»

## 2.12. Arbeiten mit Hubarbeitsbühnen und Rollgerüsten

Die Hauptgefahren bei der Arbeit mit Hubarbeitsbühnen und Rollgerüsten sind:

- Absturz von Personen von der Arbeitsbühne
- Umkippen der Hubarbeitsbühne und Rollgerüste
- Einklemmen von Personen
- Verletzungen durch herunterfallende Gegenstände

Deshalb müssen Arbeiten mit Hubarbeitsbühnen und Rollgerüsten sorgfältig organisiert und geplant werden.

- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67064 «Hubarbeitsbühnen Teil 1: Planung des Einsatzes»
- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67064 «Hubarbeitsbühnen Teil 2: Kontrolle am Einsatzort»
- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67150 «Rollgerüste»

## 2.13. Sicher arbeiten mit Elektrizität

Ein Grossteil aller Maschinen in einem Sägewerk funktioniert mit elektrischem Strom. Elektrischen Strom kann man meist weder sehen, anfassen noch riechen. Diese Umstände bergen im Umgang mit Strom ein grosses Risiko. Bei Arbeiten und Reparaturen an am Stromnetz angeschlossenen Maschinen sind besondere Regeln zu beachten, um ein Unfallrisiko so klein wie möglich zu halten.

Unfälle können zu Stromschlägen, Verbrennungen und damit verbunden zu teilweise schweren Verletzungen führen. Stromschläge können auch tödlich enden. Ausschlaggebend ist die Wirkung des elektrischen Stroms auf den Menschen durch Stromstärke (Ampère), Stromweg und Einwirkzeit. Je länger jemand sich im Stromkreislauf befindet, desto kleiner sind die Überlebenschancen.

Bei Arbeiten mit elektrischem Strom gilt immer höchste Gefahrstufe. Es gilt, wenn möglich das Gerät vom Netz zu nehmen, zum Beispiel indem die Sicherungen ausgeschaltet werden.

### Verhaltensregeln

- FI-Schalter verwenden
- Nie unter Spannung arbeiten, Strom abschalten
- Kabelrolle vollständig ausrollen
- Reparaturen Profis überlassen

### Massnahmen bei Elektrounfall

- Verunfallte, solange sie mit Strom in Kontakt sind, nie berühren
  - Strom sofort abschalten oder Kurzschluss herstellen
  - Künstlich beatmen
  - Arzt benachrichtigen
- ➔ SUVA-Broschüre Nr. 44087 «Elektrizität – eine sichere Sache: Regeln im Umgang mit Strom»

## 2.14. Sicherheit bei der Wartung und Instandhaltung von Maschinen und Anlagen

Instandhaltungsarbeiten sind für den Betrieb oder die Produktion entscheidend. Korrekt gewartete Maschinen und Anlagen ermöglichen erst ein effizientes Arbeiten. Doch genau diese Wartungsarbeiten sind sehr gefährlich: 20% der Berufsunfälle gehen auf Ihr Konto. Dabei gehören Störungsbehebungen zu den risikoreichsten Arbeiten.



Abbildung 13: Unfälle mit Stromschlägen pro Jahr (Quelle: SUVA)

Folgende Gefahren sind für die Wartungsarbeiten und Störungsbehebung an Maschinen und Anlagen typisch:

- Mangelhafte Arbeitsorganisation
- Mechanische Gefahren
- Abstürze
- Elektrizität
- Gefährliche Atmosphäre

Korrekt gewartete Maschinen sind ein wichtiger Bestandteil der Arbeitssicherheit. Bei Instandhaltungsarbeiten müssen die lebenswichtigen Regeln (Suva Nr. 88813) konsequent eingehalten werden:

- Regel 1: Arbeiten sorgfältig planen
- Regel 2: Nicht improvisieren
- Regel 3: Anlage ausschalten und sichern
- Regel 4: Gespeicherte Energien sichern
- Regel 5: Keine Absturzrisiken eingehen
- Regel 6: Für Elektroarbeiten Profis einsetzen
- Regel 7: Brände und Explosionen vermeiden
- Regel 8: In engen Räumen für gute Luft sorgen

Details zu den acht Regeln sowie zu Instandhaltung von Maschinen und Anlagen finden Sie in den entsprechenden Suva Dokumenten. Die Instandhaltungsarbeiten sind durch qualifiziertes Personal durchzuführen.

- ➔ SUVA-Instruktionsmappe Nr. 88813 «Acht lebenswichtige Regeln für die Instandhaltung»
- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67192 «Sichere Instandhaltung von Maschinen und Anlagen» Anleitung
- ➔ Suva-Anleitung Nr. 66121 «Instandhaltung planen und überwachen»

## 2.15. Umgang mit Chemikalien und gefährlichen Stoffen

In der Holzindustrie werden Chemikalien und gefährliche Stoffe z.B. beim Holzschutz, Lackieren eingesetzt. Eine unsachgemässe oder nachlässige Handhabung dieser Gefahrenstoffe kann zu schweren Verletzungen oder gar zum Tod führen. Das Kennen der Gefahrenpiktogramme sowie das strikte Befolgen der Gefahren- und Sicherheitshinweise ist deshalb sehr wichtig.

Klassifizierung und  
Charakterisierung  
der gefährlichen  
Stoffe

Nach dem Ersatz des ehemaligen Giftgesetzes durch das Chemikaliengesetz **ChemG** mit den dazu gehörigen Verordnungen verschwanden die Giftklassen und deren Kennzeichnung (Farbband und Angabe der Toxizität). Die gefährlichen Stoffe und Zubereitungen werden heute gemäss den Vorschriften der Chemikalienverordnung gekennzeichnet werden.

Die Herstellerin bzw. Importeurin muss gefährliche Stoffe seit dem 01.12.2012 gemäss Art. 6 ChemV nach GHS (Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien mit Gefahrenpiktogrammen sowie Gefahren- und Sicherheitshinweisen) gemäss EU-CLP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008) einstufen und kennzeichnen.

Die verschiedenen Arten von Gefährdungen, die von Stoffen, Gemischen oder Erzeugnissen (Gegenständen) ausgehen können, werden in Gefahrenklassen eingeteilt:

- Physikalische Gefahren 16 Gefahrenklassen
- Gesundheitsgefahren 10 Gefahrenklassen
- Umweltgefahren 3 Gefahrenklassen

Innerhalb der Gefahrenklassen wird je nach Ausmass/Schweregrad der Wirkung weiter in Gefahrenkategorien eingeteilt (je nach Gefahrenklasse gibt es zwischen 1 und 7 Kategorien).

Aufgrund der Einstufung in die Gefahrenklassen und -kategorien werden die Produkte mit entsprechenden Gefahrenpiktogrammen, Signalwörtern, Gefahrenhinweisen und Sicherheitshinweisen gekennzeichnet.

Das Signalwort **GEFAHR** wird für die gefährlicheren Kategorien verwendet, **ACHTUNG** steht für die weniger gefährlichen.

Die Gefahrenhinweise, H-Sätze, sind mit den früheren R-Sätzen vergleichbar. Die H-Sätze werden wie folgt nummeriert:



H	3	01		
			Laufende Nummer	
			Gruppierung	2 = Physikalische Gefahren 3 = Gesundheitsgefahren 4 = Umweltgefahren
			H = Gefahrenhinweis	(Hazard Statement)


Die Sicherheitshinweise, P-Sätze, sind mit den früheren S-Sätzen vergleichbar. Die P-Sätze werden wie die H-Sätze nummeriert:

P	2	02		
			Laufende Nummer	
			Gruppierung	1 = Allgemein 2 = Prävention / Vorsorge 3 = Reaktion / nach Ereignis 4 = Lagerung 5 = Entsorgung
			P = Sicherheits- hinweis	(Precautionary Statement)

Die GHS-Kennzeichnung besteht aus den folgenden Elementen (EU-CLP-Verordnung):

- Gefahrenpiktogramm (Auf der Ecke stehendes Quadrat mit rotem Rand, Aufdruck schwarz auf weißem Grund)
- Gefahrenstufe durch ein Signalwort («Achtung» oder «Gefahr»)
- Gefahrenhinweise (H-Sätze)
- Sicherheitshinweise (P-Sätze)

Beispiel der Kennzeichnung nach GHS


Gefahrenpiktogramme
Signalwort (Gefahr/Achtung)
H-Sätze EUH-Sätze für ergänzende Gefahrenmerkmale
P-Sätze

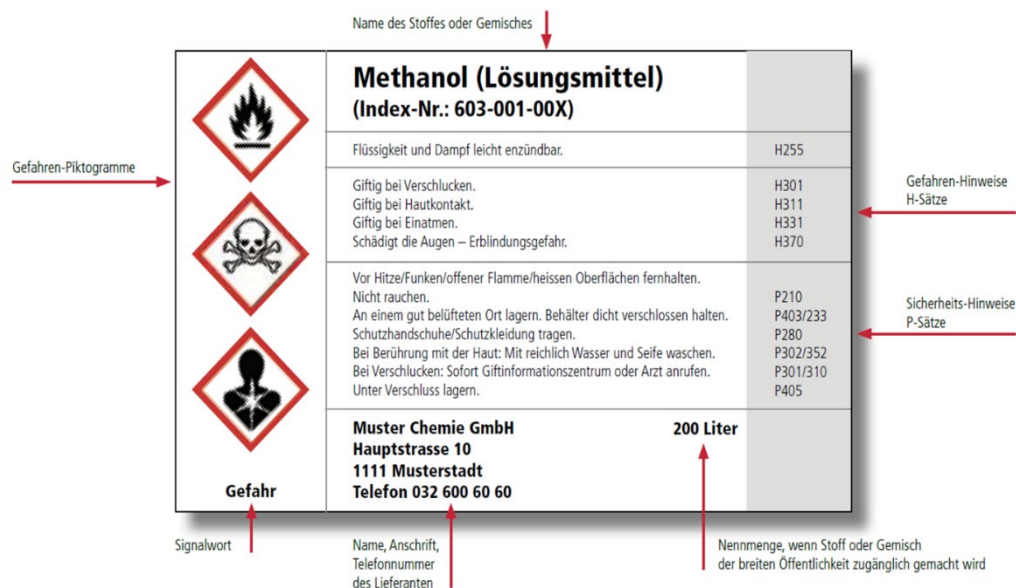


Abbildung 14: Musteretikette nach GHS

Gefahrenpikto-  
gramme und ihre  
Bedeutung

In den nachfolgenden drei Tabellen sind die verschiedenen Symbole geordnet nach der Gruppierung aufgeführt. Beachten Sie, dass einige Symbole in mehreren Gruppierungen vorkommen. Zusätzlich müssen also immer die H-Sätze konsultiert werden.

Tabelle 1: GHS-Symbole Gruppierung 1 – Physikalische Gefahren

Gefahren-piktogramm	Bezeichnung	Bedeutung
	<b>Explodierende Bombe</b>  GHS01	Explosive und pyrotechnische Stoffe, Gemische und Gegenstände sowie solche, die thermisch instabil oder generell zu empfindlich sind, um sie unter normalen Bedingungen zu verwenden; <i>H200, H201, H202, H203, H204, H240, H241</i>  Beispiele: Pikrinsäure, TNT
	<b>Flamme</b>  GHS02	Vorwiegend entzündbare Gase, Flüssigkeiten, Aerosole und Feststoffe, chemisch instabile Gase; <i>H220, H222, H223, H224, H225, H226, H228, H229, H230, H231</i>  Weitere Gruppen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffe und Gemische die bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln; <i>H260, H261</i></li> <li>Selbstentzündliche und selbstzersetzliche Flüssigkeiten und Feststoffe; <i>H250</i></li> <li>Selbsterhitzungsfähige Stoffe und Gemische; <i>H251, H252</i></li> <li>Organische Peroxide; <i>H241, H242</i></li> </ul> Beispiele: Propan, Butan, Ether, Acetaldehyd






Gefahren-piktogramm	Bezeichnung	Bedeutung
	<b>Flamme über einem Kreis</b>  GHS03	Entzündend wirkende Feststoffe, Flüssigkeiten und Gase; <i>H270, H271, H272</i>  Beispiele: Sauerstoff, Chlordioxid, Hypochlorit, Wasserstoffperoxid
	<b>Gasflasche</b>  GHS04	Gase und Gasgemische, die in einem Behältnis enthalten sind und normalerweise ein viel größeres Volumen einnehmen würden. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verdichtete Gase (unter Druck); <i>H280</i></li> <li>• Verflüssigte Gase; <i>H280</i></li> <li>• Gelöste Gase; <i>H280</i></li> <li>• Tiefgekühlt verflüssigte Gase; <i>H281</i></li> </ul> Beispiele: Druckgasflaschen, Flüssiggase
	<b>Ätzwirkung</b>  GHS05	Stoffe und Gemische, die auf Metalle chemisch einwirken und sie beschädigen oder sogar zerstören (Korrosion); <i>H290</i>  Beispiel: starke Säuren

Tabelle 2: Gesundheitsgefahren

Gefahrenpik-togramm	Bezeichnung	Bedeutung
	<b>Ätzwirkung</b>  GHS05	Stoffe und Gemische, die folgende Gesundheitsschäden verursachen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verätzungen (irreversible Haut- und Gewebeschäden); <i>H314</i></li> <li>– schwere Augenschäden; <i>H314, H318</i></li> </ul> Beispiele: Salzsäure, Natronlauge, Flusssäure
	<b>Totenkopf</b>  GHS06	Chemikalien die bereits in geringen Mengen nach dem Einatmen, Verschlucken oder bei Aufnahme durch die Haut schwere akute Gesundheitsschäden hervorrufen oder zum Tod führen; <i>H300, H301, H310, H311, H330, H331</i>  Beispiele: Flusssäure, Brom, Blausäure, Benzin





Gefahrenpiktogramm	Bezeichnung	Bedeutung
	<b>Ausrufezeichen</b>  GHS07	<p>Weniger stark gesundheitsgefährliche Stoffe und Gemische mit den folgenden Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Akut gesundheitsschädlich nach Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme durch die Haut; <i>H302, H312; H332</i></li> <li>– Reizend für Haut oder Augen; <i>H315, H319</i></li> <li>– Verursachung allergischer Hautreaktionen (Sensibilisierung der Haut); <i>H317</i></li> <li>– Reizung der Atemwege; <i>H335</i></li> <li>– Betäubende Wirkung; <i>H336</i></li> </ul> <p>Beispiele: Kohlenwasserstoffe, Limonen, Zement</p>
	<b>Gesundheitsgefahr</b>  GHS 08	<p>Stoffe und Gemische mit diversen organspezifischen Giftwirkungen oder langfristig gesundheitsgefährlichen Eigenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Krebserregende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Wirkung (CMR); <i>H340, H341, H350, H351, H360, H361</i></li> <li>– Spezifische, nichtletale reversible oder irreversible Wirkungen auf die menschliche Gesundheit (Organe) nach einmaliger oder längerer Exposition; <i>H370, H371, H372, H373</i></li> <li>– Flüssigkeiten, welche nach dem Verschlucken schwere Lungenschäden verursachen (Aspirationsgefahr); <i>H304</i></li> <li>– Stoffe, die beim Einatmen Allergien oder Atembeschwerden verursachen können (Sensibilisierung der Atemwege); <i>H334</i></li> </ul> <p>Beispiele: Benzol, Petrol, Isocyanate, Methanol</p>

Tabelle 3: GHS – Umweltgefahren

Gefahren-piktogramm	Bezeichnung	Bedeutung
	<b>Umwelt</b>  GHS09	Stoffe und Gemische, die akute und/oder längerfristige Schädwirkungen gegenüber Wasserorganismen hervorrufen, d.h. <ul style="list-style-type: none"> <li>• akut gewässergefährdend; <i>H400</i></li> <li>• chronisch gewässergefährdend; <i>H410</i>, <i>H411</i></li> </ul> Beispiele: Javellösung, diverse Insektizide, Ammoniak
	<b>Ausrufezeichen</b>  GHS07	Stoffe und Gemische, welche zu einem Abbau der Ozonschicht führen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Ozonschicht schädigend; <i>H420</i></li> </ul> Beispiele: Tetrachlorkohlenstoff, 1,1,1-Trichloräthan

Was ist beim Umgang mit Chemikalien zu beachten?



Beim Umgang mit Chemikalien, die eine GHS-Kennzeichnung aufweisen, sind folgende allgemeinen Punkte zu beachten:




- Das Gefahrenpiktogramm macht nur summarische Aussagen. Zur genaueren Information sind immer die einzelnen Gefahrenhinweise (H-Sätze) und die Sicherheitshinweise (P-Sätze) zu lesen und zu beachten.
- Auch Chemikalien ohne Gefahrenpiktogramm können gefährliche Eigenschaften aufweisen und eine sorgfältige Handhabung und Entsorgung erfordern. Auf der Etikette oder der Gebrauchsanweisung befinden sich entsprechende Hinweise.
- Weitergehende Informationen zum sicheren und umweltgerechten Umgang mit einem Produkt und über seine Eigenschaften findet man im Sicherheitsdatenblatt.

#### Achtung: alte und neue Kennzeichnungen

Falls Sie noch die alten orangenen Kennzeichnungen gewohnt sind, ist Vorsicht geboten. Die Symbole sind teilweise ähnlich, die Bedeutung aber nicht dieselbe. Lernen Sie deshalb die neuen Gefahrenpiktogramme und ihre Bedeutung.

Tabelle 4: Beispiel Gegenüberstellung GHS-Kennzeichnung – EU-Kennzeichnung (orange Symbole)

Gefahren-piktogramm seit 2008	Beschreibung	
	<b>Tödliche Vergiftung</b> Produkte können selbst in kleinen Mengen auf der Haut, durch Einatmen oder Verschlucken zu schweren oder gar tödlichen Vergiftungen führen. Die meisten dieser Produkte sind Verbrauchern nur eingeschränkt zugänglich. Lassen Sie keinen direkten Kontakt zu.	

Gefahren- piktogramm seit 2008	Beschreibung	
	<b>Schwere Gesundheitsschäden, bei Kindern möglicherweise mit Todesfolge</b> Produkte können schwere Gesundheitsschäden verursachen. Dieses Symbol warnt vor einer Gefährdung der Schwangerschaft, einer krebserzeugenden Wirkung und ähnlich schweren Gesundheitsrisiken, Produkte sind mit Vorsicht zu benutzen.	 

**Weiterführende Informationen:**

- Suva-Merkblatt Arbeitssicherheit Nr. 11030.d: Gefährliche Stoffe und was man darüber wissen muss.
- Internetseite: [www.cheminfo.ch](http://www.cheminfo.ch) (Website des BAG)
- Internetseite: [www.chemsuisse.ch](http://www.chemsuisse.ch) (Kantonale Fachstellen für Chemikalien). Dort finden Sie diverse Merkblätter zum Chemikalienrecht und insbesondere auch eine Liste mit allen H- und P-Sätze (Merkblatt A11)
- App «cheminfo business» für iPhone und Android

**Sicherheitsdaten-  
blatt (SDB)**

Für Produkte mit gefährlichen Inhaltsstoffen muss die Herstellerin oder die Importeurin ein Sicherheitsdatenblatt erstellen. Wird das Sicherheitsdatenblatt überarbeitet, muss die Herstellerin allen Abnehmern und Abnehmerinnen, denen sie den bestimmten Stoff oder Zubereitung in den letzten zwölf Monaten geliefert hat, das Sicherheitsdatenblatt kostenlos nachliefern. Heute geschieht dies in der Regel durch Veröffentlichung auf der Website.

Das Sicherheitsdatenblatt dient dazu, über die durch den Stoff möglicherweise entstehenden Gefahren und Risiken zu informieren. Die folgenden Angaben müssen auf dem Sicherheitsdatenblatt stehen:

1. Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung
2. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen
3. Mögliche Gefahren
4. Erste-Hilfe-Massnahmen
5. Massnahmen zur Brandbekämpfung
6. Massnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung
7. Handhabung und Lagerung
8. Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung
9. Physikalisch-chemische Eigenschaften
10. Stabilität und Reaktivität
11. Angaben zur Toxikologie
12. Angaben zur Ökologie
13. Hinweise zur Entsorgung
14. Angaben zum Transport
15. Vorschriften
16. Sonstige Angaben



Generelle Pflichten  
als Betrieb/Arbeit-  
gebende/Vorge-  
setzte

- Immer die aktuelle Version des jeweiligen SDB zur Hand haben
- Aufgrund der Angaben im SDB den korrekten Umgang mit den Produkten festlegen
- Wenn nötig weitere Unterlagen (z.B. Branchenlösung) konsultieren oder Spezialisten (Arbeitshygieniker, Sicherheitsingenieur, Sicherheitsfachkraft) beiziehen
- Geeignetes Erste-Hilfe-Material und Löschmittel bereitstellen
- Je nach Betriebssituation und Gefährlichkeit des Produktes schriftliche Arbeitsvorschriften erstellen
- Personal über den korrekten Umgang informieren, die zutreffenden Schutzmassnahmen anordnen und das notwendige Schutzmaterial zur Verfügung stellen (PSA und beispielsweise Ölbinder, wenn mit öligen Substanzen gearbeitet wird)
- Personal über das richtige Vorgehen im Unglücksfall instruieren
- Dem Personal Zugang zu den SDB geben
- Sicherheitsdatenblätter aller Produkte im Betrieb aufbewahren; nötigenfalls vom Lieferanten anfordern.
- SDB so aufbewahren, dass sie im Ereignisfall schnell und einfach zugänglich sind. (Bei Arbeiten auf der Baustelle, SDB mitnehmen und zur Hand haben.)

Generelle Pflichten  
der Arbeitnehme-  
nden

- Anweisungen der Vorgesetzten zum Umgang mit chemischen Produkten befolgen
- Anweisungen der Vorgesetzten zu den Schutzmassnahmen befolgen
- Falls keine Anweisungen existieren, diese bei den Vorgesetzten einfordern
- Nötigenfalls Einsicht ins SDB verlangen und dieses mit Sicherheitsbeauftragten oder anderen Vertrauensleuten besprechen

Verpflichtungen aus  
der Chemikalien-  
verordnung

Umgang mit Soffen, Zubereitungen und Gegenständen

- Es gilt eine allgemeine Sorgfaltspflicht.
- Die Angaben auf der Packung (Etikette) und auf dem Sicherheitsdatenblatt sind zu berücksichtigen
- Lesen Sie auch die Gebrauchsanweisung und das technische Merkblatt durch.
- Das Produkt darf nur für den angegebenen Zweck eingesetzt werden.
- Es darf nur so viel eingesetzt werden, wie für den vorgesehenen Zweck notwendig ist.
- Es müssen alle notwendigen Vorkehrungen getroffen werden, damit der Stoff nicht in die Umwelt gelangen und die benachbarten Ökosysteme schädigen kann.
- Für die Anwendung müssen geeignete Geräte und Hilfsmittel eingesetzt werden.
- Restmengen müssen gemäss den Angaben auf dem SDB entsorgt werden. Fehlen diese, muss der Entsorgungsweg abgeklärt werden.

Aufbewahrung und Lagerung

- Die Angaben auf der Packung (Etikette) und auf dem Sicherheitsdatenblatt sind zu berücksichtigen (Abschnitt 7 auf den SDB).
- Stoffe, Zubereitungen und Behälter sind vor mechanischer Einwirkung zu schützen.

- Übersichtliche Lagerung; von anderen Waren getrennt; keine Lebens-, Futter- oder Heilmittel in unmittelbarer Nähe!
- Trennung von Stoffen und Zubereitungen, die miteinander eine gefährliche Reaktion eingehen könnten (Hinweise im SDB beachten).
- Nur in geeigneten Behältnissen aufbewahren (keine Verwechslung, gekennzeichnet, dauerhaft dicht).
- Unzugänglich für Unbefugte wie beispielsweise Kinder aufbewahren. Das heisst, nicht herumliegen lassen, sondern zum Beispiel im Lieferwagen einschliessen.

Konsultieren Sie also immer die Sicherheitsdatenblätter und befolgen Sie die Anweisungen. Nachfolgend sind einige Beispiele des Abschnitts 7 Handhabung und Lagerung aus Sicherheitsdatenblättern aufgeführt.

Beispiele

**ABSCHNITT 07: Handhabung und Lagerung**

- **Handhabung:**
  - 7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung  
Emissionsgrenze beachten.
  - Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz:  
Keine besonderen Maßnahmen erforderlich.
  - 7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten
- **Lagerung:**
  - Anforderung an Lagerräume und Behälter:  
Nur im Originalgebinde aufbewahren.
  - Zusammenlagerungshinweise:  
Nicht erforderlich.
  - Weitere Angaben zu den Lagerbedingungen:  
In gut verschlossenen Gebinden kühl und trocken lagern.  
Vor Hitze und direkter Sonnenbestrahlung schützen.
- **7.3 Spezifische Endanwendungen**  
Keine weiteren relevanten Informationen verfügbar.

Abbildung 15: Beispiel Abschnitt 7: Handhabung und Lagerung des Sicherheitsdatenblattes des Holzschutzmittels (Quelle: AGRO PLUS GL)

**ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung**

**7.1. Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung**

Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung	: Für eine gute Belüftung des Arbeitsplatzes sorgen. Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden. Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden. Persönliche Schutzausrüstung tragen.
Verwendungstemperatur	: Bei Raumtemperatur aufbewahren
Hygienemaßnahmen	: Kontaminierte Arbeitskleidung nicht außerhalb des Arbeitsplatzes tragen. Kontaminierte Kleidung vor erneutem Tragen waschen. Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen. Nach Handhabung des Produkts immer die Hände waschen.

**7.2. Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten**

Lagerbedingungen	: An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
Maximale Lagerdauer	: 2 Jahr
Lagertemperatur	: > -5 °C

**7.3. Spezifische Endanwendungen**  
Keine weiteren Informationen verfügbar

Abbildung 16: Beispiel Abschnitt 7: Handhabung und Lagerung des Sicherheitsdatenblattes des Pflanzenschutzmittels (Quelle: FORESTER der Firma UPL)

Weitere Informationen zum Umgang mit Chemikalien und gefährlichen Stoffen:

- ➔ SUVA-Broschüre Nr. 44007 «Sicherheitskennzeichnung»: alles über Gefahrensymbole
- ➔ SUVA-Broschüre Nr. 11030 «Gefährliche Stoffe»
- ➔ SUVA-Merkblatt Nr. 44013 «Chemikalien im Baugewerbe»
- ➔ SUVA-Infoschrift Nr. 44054 «Spritzlackieren mit Polyurethanlacken»
- ➔ SUVA-Checkliste Nr. 67013 «Sicherer Umgang mit Lösungsmitteln»

## 2.16. Unfall im Betrieb

Trotz Einhalten aller Sicherheitsregeln können Unfälle passieren. Was tun wir in diesem Fall? Auf dem SUVA Merkblatt Nr. 67062 «Verhalten im Notfall» wird aufgezeigt, wie man im Notfall gut reagieren kann.

### 1 Schauen

Halten Sie einen Moment inne und schauen Sie:

Was ist geschehen?  
Wer ist beteiligt?  
Wer ist betroffen?  
Gibt es Verletzte?

### 2 Denken

Denken Sie:

Besteht Gefahr für Verunfallte, Helfende, andere Personen?

Wie berge ich Verunfallte, mit welchen Mitteln?

### 3 Handeln

Handeln Sie nach Plan:

**Sichern Sie die Gefahrenstelle.** Schützen Sie sich selbst.  
Bringen Sie Verunfallte aus dem Gefahrenbereich.

**Alarmieren Sie.** Rettungsdienst und Sanitätsnotruf: 144, Rega: 1414

**Leisten Sie erste Hilfe.**

Bei Bewusstlosigkeit: Seitenlagerung

Bei Bewusstlosigkeit UND nicht normaler Atmung:

- Herzmassage
- Atemwege frei machen und beatmen
- Defibrillation (wenn Defibrillator vorhanden)


**Weisen Sie den Rettungsdienst ein.**

Beachten Sie dazu auch das SUVA-Merkblatt in Ihrem Betrieb:

**suva**

**Verhalten im Notfall**

1. Schauen → 2. Denken → 3. Handeln




**Alarmieren**

Sanität	144	REGA	1414
Polizei	117	Feuerwehr	118
Euronotruf	112	Vergiftungen	145

Nächster Arzt:

Nächstes Spital:


Wo ist der Verunfallte / das Ereignis?  
Wer spricht (Name)?  
Was ist passiert?  
Wann ist es passiert?  
Wie viele Personen sind betroffen?  
Weitere Gefahren, gefährliche Stoffe?  
Meine Rückrufnummer?



**Unfall**



1. Gefahrenstelle absichern, sich selbst schützen
2. Alarmieren ☎ 144
3. Erste Hilfe
  - Blutung stillen, bei Bewusstlosigkeit Seitenlagerung
  - bei Bewusstlosigkeit und nicht normaler Atmung reanimieren:
    - C: Herzmassage (Circulation)
    - A: Atemwege freimachen (Airways)
    - B: Beatmung (Breathing)
    - D: Defibrillation
4. Sanität einweisen

Standort(e) Erste-Hilfe-Material:



**Brandfall**

1. Feuerwehr alarmieren ☎ 118
2. Gefährdete Personen und sich selbst retten
3. Alle Türen und Fenster schliessen
4. Feuerwehr einweisen, Brand löschen

**Evakuuation**

1. Gefährdete Personen warnen und mitnehmen
2. Gebäude über Treppen verlassen
3. Sich auf Sammelplatz begeben

Sammelplatz:

Verantwortliche für Aktualität der Notfallnummern,  
Erste-Hilfe-Material, Feuerlöscher, Instruktionen:

Stand: Mai 2020 / Publikationsnummer: 67062-1.d

**Suva**  
Postfach, 6002 Luzern  
Tel. 058 411 12 12

Bestellungen:  
[www.suva.ch/67062-1.d](http://www.suva.ch/67062-1.d)

Abbildung 17: SUVA-Merkblatt Nr. 67062 «Verhalten im Notfall» (Quelle: SUVA)

## 2.17. Brandverhütung

Ein Brand entsteht, wenn ein brennbarer Stoff mit Luft und einer Zündquelle zusammentreffen (Branddreieck). Leicht brennbare Flüssigkeiten, Gase oder Stäube können zur Bildung von Bränden und Explosionen führen. Wenn die Verbrennung

sehr rasch verläuft und Temperatur und Druck sprunghaft ansteigen, dann spricht man von einer Explosion. Dies kann bei Absauganlagen und bei Lagerungen von Holzspänen und Staub vorkommen.

Brennbare Stoffe	Fest:	Holz, Papier, Karton, öldurchtränkte Lappen
	Flüssig:	Alkohol, Farben, Lacke, Verdünner, Lösungsmittel
	Gasförmig:	Propan, Butan
Zündquellen	Streichhölzer, Tabak, Funkenflug, Reibungswärme Wärmestrahlung, hiesse Oberflächen, chemische Reaktionen, schadhafte elektrische Geräte, Schalter und Leitungen (Kurzschluss)	
Prävention	Stellen Sie sicher, dass Arbeiten mit Zündquellen nicht im Bereich von brennbaren Stoffen und explosionsfähigen Atmosphären ausgeführt werden.	
Massnahmen im Brandfall	<ul style="list-style-type: none"><li>• Maschine abschalten</li><li>• Feuerwehr alarmieren und Evakuierung auslösen</li><li>• Feuer durch Auslösen der Löschanlage oder mit Handfeuerlöscher stoppen</li><li>• Verletzte aus dem Gefahrenbereich retten</li></ul>	

➔ SUVA-Checkliste Nr. 67132 «Explosionsgefahr»

➔ SUVA-Checkliste Nr. 67071 «Lagern von leichtbrennbaren Flüssigkeiten»

## 2.18. Weiteres Material zur Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Es gibt weitere wichtige Aspekte in Bezug auf die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz zu berücksichtigen. Für weitere Informationen stehen Ihnen die folgenden Ansprechpartner zur Verfügung:

- Verband Holzindustrie Schweiz
- Branchenlösung Nr. 17 der Holzindustrie
- SUVA, Bereich Arbeitssicherheit- und Gesundheitsschutz

## 2.19. Weitere relevante Gesetze und Verordnungen in der Holzindustrie

Zum Schutz der Umwelt besteht heute eine Vielzahl von Vorschriften, die auch beim Bauen zu beachten sind. Denn eine moderne Baustelle soll weder die Gesundheit der Mitarbeitenden noch die Umwelt über Massen belasten. Auch sind Belästigungen, beispielsweise durch unnötigen Lärm, so weit als möglich zu vermeiden oder zu vermindern.

Die Vorschriften basieren alle auf der Bundesverfassung (BV). Sie sind entweder national oder kantonal geregelt. Ausserdem gibt es weitere Dokumente wie Merkblätter, welche den Vollzug unterstützen:

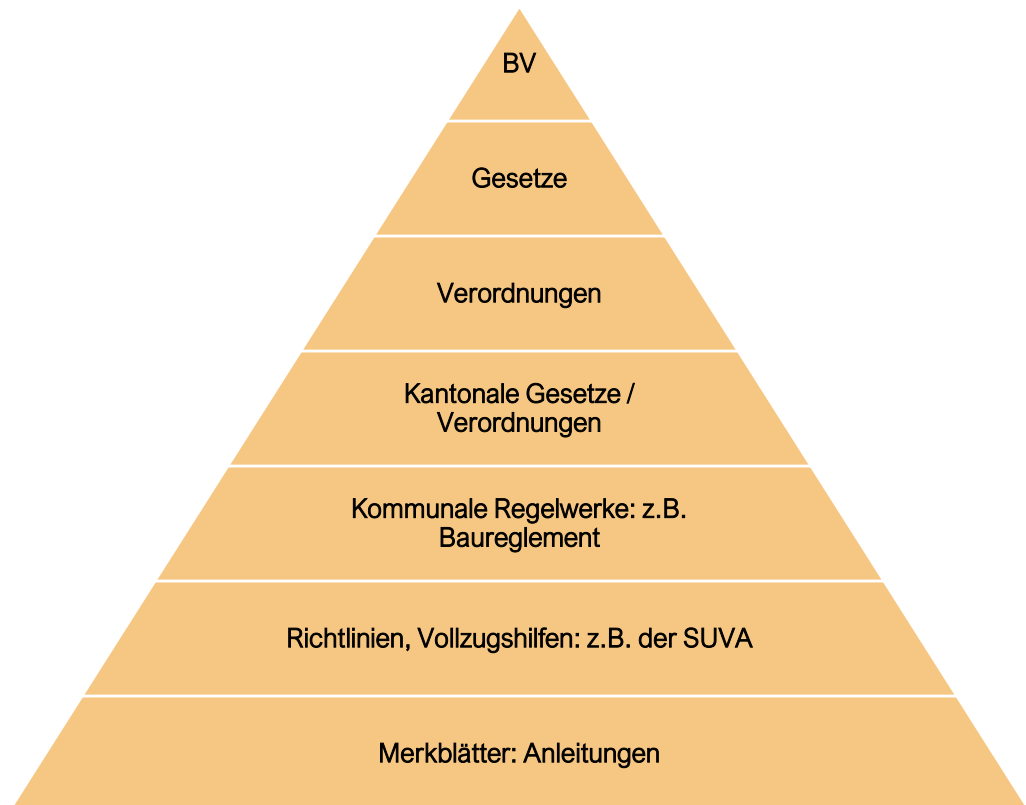


Abbildung 18: Gesetzespyramide (eigen Darstellung)

Folgende Gesetze und Verordnung sind in der Holzindustrie besonders relevant und werden im Folgenden ausgeführt:

#### Gesetze

Das **Umweltschutzgesetz** und das **Gewässerschutzgesetz** gelten dabei als sogenannte Rahmengesetze, welche auf Bundesebene für alle in diesen Bereichen geltenden Vorschriften den Rahmen geben. Das heisst, alle weiteren Vorschriften im Umwelt- und Gewässerschutz basieren auf Artikeln in diesen beiden Gesetzen. In der Schweizer Rechtssammlung beginnen alle Erlasse, welche mit dem Schutz des ökologischen Gleichgewichts zu tun haben mit der Nummer «814».

Das **Chemikaliengesetz** gibt den Rahmen im Umgang mit gefährlichen Stoffen. In der Schweizer Rechtssammlung beginnen alle Erlasse, welche mit dem Schutz der Gesundheit des Menschen zu tun haben mit der Nummer «813».

Das **Landwirtschaftsgesetz** thematisiert unter anderem den Erhalt der Lebensgrundlagen und den Pflanzenschutz und bildet die Basis für die Pflanzenschutzmittelverordnung.

Das **Waldgesetz** hat den Zweck, den Wald in seiner Fläche und in seiner räumlichen Verteilung zu erhalten, den Wald als naturnahe Lebensgemeinschaft zu schützen und dafür zu sorgen, dass der Wald seine Funktionen, namentlich seine Schutz-, Wohlfahrts- und Nutzfunktion (Waldfunktionen) erfüllen kann.



Die verschiedenen Gesetze geben nur den Rahmen und die allgemeingültigen und langfristigen Regeln vor. Die Ausführungsbestimmungen zu den einzelnen Themen, werden in zahlreichen Verordnungen geregelt.

- Die Chemikalienverordnung (ChemV, SR 813.11) regelt die Pflicht der Herstellerin zur Selbstkontrolle, Klassifizierung, Kennzeichnung, Verpackung der Produkte und die Meldepflicht.
- Die Biozidprodukteverordnung (VBP, SR 813.12) regelt die Zulassung von Biozidprodukten, zu denen unter anderen auch die Holzschutzmittel gehören.
- Die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV, SR 814.81) enthält besondere Bestimmungen für Produkte, die eine besondere Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen. Sie enthält insbesondere auch die Vorschrift, dass nur Personen, welche in Besitz Fachbewilligung Holzschutz sind, Holzschutzmittel, beruflich oder gewerblich anwenden dürfen oder andere Personen dazu anleiten dürfen.
- Die Verordnung des UVEK über die Fachbewilligung für die Verwendung von Holzschutzmitteln (VFB-H, SR 814.812.37) regelt die Voraussetzungen, welche Personen haben müssen, um die Fachbewilligung Holzschutz zu erlangen und die Berechtigungen, welche damit verbunden sind.
- Die Verordnung des UVEK über die Fachbewilligung für die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Waldwirtschaft (SR 814.812.36) wird geregelt, zu welchen Tätigkeiten einem die betreffende Fachbewilligung ermächtigt. Zudem regelt sie, welche Kenntnisse und Fähigkeiten erforderlich sind, damit eine solche Fachbewilligung erteilt werden kann.
- Die Verordnung des EDI über die Chemikalien-Ansprechperson (SR 813.113.11) regelt die Aufgaben der und die Anforderungen an die Chemikalien-Ansprechperson.
- Die Verordnung des EDI über die Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen legt die Einstufung und Kennzeichnung bestimmter Stoffe fest.
- Die Verordnung des EDI über die erforderliche Sachkenntnis zur Abgabe bestimmter gefährlicher Stoffe und Zubereitungen (SR 813.131.21) regelt die Anforderungen an Personen welche gefährliche Stoffe und Zubereitungen an das Gewerbe oder die breite Öffentlichkeit abgeben.
- Die Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (SR 916.161) regelt hauptsächlich die Anforderungen an Pflanzenschutzmittel und an die Verfahren zu deren Zulassung. Dadurch soll gewährleistet werden, dass Pflanzenschutzmittel wirksam sind, beim Ausbringen die Gesundheit der Anwender nicht beeinträchtigen, keine gesundheitsschädlichen Rückstände auf den Lebensmitteln hinterlassen und keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt haben.

Die Bestimmungen in der ganzen Chemikaliengesetzgebung folgen heute in vielen Teilen den entsprechenden europäischen Richtlinien und nehmen teilweise direkt Bezug auf dortige Bestimmungen.

Im Folgenden werden die Vorschriften allgemein und in Bezug auf die behandelten Themen erläutert.

## Umweltschutzgesetz SR 814.01

Das Umweltschutzgesetz soll Menschen, Tiere, Pflanzen und ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einflüsse schützen. Ziel ist es, die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Bodenfruchtbarkeit, dauerhaft zu erhalten.

Das Umweltschutzgesetz beruht auf vier grundsätzlichen Prinzipien:

**Vorsorgeprinzip:** Vorbeugen ist besser als heilen. Die Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, sollen frühzeitig vorsorglich begrenzt werden. Dies dient auch der Kosteneindämmung.

**Verursacherprinzip:** Wer Umweltschäden entsprechend dem USG verursacht muss die Kosten hierfür tragen (Einwirkung auf die Umwelt).

**Bekämpfung an der Quelle:** Es wird angestrebt bereits die Emission zu verhindern und nicht anschliessend die Einwirkung zu begrenzen.

**Kooperationsprinzip:** Problemlösungen werden in Zusammenarbeit von Behörden, Wirtschaftsakteuren und der Bevölkerung gesucht und entwickelt.

Abgestützt auf die Nachhaltigkeit und diese vier Grundprinzipien verlangt das USG eine Begrenzung von schädlichen Einwirkungen auf die Umwelt.

Unter Umwelteinwirkungen versteht man:

- Luftverunreinigungen wie Veränderungen des natürlichen Zustands der Luft, namentlich durch Rauch, Russ, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Geruch oder Abwärme
- Lärm inklusive Infra- und Ultraschall
- Erschütterungen
- Strahlen
- Gewässerverunreinigungen und andere Eingriffe in Gewässer
- Bodenbelastungen wie physikalische, chemische oder biologische Veränderungen der natürlichen Bodenbeschaffenheit. Als Boden wird in diesem Gesetz die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können, bezeichnet.
- Veränderungen des Erbmaterials
- Bau oder Betrieb von Anlagen wie Bauten, Verkehrswege und andere ortsfeste Anlagen sowie Terrainveränderungen. Geräte, Maschinen, Fahrzeuge, Schiffe und Luftfahrzeuge sind den Anlagen gleichgestellt.
- Umgang mit Stoffen wie chemischen Elementen und deren Verbindungen, die natürlich sind oder durch ein Produktionsverfahren hergestellt wurden. Die Zubereitungen (Gemenge, Gemische, Lösungen) und Gegenstände, die solche Elemente enthalten, sind ihnen gleichgestellt. Als Umgang gilt jede Tätigkeit im Zusammenhang mit Stoffen, Organismen oder Abfällen, insbesondere das Herstellen, Einführen, Ausführen, Inverkehrbringen, Verwenden, Lagern, Transportieren oder Entsorgen.
- Organismen
- Abfälle wie bewegliche Sachen, deren sich der Inhaber entledigt oder deren Entsorgung im öffentlichen Interesse liegt. Die Entsorgung umfasst die

Verwertung oder Ablagerung sowie die Vorstufen Sammlung, Beförderung, Zwischenlagerung und Behandlung (jegliche physikalische, chemische oder biologische Veränderung der Abfälle).

- Bewirtschaftung der Böden.

Das USG stellt dabei nur die Bereiche fest. Die Ausführungsbestimmungen sind in den einzelnen, den jeweiligen Themen zugeordneten Verordnungen, geregelt.

### **Gewässerschutzgesetz SR 814.20**

Das Gewässerschutzgesetz soll die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen schützen. Es dient insbesondere

- dem Schutz der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen
- die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser und deren häusliche Nutzung sicherzustellen
- natürliche Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt zu erhalten
- die Fischgewässer zu erhalten
- die Gewässer als Landschaftselemente zu erhalten
- die Bewässerung der landwirtschaftlichen Böden sicherzustellen
- die Benutzung zu Erholungszwecken sicherzustellen
- die natürliche Funktion des Wasserkreislaufs zu sichern.

Das Gesetz gilt für alle ober- und unterirdischen Gewässer. Wie beim Umweltschutzgesetz finden die Grundsätze vom Vorsorge- und Verursacherprinzip im Gewässerschutzgesetz ebenfalls Anwendung.

Ein wichtiger Grundsatz steht bereits im Artikel 6. So ist es verboten, Stoffe, welche Wasser verunreinigen können, direkt oder indirekt in Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen. Ebenso verboten ist die Lagerung oder das Ausbringen solcher Stoffe, wenn eine konkrete Gefahr einer Verunreinigung besteht.

Es werden die Begriffe im Gewässerschutz definiert sowie die Grundlagen der Verhinderung von Verunreinigung, der Abwasserbehandlung und des planerischen Schutzes der Gewässer festgelegt.

### **Gewässerschutzverordnung SR 814.201**

In der Gewässerschutzverordnung werden die im Gewässerschutzgesetz gelegten Grundsätze zu konkreten Ausführungsbestimmungen ausformuliert. Die Verordnung regelt unter anderem die ökologischen Ziele für Gewässer, die Anforderungen an die Wasserqualität, die Abwasserbeseitigung sowie den planerischen Schutz der Gewässer.

Gemäss dem Artikel 30 der Gewässerschutz-Verordnung haben die Kantone Gewässerschutzkarten zu erstellen. Die Karten müssen mindestens folgende Elemente enthalten:

- Gewässerschutzbereiche
- Grundwasserschutzzonen
- Grundwasserschutzareale
- Grundwasseraustritte und -fassungen, Anreicherungsanlagen, die für die Wasserversorgung von Bedeutung sind.

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR 814.20) vom 24. Januar 1991

Gewässerschutzverordnung (GSchV) SR 814.201 vom 28. Oktober 1998

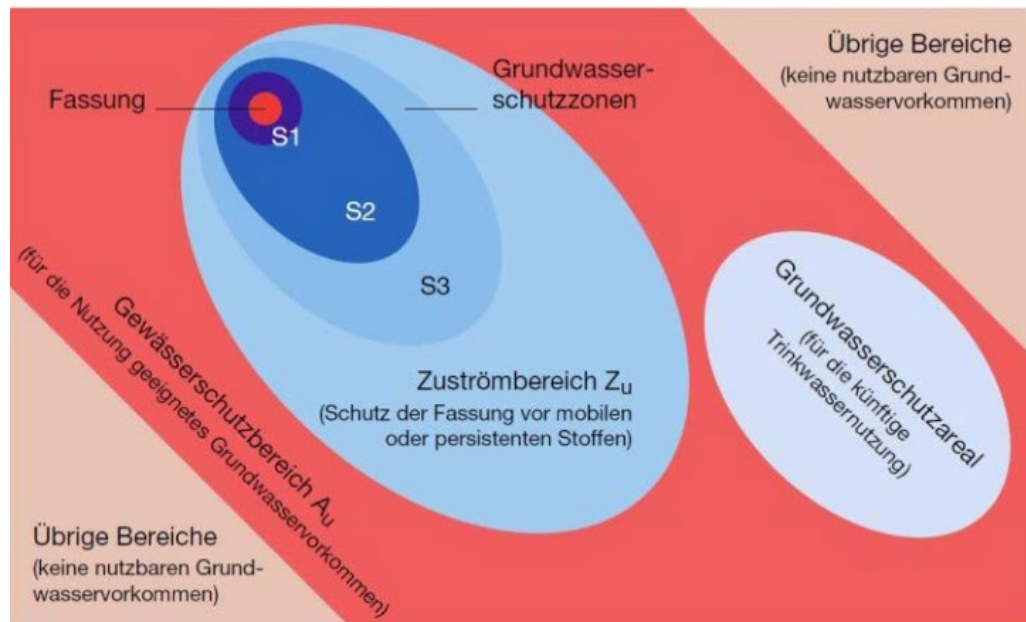


Abbildung 19: Gewässerschutzkarte, Merkblatt (Quelle: Kanton Freiburg)

Die Gewässerschutzkarten sind allgemein zugänglich. Sie sind heute entweder online über ein Geoportal oder bei der zuständigen Gemeindebehörde einsehbar. Die kantonalen Fachstellen halten allgemeine Auskünfte über den Gewässerschutz bereit. Bei weiteren Fragen sind die kantonalen Fachstellen zu kontaktieren.

Diese Gewässerschutzkarten sind für die das Arbeiten mit Bioziden besonders wichtig, da in gewissen Bereichen die Verwendung von solchen Stoffen verboten ist.

Ein wichtiger Artikel im Zusammenhang mit dem Verhalten im Betrieb ist Artikel 10. **Das Verbot der Abfallentsorgung mit dem Abwasser.** Darin steht Folgendes:

«Es ist verboten:

a. feste und flüssige Abfälle mit dem Abwasser zu entsorgen, ausser wenn dies für die Behandlung des Abwassers zweckmässig ist;

b. Stoffe entgegen den Angaben des Herstellers auf der Etikette oder der Gebrauchsanweisung abzuleiten.»

Auch wenn es oft einfacher wäre, den kleinen übriggebliebenen Rest im Behälter in den nächsten Abfluss zu leeren und dann den leeren Behälter zu entsorgen, tun Sie das nicht. Es ist einerseits verboten und andererseits wissen Sie nie, was Sie damit anrichten. Konsultieren Sie immer zuerst das Sicherheitsdatenblatt und informieren Sie sich über den korrekten Entsorgungsweg.

Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (ChemRRV) vom 18. Mai 2005

### Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV SR 814.81

Die ChemRRV regelt in 36 Anhängen den Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen und insbesondere Beschränkungen und Verbote für deren Herstellung, Inverkehrbringen und Verwendung.

Die Verordnung enthält auch Vorschriften zur Verwendung von Holz- und Pflanzenschutzmitteln sowie bestimmte Verbote zu Holzschutzmitteln.

So gelten für die Verwendung von Holzschutzmitteln in **Grundwasserschutzzonen** die folgenden Bestimmungen (Anhang 2.4, Ziffer 1.4 Verwendung in Grundwasserschutzzonen):

<sup>1</sup> In den Zonen S1, S2 und S<sub>n</sub> von Grundwasserschutzzonen ist verboten:

- die Verwendung von Holzschutzmitteln;
- die Lagerung von Holz, das mit Holzschutzmitteln behandelt worden ist.

<sup>2</sup> Wer in der Zone S3 und S<sub>m</sub> von Grundwasserschutzzonen und in der Nähe von Gewässern Holzschutzmittel verwenden oder damit behandeltes Holz lagern will, muss bauliche Massnahmen gegen das Versickern und das Abschwemmen der Mittel treffen.

Bei Pflanzenschutzmitteln gelten gemäss Anhang 2.5, Ziffer 1.1 die folgenden Bestimmungen:

Pflanzenschutzmittel dürfen nicht verwendet werden:

- a. in Gebieten, die gestützt auf eidgenössisches oder kantonales Recht unter Naturschutz stehen, soweit die dazugehörigen Vorschriften nichts anderes bestimmen;
- b. in Riedgebieten und Mooren;
- c. in Hecken und Feldgehölzen sowie in einem Streifen von drei Metern Breite entlang von Hecken und Feldgehölzen;
- d. im Wald sowie in einem Streifen von drei Metern Breite entlang der Bestockung.
- e. in oberirdischen Gewässern und in einem Streifen von drei Metern Breite entlang von oberirdischen Gewässern, wobei der Streifen bei Fliessgewässern, für die ein Gewässerraum nach Artikel 41a GSchV festgelegt wurde oder bei denen nach Artikel 41a Absatz 5 GSchV ausdrücklich auf die Festlegung eines Gewässerraums verzichtet wurde, ab der Uferlinie und bei den übrigen Fliessgewässern sowie bei stehenden Gewässern ab der Böschungsoberkante gemäss Pufferstreifenmerkblatt «Pufferstreifen richtig messen und bewirtschaften», KIP/PIOCH 2009, gemessen wird;
- f. in der Zone S1 von Grundwasserschutzzonen;
- g. auf und an Gleisanlagen in den Zonen S2 und S<sub>h</sub> von Grundwasserschutzzonen.

Es gibt auch einige Ausnahmen, welche für die Praxis wichtig sind in Ziffer 1.2 des Anhangs 2.5 der ChemRRV.

<sup>3</sup> Können im Wald Pflanzenschutzmittel nicht durch Massnahmen ersetzt werden, welche die Umwelt weniger belasten, erteilt die zuständige kantonale Behörde in Abweichung vom Verbot nach Ziffer 1.1 Absatz 1 Buchstabe d eine Bewilligung nach den Artikeln 4–6 für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln:

a. zur Behandlung von Holz im Wald, von dem in der Folge von Naturereignissen Waldschäden ausgehen können, und gegen die Erreger von Waldschäden selbst, wenn dies für die Erhaltung des Waldes unerlässlich ist;

b. zur Behandlung von geschlagenem Holz mit Insektiziden, die gestützt auf die Pflanzenschutzmittelverordnung für die Kultur «Liegendes Rundholz im Wald und auf Lagerplätzen» zugelassen sind, auf dazu geeigneten Plätzen, sofern das Holz nicht rechtzeitig abgeführt werden kann, diese Plätze nicht in den Zonen S1, S2 und Sh von Grundwasserschutzzonen liegen und wirksame Massnahmen gegen das Versickern und das Abschwemmen der Mittel getroffen werden;

Sie regelt auch die persönlichen und fachlichen Voraussetzungen für den Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Fachbewilligungen).

Für die Verwendung von Pflanzen- oder Holzschutzmitteln im gewerblichen oder beruflichen Rahmen wird eine **Fachbewilligung** oder eine als gleichwertig anerkannte Qualifikation benötigt (Art. 7–12, ChemRRV; Verordnung des UVEK vom 28. Juni 2005 über die Fachbewilligung für die Verwendung von Holzschutzmitteln VFB-H).

Um die Fachbewilligung zu erlangen, muss eine Prüfung abgelegt werden. Es sind Kenntnisse in den folgenden Bereichen nachzuweisen:

- Grundlagen der Ökologie und Toxikologie
- Gesetzgebung über Umwelt-, Gesundheits- und Arbeitnehmerschutz
- Massnahmen zum Schutz der Umwelt und der Gesundheit
- Umweltverträglichkeit, sachgerechte Verwendung und Entsorgung der Stoffe, Zubereitungen und Gegenstände
- Geräte und deren sachgerechte Handhabung.

Die gewerbliche oder berufliche Anwendung von Pflanzen- und Holzschutzmitteln darf nur durch Personen erfolgen, die im Besitz einer Fachbewilligung sind oder unter der Aufsicht einer Person mit einer Fachbewilligung. Das heisst, dass mindestens eine Person mit Fachbewilligung im Betrieb sein muss.

#### **Luftreinhalteverordnung SR 814.318.142.1**

Diese Verordnung soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie den Boden vor schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen schützen.

Die LRV regelt:

- die vorsorgliche Emissionsbegrenzung bei Anlagen und Fahrzeugen, welche die Luft verunreinigen (Art. 7),
- die Abfallverbrennung im Freien (Art. 3, 17),
- die Anforderungen an Brenn- und Treibstoffe (Art. 21 – 26);
- die höchstzulässige Belastung der Luft, Immissionsgrenzwerte (Art. 27 – 34)

Luftreinhalte-Verordnung (LRV) SR 814.318.142.1 vom 16. Dezember 1985



- die Luftreinhaltemassnahmen bei übermässigen Umweltimmissionen durch Aufbereitungs-, Lagerungs-, Umschlags- und Transportvorgänge (Art. 3 – 43).

Das Verbot des Verbrennens von Abfällen im Freien und die Anforderungen an Kleinmaschinen wie eine Kettensäge mit Verbrennungsmotor sind beispielsweise in der LRV festgehalten.

Bundesgesetz über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz, ChemG) SR 813.1 vom 15. Dezember 2000

### **Chemikaliengesetz (ChemG) SR 813.1**

Die Schweiz passte sich mit der Chemikaliengesetzgebung an die europäische Chemikalien-Gesetzgebung an. Mit Inkrafttreten der aktuellen Gesetzgebung am 1. August 2005 wurden neue Chemikalien strenger Kontrollen unterworfen, insbesondere beim Arbeitnehmerschutz. Neben einer anderen Kennzeichnung wurde auch der Anwendungsbereich auf zusätzliche physikalische Risiken ausgedehnt.

Das Chemikaliengesetz soll das Leben und die Gesundheit des Menschen vor schädlichen Einwirkungen durch Stoffe und Zubereitungen schützen.

In Übereinstimmung mit europäischem Recht enthält das Chemikaliengesetz Regelungen zu den folgenden Punkten:

- Definition von Begriffen.
- Einstufungs- und Kennzeichnungspflicht von Stoffen und Zubereitungen gemäss geltenden EU-Regeln.
- Informationspflicht gegenüber industriellen oder gewerblichen Abnehmern (Sicherheitsdatenblatt).
- Erweiterung des Anwendungsbereichs des Gesetzes auf zusätzliche physikalische Risiken wie die Explosions- und Brandgefahren.
- Verstärkung der Verantwortung und der Selbstkontrolle der Herstellerin von Chemikalien.
- Meldepflicht für fast alle Zubereitungen.
- Zulassungsgrundsätze für Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel.
- Einschränkungen bezüglich Werbung für gefährliche Stoffe.
- Grundsätze über Aufbewahrung und Lagerung von gefährlichen Stoffen.
- Anmeldepflicht für neue Chemikalien.
- Rücknahme- und Rückgabepflicht von gefährlichen Stoffen und Zubereitungen an nicht gewerbliche Verwenderinnen und Verwendern.
- Die Verpflichtung zum sorgfältigen Umgang mit gefährlichen Stoffen und Zubereitungen.
- Die Benennung einer zuständigen Person in allen Betrieben und Bildungsstätten, in denen beruflich oder gewerblich mit gefährlichen Stoffen oder Zubereitungen umgegangen wird (Chemikalien-Ansprechperson).
- Vorschriften bezüglich Vollzug der Chemikaliengesetzgebung und Strafbestimmungen bei Zuwiderhandlungen.

Verordnung über  
den Schutz vor ge-  
fährlichen Stoffen  
und Zubereitungen  
(Chemikalienver-  
ordnung, ChemV),  
SR 813.11 vom 5.  
Juni 2015

### **Chemikalienverordnung SR 813.11**

Nebst dem Chemikaliengesetz ist die Verordnung über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (ChemV) das entscheidende Rechtsinstrument im Umgang mit gefährlichen Stoffen.

Die ChemV regelt:

- die Ermittlung und Beurteilung der Gefahren und Risiken für Leben und Gesundheit von Mensch und Umwelt durch Stoffe und Zubereitungen;
- die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen von Stoffen und Zubereitungen, die für den Menschen und die Umwelt gefährlich sein können;
- den Umgang mit Stoffen und Zubereitungen, die für den Menschen und die Umwelt gefährlich sein können;
- die Bearbeitung von Daten über Stoffe und Zubereitungen durch die Vollzugsbehörden.

Sie übernimmt dabei im Wesentlichen die Bestimmungen über die Einstufung und Kennzeichnung der entsprechenden europäischen Verordnungen. Die folgenden Aspekte bilden die Schlüsselbegriffe im Hinblick auf die «gefährlichen Eigenschaften»:

- gefährliche physikalisch-chemische Eigenschaften wie explosionsgefährlich, brandfördernd, hochentzündlich, leicht entzündlich, entzündlich;
- gesundheitsgefährdende Eigenschaften wie sehr giftig, giftig, gesundheitsschädlich, ätzend, reizend, sensibilisierend, krebserzeugend, erbgutverändernd, fortpflanzungsgefährdend;
- umweltgefährdende Eigenschaften von Stoffen, wie Gefährdung von Wasserorganismen oder Ozonschichtabbau

Verordnung des  
EDI über die Che-  
mikalien-Ansprech-  
person SR  
813.113.11 vom  
28. Juni 2005

### **Verordnung des EDI über die Chemikalien-Ansprechperson SR 813.113.11**

Betriebe, die beruflich oder gewerblich mit gefährlichen Chemikalien umgehen, müssen eine Ansprechperson bezeichnen. In bestimmten Fällen muss diese den kantonalen Vollzugsbehörden unaufgefordert mitgeteilt werden. In Holzbaubetrieben, welche Holzschutzmittel verwenden, ist das der Fall.

#### **Aufgaben der Chemikalien-Ansprechperson**

Die Chemikalien-Ansprechperson dient den Vollzugsbehörden als Kontaktperson in einem Betrieb. Sie muss sicherstellen, dass alle nach dem Chemikalienrecht notwendigen Auskünfte an die Behörden gelangen.

Die Ansprechperson muss Kenntnisse über den Umgang mit Stoffen und Zubereitungen (Gemischen) im Betrieb besitzen.

Insbesondere muss sie die dem Betrieb daraus erwachsenden Pflichten kennen.

Ausserdem muss sie Auskunft erteilen können, welche Personen im Betrieb für diese Pflichten zuständig sind und wer Inhaber\*in der notwendigen Fachbewilligungen, wie die Fachbewilligung Holzschutz, ist.

Weitere Informationen und ein Formular für die Mitteilung der Chemikalien-Ansprechperson sind auf der Webseite der Kantonalen Fachstellen für Chemikalien, [www.chemsuisse.ch](http://www.chemsuisse.ch), erhältlich (Merkblatt C03; Formular F01).

### Biozidprodukteverordnung, VBP SR 813.12

Die VBP regelt:

- das Inverkehrbringen von Biozidprodukten und ihren Wirkstoffen
- die Einstufung, Verpackung, Kennzeichnung und das Sicherheitsdatenblatt
- besondere Aspekte des Umgangs mit Biozidprodukten (Art. 1).

Verordnung über  
das Inverkehrbringen von und den  
Umgang mit Biozid-  
produkten (VBP)

Als **Biozidprodukte** gelten **Wirkstoffe** oder Produkte, welche **einen oder mehrere Wirkstoffe enthalten**, die dazu bestimmt sind, auf chemischem oder biologischem Weg Schadorganismen abzuschrecken, unschädlich zu machen, zu zerstören oder in anderer Weise zu bekämpfen oder Schädigungen durch Schadorganismen zu verhindern.

Gegenstände, die solche Wirkstoffe enthalten oder freisetzen und die dazu bestimmt sind, auf Schadorganismen ausserhalb dieser Gegenstände einzuwirken, gelten auch als Biozidprodukte (Art. 2, Bst. a).

Die Kennzeichnung erfolgt grundsätzlich gleich wie für alle anderen gefährlichen Stoffe gemäss ChemV weiter oben mit einer Etikette und einem Sicherheitsdatenblatt.

Zusätzlich müssen bei Biozidprodukten nach Artikel 38 noch eine Vielzahl von Angaben gemacht werden:

- Vorsichtsmassnahmen gemäss ChemRRV (z.B. Verbot der Anwendung von Holzschutzmitteln in den Grundwasserschutzzonen S1 und S2)
- die enthaltenen Wirkstoffe
- die Bezeichnung jedes Wirkstoffs und seine Konzentration in metrischen Einheiten
- die Nummer der eidgenössischen Zulassung
- die Art der Formulierung (Rezeptur)
- die Anwendungen, für die das Biozidprodukt zugelassen ist
- die Gebrauchsanweisung; darin sind für jede Anwendung gemäss den Auflagen der Verfügung insbesondere anzugeben:
  - die Häufigkeit der Anwendung;
  - die Dosierung, ausgedrückt in metrischen Einheiten in einer für die Verwenderinnen und Verwender sinnvollen und verständlichen Weise;
  - Besonderheiten möglicher unerwünschter unmittelbarer oder mittelbarer Nebenwirkungen sowie Anweisungen für erste Hilfe;
  - der Hinweis, ob das Produkt Nanomaterialien enthält, sowie der Hinweis auf mögliche sich daraus ergebende spezifische Risiken, und nach jedem Hinweis auf Nanomaterialien das Wort «Nano» in Klammern;
  - falls ein Merkblatt beigelegt ist: der Satz «Vor Gebrauch beiliegendes Merkblatt lesen»;
  - gegebenenfalls Warnungen für gefährdete Gruppen;
  - Anweisungen für die sichere Entsorgung des Biozidprodukts und seiner Verpackung sowie ein Hinweis auf ein allfälliges Verbot für die Wiederverwendung der Verpackung;

- die Chargennummer oder Bezeichnung der Formulierung;
- das Datum des Verfalls unter normalen Lagerungsbedingungen;
- gegebenenfalls die folgenden Angaben:
  - die Zeit bis zum Eintritt der Biozidwirkung,
  - die Sicherheitswartezeit zwischen einzelnen Anwendungen des Biozidprodukts,
  - die Sicherheitswartezeit zwischen der Anwendung und der nächsten Verwendung des behandelten Produktes oder dem nächsten Zutritt von Menschen oder Tieren zu dem Bereich, wo das Biozidprodukt angewendet wurde,
- Einzelheiten über:
  - Mittel und Massnahmen zur Dekontaminierung und die Dauer der erforderlichen Belüftung der behandelten Bereiche
  - die angemessene Reinigung der Ausrüstung
  - Vorsichtsmassnahmen bei Verwendung und Transport.
- die Verwenderkategorien,
- Informationen über besondere Gefahren für die Umwelt, insbesondere im Hinblick auf den Schutz von Nichtzielorganismen und zur Vermeidung einer Wasserkontamination.

**Pflanzen- und Holzschutzmittel** gelten wegen der in ihnen enthaltenen auf Pilze und Insekten wirkenden Stoffe als Biozidprodukte.

Gemäss Art. 40 der VBP müssen deshalb Sicherheitsdatenblätter für alle Holzschutzmittel nach den Vorschriften der ChemV erstellt werden. Zudem dürfen Holzschutzmittel nur gemäss den Angaben auf der Etikette verwendet werden.

### Umgang mit Biozidprodukten

Wer mit Biozidprodukten umgeht, untersteht nach Artikel 41 einer besonderen Sorgfaltspflicht und muss folgende Bedingungen erfüllen:

- Biozidprodukte müssen ordnungsgemäss verwendet werden.
- Biozidprodukte und ihre Abfälle dürfen Mensch, Tier und Umwelt nicht gefährden.
- Die auf der Verpackung und dem Sicherheitsdatenblatt angegebenen Hinweise und die Gebrauchsanweisung müssen berücksichtigt werden.
- Das Biozidprodukt darf nur für den vorgesehenen Zweck verwendet werden.
- Es dürfen nur Geräte eingesetzt werden, die eine fachgerechte und gezielte Verwendung des Biozidprodukts erlauben.

## Beurteilungsstellen

Pflanzen- und Holzschutzmittel werden anhand der Angaben des Herstellers nach verschiedenen Kriterien kontrolliert und beurteilt (unter Aufsicht des BAG).

Tabelle 5: Kontrollorgane für Biozidprodukte

Kriterium	Kontrollorgan
Gefahr für den Menschen	Bundesamt für Gesundheit (BAG)
Umweltverträglichkeit	Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Gefahr am Arbeitsplatz	Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO)
Für die agronomischen Belange	Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)
Für die Belange der Lebensmittelsicherheit und der Tiergesundheit	Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV)

Bundesgesetz über  
den Wald (WaG)

### Waldgesetz, WaG SR 921.0

Zweck des Waldgesetzes: den Wald in seiner Fläche und in seiner räumlichen Verteilung zu erhalten, den Wald als naturnahe Lebensgemeinschaft zu schützen und dafür zu sorgen, dass der Wald seine Funktionen, namentlich seine Schutz-, Wohlfahrts- und Nutzfunktion (Waldfunktionen) erfüllen kann. Es soll ausserdem dazu beitragen, dass Menschen und erhebliche Sachwerte vor Naturereignissen geschützt werden. Das Waldgesetz trägt den Waldfunktionen Rechnung und verbietet grundsätzlich die Anwendung von umweltgefährdenden Stoffen (z.B. Pflanzenschutzmittel) im Wald. In besonderen Situationen können jedoch Ausnahmen von diesem grundsätzlichen Verbot gemacht werden. Diese werden in der Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, ChemRRV, SR 814.81) abschliessend geregelt.

Verordnung über  
den Wald (WaV)

### Waldverordnung, WaV SR 921.01

In der Waldverordnung sind die Ausführungsbestimmungen zu den Richtlinien des Waldgesetzes festgehalten. Es wird beispielsweise festgelegt, ab wann eine bestockte Fläche als Wald gilt. Weiter sind die Bestimmungen über das Roden, das Befahren mit Motorfahrzeugen und das Errichten von Bauten im Wald drin. Im 3. Abschnitt über die Verwendung gefährlicher Stoffe wird auf die ChemRRV verwiesen.

Verordnung über  
das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln  
(PSMV)

### Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV SR 916.161

Die PSMV regelt hauptsächlich die Anforderungen an Pflanzenschutzmittel und an die Verfahren zu deren Zulassung. Dadurch soll gewährleistet werden, dass Pflanzenschutzmittel wirksam sind, beim Ausbringen die Gesundheit der Anwender nicht beeinträchtigen, keine gesundheitsschädlichen Rückstände auf den Lebensmitteln hinterlassen und keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt haben. Pflanzenschutzmittel müssen wie Chemikalien entsprechend ihrem Gefahrenpotential eingestuft, gekennzeichnet und verpackt sein (Etikettierung gemäss Chemikalienverordnung).

Mittel zum Behandeln von Rundholz gelten als Pflanzenbehandlungsmittel.

Verordnung des  
UVEK über die  
Fachbewilligung für  
die Verwendung  
von Pflanzen-  
schutzmitteln in der  
Waldwirtschaft  
(VFB-W)

#### **Fachbewilligungsverordnung Pflanzenschutz Wald, VFB-W SR 814.812.36**

In der Fachbewilligungsverordnung wird umschrieben, zu welchen Tätigkeiten einem die betreffende Fachbewilligung ermächtigt. Zudem regelt sie detaillierter als die ChemRRV, welche Kenntnisse und Fähigkeiten erforderlich sind, damit eine solche Fachbewilligung erteilt werden kann. Weiter enthält sie ein Reglement über die Fachprüfungen.

Verordnung des  
UVEK über die  
Fachbewilligung für  
die Verwendung  
von Holzschutzmit-  
teln (VFB-W)

#### **Fachbewilligungsverordnung Holzschutz, VFB-H SR 814.812.37**

Sie regelt die Voraussetzungen, welche Personen haben müssen, um die Fachbewilligung Holzschutz zu erlangen und die Berechtigungen, welche damit verbunden sind. Zudem regelt sie detaillierter als die ChemRRV, welche Kenntnisse und Fähigkeiten erforderlich sind, damit eine solche Fachbewilligung erteilt werden kann. Weiter enthält sie ein Reglement über die Fachprüfungen.



### 3. Sortimentskenntnisse: Schnittholz



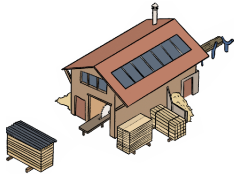
Energieholz



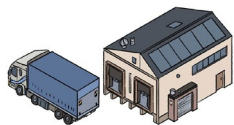
Stammholz



Industrieholz



Sägerei



Handel

#### HK b2: Schnittholz, holzbasierte Produkte, Hilfs- und Betriebsstoffe annehmen, verschieben und lagern

Nach dem Einschnitt werden die anfallenden Haupt- und Nebenerzeugnisse aufbereitet und für die Auslieferung bereitgestellt. Das Schnittholz wird dazu bei Bedarf getrocknet, sortiert bzw. klassiert und für die Verrechnung ausgemessen.

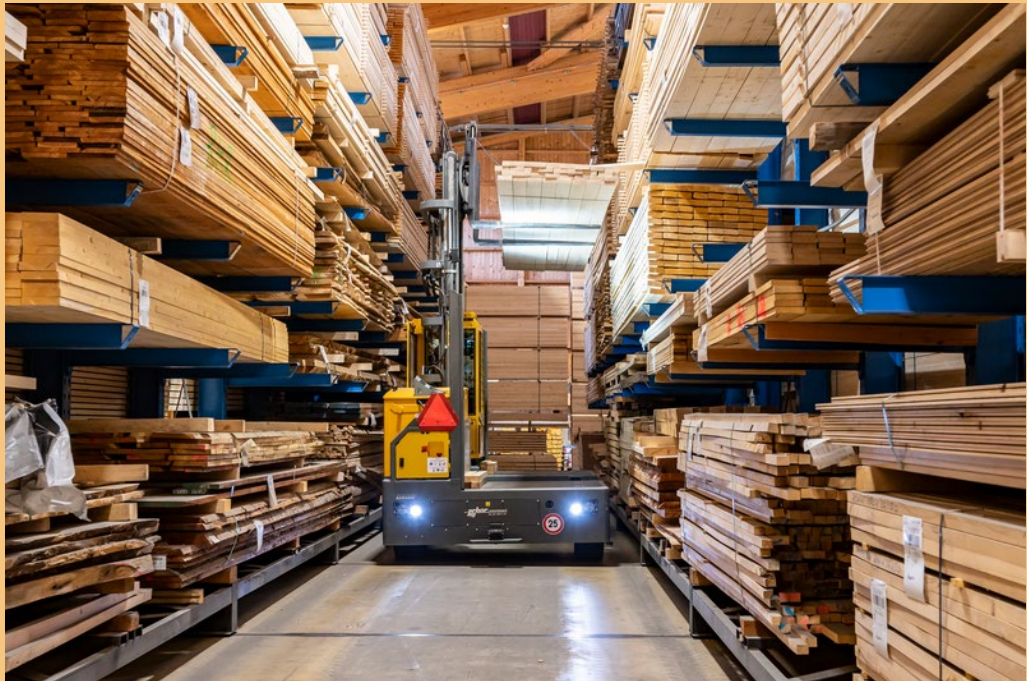


Abbildung 20: Klassiertes Schnittholz (Quelle: Blumer Lehmann AG)

Als Grundlage für Ihre Tätigkeit in diesem Bereich lernen Sie in diesem Kapitel die Schnittholzprodukte mit ihren Regeln und Gebräuchen kennen.

#### Praxisaufträge im Betrieb

- Schnittholz und Holzprodukte sortieren: Lieferungen erfassen, klassieren und sortieren (nach Festigkeit: elektrischen Widerstand und Gewicht messen) (3. LJ)

#### Überbetrieblicher Kurs 5

- Schnittholz gemäss Qualitätskriterien für Holz- und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau messen, prüfen, sortieren (Erscheinungssortierung / Festigkeitssortierung)
- Holzarten und Sortimente bestimmen (Schnittholz)

## Berufliche Situationen

- Sie sortieren und klassieren Schnittholz.
- Sie messen Schnittholz für die Verrechnung aus.
- Sie stellen Schnittholz für die Auslieferung bereit.
- Sie wenden die Kriterien der Schnittholzsortimente für die Einteilung von Rundholz an.

## Lernziele

- Sie nennen die verschiedenen Schnittholzprodukte und können diese dem üblichen Verwendungszweck in der Holzkette zuordnen.
- Sie erläutern die wichtigsten Regeln und Gebräuche für Bretter nach den sogenannten Holzhandelsgebräuchen, also den «Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau – Handelsgebräuche für die Schweiz, Ausgabe 2021» und können diese anwenden.
- Sie können Bretter nach der Erscheinung (Aussehen) sortieren und klassieren.
- Sie können Bretter ausmessen und das Verrechnungsmass bestimmen.

### 3.1. Was ist Schnittholz?

#### Produkt

Schnittholz wird durch Sägen oder Spanen von Rundholz oder grösseren Holzquerschnitten in Stammlängsrichtung hergestellt und eventuell gekappt und/oder bearbeitet, um eine bestimmte Masshaltigkeit zu erreichen. Siehe dazu auch Kapitel Besäumen, Einschnitt sowie Rundholzeinteilung (2. Lehrjahr).

Schnittholz wird meistens als Zwischenprodukt für einen weiteren Verwendungszweck hergestellt. Je nach vorgesehenem Verwendungszweck wird das Schnittholz nach dem Aussehen in einer sogenannten Erscheinungsklassierung sortiert und allenfalls getrocknet. Die Kriterien dieser Erscheinungsklassierung sind dabei auf die weitere Verarbeitung ausgelegt. Die Bezeichnungen der Erscheinungsklassen entsprechen dem vorgesehenen Verwendungszweck, wie z.B. «Zimmermannsware» und «Holzverpackungs- und Palettenware».

#### Regeln und Gebräuche

Die Regeln und Gebräuche für Schnittholzprodukte sind in den «Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau – Handelsgebräuche für die Schweiz, Ausgabe 2021» (Lignum, 2021), hier kurz als «HHG Holz+HWS» bezeichnet, festgelegt. Nachfolgend sind die wichtigsten Inhalte der HHG Holz+HWS zum Schnittholz für den leichteren Einstieg zusammengestellt. In der Praxis ist es empfehlenswert, die Regeln und Gebräuche direkt in den HHG Holz+HWS nachzuschlagen.

#### Begriffsdefinitionen

Folgende Begriffe werden bei Schnittholz verwendet:

<b>BAUMKANTE</b>	Teil der Stammoberfläche mit oder ohne Rinde auf Breit- oder Schmalseiten von Schnittholz.
<b>MINDESTDECKBREITE</b>	Die geringste Breite eines unbesäumten Schnittholzstückes, auf der schmalen (linken) Seite gemessen.
<b>SPLINTSEITE, LINKE SEITE</b>	Jene Seite eines Schnittholzes, die von der Markröhre des ursprünglichen Rundholzes weiter entfernt liegt.
<b>KERNSEITE, RECHTE SEITE</b>	Jene Seite eines Schnittholzes, die näher zur Markröhre des ursprünglichen Rundholzes liegt.
<b>UNBESÄUMTES SCHNITTHOLZ</b>	Schnittholz mit parallelen Breitseiten und einer oder zwei unbesäumten Schmalseiten.
<b>BESÄUMTES SCHNITTHOLZ</b>	Schnittholz mit rechtwinkligem Querschnitt, wenn zulässig auch mit Baumkante, die das festgelegte Ausmass nicht überschreitet.
<b>KLOTZ, BLOCKWARE</b>	Das nach dem Aufschneiden eines Stammes zur ursprünglichen Stammform zusammengelegte unbesäumte Schnittholz ohne Schwarten.
<b>BREITSEITE</b>	Eine der beiden breiteren Seitenflächen eines Schnittholzstückes.
<b>SCHMALSEITE</b>	Eine der beiden schmalen Seitenflächen eines Schnittholzstückes mit rechteckigem Querschnitt.

<b>LATTE</b>	Besäumtes Schnittholz, das im Verhältnis zu seiner Länge sehr schmal und dünn ist. Für die Einteilung als Latte gelten bei der Festigkeitssortierung nach DIN 4074-1 folgende Grenzwerte für die Querschnittsabmessungen: Dicke bis 40 mm und Breite kleiner als 80 mm.
<b>DOPPELLATTE</b>	Latte mit grösserem, meist quadratischem Querschnitt. Bei der Festigkeitssortierung nach DIN 4074-1 werden Doppellatten mit üblichen Querschnittsabmessungen als Kantholz eingeteilt.
<b>BRETT</b>	Unbesäumtes oder besäumtes Schnittholz, das im Verhältnis zu seiner Breite dünn ist. Für die Einteilung als Brett gelten bei der Festigkeitssortierung nach DIN 4074-1 folgende Grenzwerte für die Querschnittsabmessungen: Dicke bis 40 mm und Breite ab 80 mm.
<b>PARALLELBRETT</b>	Brett mit parallel verlaufenden Schmalseiten.
<b>ROHHOBLER</b>	Parallelbrett, das als Grundmaterial für die Herstellung von Hobelwaren verwendet wird und dafür spezielle Anforderungen erfüllt.
<b>BOHLE</b>	Besäumtes Schnittholz mit dickem, rechteckförmigem Querschnitt. Für die Einteilung als Bohle gelten bei der Festigkeitssortierung nach DIN 4074-1 folgende Grenzwerte für die Querschnittsabmessungen: Dicke über 40 mm und Breite grösser als die 3-fache Dicke.
<b>KANTHOLZ</b>	Besäumtes Schnittholz mit grossem Querschnitt in quadratischer oder rechteckiger Form. Für die Einteilung als Kantholz gelten bei der Festigkeitssortierung nach DIN 4074-1 folgende Grenzwerte für die Querschnittsabmessungen: Breite über 40 mm und Höhe von 1-facher bis zur 3-fachen Breite.
<b>ERSCHEINUNGS- KLASSIERUNG</b>	Klassierung des Holzes nach Kriterien für relevante Merkmale bezüglich des Aussehens.
<b>FESTIGKEITS- SORTIERUNG</b>	Sortierung des Holzes nach Kriterien für relevante Merkmale bezüglich der mechanischen Eigenschaften.

## 3.2. Bretter

Bretter werden als Zwischenprodukt hergestellt. Sie werden in Schreiner- und Holzbaubetrieben, teilweise auch in Hobelwerken sowie in der Holzverpackungs- und Palettenindustrie weiterverarbeitet.

### 3.2.1. Produkte

#### Klotzbretter Nadelholz und Klotzbretter Laubholz

Klotzbretter

Als Klotzbretter werden die nach dem Aufschneiden eines Stammes zur ursprünglichen Stammform zusammengelegten, unbesäumten Bretter ohne Schwarten bezeichnet. Sie bilden zusammen eine Qualitätseinheit.

Verwendungszweck

Die Top-Qualitäten dieses Produktes werden oft für Massivholzmöbel oder in der Innendekoration von Geschäfts-, Ausstellungs- und edlen Wohnräumen eingesetzt. Hauptgrund dafür ist, weil die Textur und der Jahrringaufbau des Baumes ideal aufeinander abgestimmt werden kann und ein passendes Gesamtbild möglich ist. Aus der etwas schlechteren Qualitäten werden weitere Produkte wie Latten, Traufläden, Einzelanfertigungen usw. hergestellt.



Abbildung 21: Klotzbretter aus Eiche und Buche (Quelle: Lignum, 2021)





Abbildung 22: Klotzbretter (Quelle: P. Schmider)

### Sortierte Bretter Nadelholz und sortierte Bretter Laubholz

sortierte Bretter

Sortierte Bretter sind in der Regel unbesäumt, können aber auch einseitig besäumt sein (nach Längstrennschnitt). Die Bretter werden einzeln nach Qualität sortiert (sogenannte Lyonersortierung).



Abbildung 23: Sortierte Bretter aus Fichte (Quelle: Lignum, 2021)



### Parallelbretter Nadelholz

#### Parallelbretter

Parallelbretter sind parallel und kantig geschnitten. Parallelbretter werden auch in der Holzverpackungs- und Palettenindustrie weiterverarbeitet sowie in Hobelwerken als Rohhobler, d. h. als Ausgangsmaterial zur Herstellung von Hobelwaren, verwendet.



Abbildung 24: Parallelbretter aus Fichte (Quelle: Lignum, 2021)

### 3.2.2. Handelsübliche Masse

Je nach Verwendungszweck werden die Bretter in unterschiedlichen Abmessungen benötigt. Im Laufe der Zeit haben sich handelsübliche Masse für die im Handel am häufigsten benötigten Abmessungen gebildet. Schnittholz in diesen Abmessungen ist häufig direkt ab Lager verfügbar und deshalb kurzfristig erhältlich.

#### Klotzbretter und sortierte Bretter

handelsübliche  
Masse bei  
Klotzbrettern und  
sortierten Brettern

Als handelsübliche Masse gelten für lufttrockene und ofentrockene Klotzbretter und sortierte Bretter aus Nadelholz sowie aus Ahorn, Buche, Eiche und Esche folgende Abmessungen:

Dicken in mm	24, 27, 30, 33, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100
Mindestdeckbreiten	bei Dicken $\leq 21$ mm: 100 mm bei Dicken 24 bis 30 mm: 120 mm bei Dicken $\geq 33$ mm: 140 mm
Längen	bei Nadelholz von 4,0 m bis 6,0 m, abgestuft von 0,1 zu 0,1 m bei Laubholz von 2,5 m bis 6,0 m, abgestuft von 0,1 zu 0,1 m

#### Parallelbretter aus Nadelholz

handelsübliche  
Masse bei  
Parallelbrettern

Als handelsübliche Masse gelten für Parallelbretter aus Nadelholz folgende Abmessungen:

Dicken in mm	18, 24, 27, 30, 36, 40, 45, 50, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 100
Breiten	von 80 mm bis 250 mm
Längen	von 3,0 m bis 6,0 m, abgestuft von 0,5 zu 0,5 m

Vorzugsmasse bei  
Rohhoblern

Bei Rohhoblern gelten spezielle Regelungen. Neben den handelsüblichen Massen gibt auch Vorzugsmasse. Für handelsübliche Masse und Vorzugsmasse sind je nach der Jahrringstellung («beliebig» und «rift/halbrift») unterschiedliche Werte festgelegt, siehe HHG Holz+HWS Kapitel 2.5.2.2 und 2.5.2.3.

Als Vorzugsmasse gelten folgende Abmessungen für Rohhobler aus Fichte:

- ohne Anforderung an die Jahrringstellung  
Querschnittsabmessungen in mm: 24/150, 30/125, 50/100, 50/125, 50/150  
Länge 5,0 m
- mit Jahrringstellung rift/halbrift (siehe HHG Holz+HWS Kapitel 1.4.11)  
Querschnittsabmessungen in mm: 50/100, 50/125, 50/150, 63/100, 63/125, 63/150  
Länge 5,0 m

### 3.2.3. Holzfeuchte

Bedeutung der Holzfeuchte

Die Holzfeuchte ist von wesentlicher Bedeutung für die weitere Verarbeitung des Schnittholzes. Die Auswirkungen des Schwindens und Quellens (Form- und Massänderungen, Rissbildung usw.) bei einer Veränderung der Holzfeuchte können ungünstig sein. Zudem erfordern Verklebungen und Oberflächenbehandlungen meist eine geeignete Holzfeuchte. Deshalb haben die Abnehmer oft Anforderungen an die Holzfeuchte des Schnittholzes.

Begriffsdefinitionen

Folgende Begriffe werden bei Schnittholz im Zusammenhang mit der Holzfeuchte verwendet:

<b>SÄGEFRISCHES HOLZ (FRISCHES HOLZ)</b>	Holz, das nicht bis zum oder unter den Fasersättigungspunkt getrocknet wurde. Frisches Holz hat normalerweise einen Feuchtegehalt von über 30%.
<b>VERLADETROCKENES HOLZ</b>	Holz mit einem ausreichend niedrigen Feuchtegehalt, bei dem während des Transports Verfärbungen, Schimmel- und Pilzbefall weitgehend vermieden werden. Verladetrockenes Holz hat normalerweise einen Feuchtegehalt von unter 25%.
<b>LUFTTROCKENES HOLZ</b>	Holz, das einen Feuchtegehalt in annäherndem Gleichgewicht mit den umgebenden atmosphärischen Bedingungen im Freien besitzt. Luftgetrocknetes Holz hat normalerweise einen Feuchtegehalt von unter 20%.
<b>OFENTROCKENES HOLZ (TECHNISCH GETROCKNETES HOLZ)</b>	Holz, das einem künstlichen Trocknungsprozess unterzogen wurde und einen angestrebten Ziel-Feuchtegehalt besitzt. Ofentrockenes Holz hat normalerweise einen zu vereinbarenden Feuchtegehalt von unter 15%.
<b>GELATTETES HOLZ</b>	Holz, bei dem im Stapel zwischen den Holzlagen Stapellatten eingelegt sind.

erforderliche Holzfeuchte

Die erforderliche Holzfeuchte ist vom jeweiligen Verwendungszweck abhängig. Deshalb ist die Holzfeuchte bei der Auslieferung zu vereinbaren. Wegen dem Schwinden und Quellen gelten die Nennmasse der Bretter bei der vereinbarten Holzfeuchte (Messbezugsfeuchte).

Holzfeuchtemessung

Die Messung der Holzfeuchte erfolgt nach HHG Holz+HWS Kapitel 1.2.3. Für die grundsätzliche Erläuterung der Holzfeuchtemessung siehe Kapitel Trocknen (2. Lehrjahr).

ohne spezielle Vereinbarung gilt

Ohne spezielle Vereinbarung sind Bretter mit folgenden Holzfeuchten zu liefern:

- Klotzbretter und sortierte Bretter müssen lufttrocken geliefert werden.
- Parallelbretter aus Nadelholz können gelattet als sägefrische Ware geliefert werden und eine Holzfeuchte über 30% aufweisen.

### 3.2.4. Masshaltigkeit

Damit der Kunde sich auf die angegebenen Abmessungen verlassen kann, sind Regeln für die Masshaltigkeit festgelegt.

#### Begriffsdefinitionen

Folgende Begriffe werden bei Schnittholz im Zusammenhang mit der Masshaltigkeit verwendet:

<b>MESSBEZUGSFEUCHTE</b>	Feuchtegehalt, auf den sich die Masse beziehen müssen. Entspricht die vorhandene Holzfeuchte bei der Messung nicht der vereinbarten Messbezugsfeuchte, sind die zulässigen Abweichungen zur Berücksichtigung von Schwinden und Quellen für die vorhandene Feuchtedifferenz gemäss HHG Kapitel 1.3.3 anzupassen.
<b>NENNMASS</b>	Mass, das bei festgelegtem Feuchtegehalt genannt oder angegeben wird.
<b>SOLL-MASS</b>	Das nach Bearbeitung (bei einem festgelegten Feuchtegehalt) zu erreichende Mass, auf das die zulässigen Abweichungen bezogen werden.
<b>IST-MASS</b>	Mass eines Schnittholzstückes zum Zeitpunkt der Messung.
<b>ZULÄSSIGE ABWEICHUNG, GRENZABWEICHUNG</b>	Sammelbegriff für die obere und untere zulässige Abweichung. Die obere zulässige Abweichung ist die Differenz zwischen dem zulässigen Höchstmass und dem zugehörigen Soll-Mass. Die untere zulässige Abweichung ist die Differenz zwischen dem zulässigen Mindestmass und dem zugehörigen Soll-Mass.
<b>MASSTOLERANZ, TOLERANZ</b>	Differenz zwischen oberer und unterer zulässiger Abweichung als absoluter Wert ohne Vorzeichen.

#### zulässige Abweichungen

Als Soll-Masse gelten die Nennmasse der Bretter bei der vereinbarten Holzfeuchte (Messbezugsfeuchte). Die zulässigen Abweichungen von den Soll-Massen bei der vereinbarten Holzfeuchte sind:

- Dicke: + 3 mm / - 1 mm
  - Länge: Überlänge ohne Vereinbarung toleriert / - 0 mm
- Das Zumass für ungekappte Ware muss mindestens 20 mm betragen.

Entspricht die vorhandene Holzfeuchte bei der Messung nicht der vereinbarten Holzfeuchte, sind die zulässigen Abweichungen zur Berücksichtigung von Schwinden und Quellen für die vorhandene Feuchtedifferenz gemäss HHG Holz+HWS Kapitel 1.3.3 anzupassen.

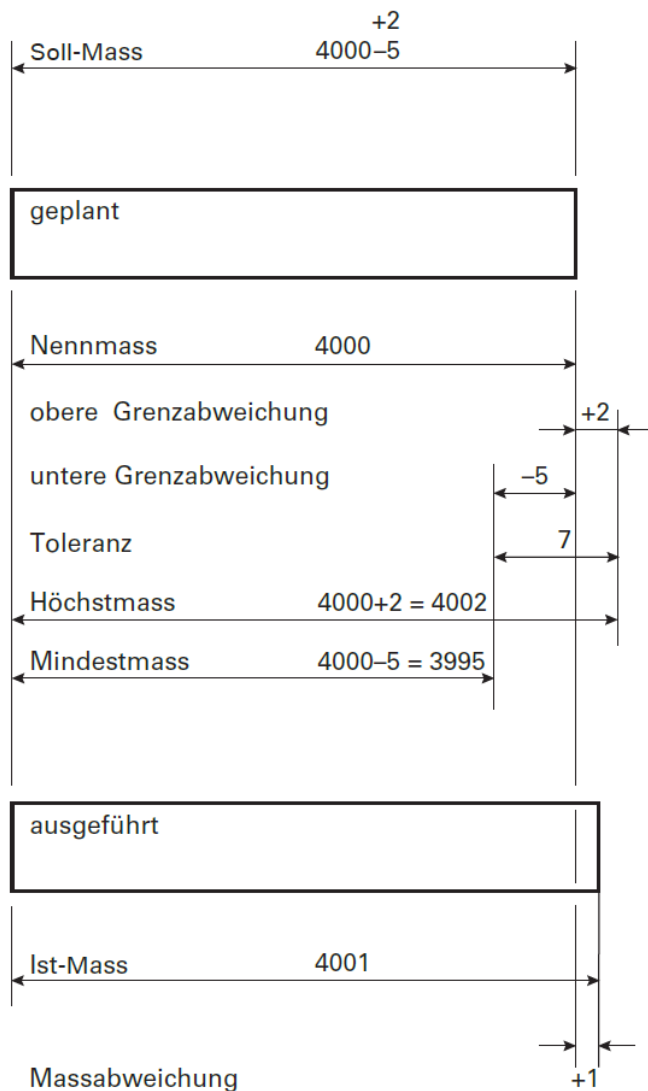


Abbildung 25: Begriffe im Zusammenhang mit der Masshaltigkeit  
(Quelle: Modifizierte Figur 2 aus SIA 414/1, 2016)

### 3.2.5. Erscheinungsklassierung

Bei der Erscheinungsklassierung wird das Schnittholz nach festgelegten Kriterien für relevante Merkmale bezüglich des Aussehens verschiedenen Klassen zugeteilt.

#### Erscheinungsklassen für Klotzbretter und sortierte Bretter

Bei Klotzbrettern und sortierten Brettern werden drei Erscheinungsklassen unterschieden:

- 1 Auslese
- 2 Schreinerware
- 3 Zimmermannsware

Als unklassierte Ware werden Klotzbretter und sortierte Bretter gehandelt, die der Zimmermannsware nicht mehr zugeordnet werden können.

Da Klotzbretter mit den oben erwähnten Erscheinungsklassen meistens für unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden, ist auch die Holzfeuchtigkeit nicht dieselbe. Bei Auslese- und Schreinerware sind Klotzbretter eher in ofentrockenem (max. 15%) Zustand gefragt, während bei Zimmermannsware in der Regel auch Lufttrockenes (max. 20%) Holz ausreicht.

Erscheinungsklassen bei Klotzbrettern und sortierten Brettern

## Erscheinungsklassen für Parallelbretter aus Nadelholz

Erscheinungs-  
klassen bei  
Parallelbrettern

Bei Parallelbrettern aus Nadelholz werden fünf Erscheinungsklassen unterschieden:

- 1 Auslese
- 2 Schreinerware
- 3 Zimmermannsware
- 4 zwecksortierte Holzverpackungs- und Palettenware
- 5 Holzverpackungs- und Palettenware

Die Erscheinungsklassierung der Rohhobler wird entsprechend der Erscheinungsklassierung von Hobelwaren nach Vereinbarung festgelegt.

## Merkmale für die Erscheinungsklassierung von Brettern

Die Merkmale zur Erscheinungsklassierung (z.B. Äste, Jahrringbreite, Faserverlauf usw.) und deren Messung sind in HHG Holz+HWS Kapitel 1.4 definiert.

Messung der  
Merkmale

Wenn Sie in HHG Holz+HWS Kapitel 1.4 nachschlagen, werden Sie feststellen, dass für ein Merkmal teilweise mehrere Messregeln bestehen können. Beispielsweise für die Bestimmung der Astgrösse werden je nach Produkt drei unterschiedliche Verfahren verwendet. Nämlich:

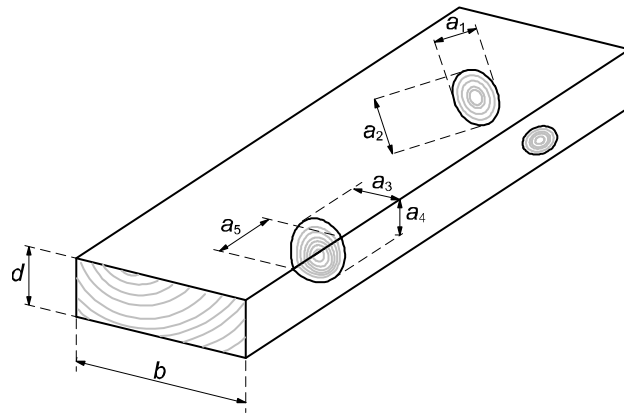
- Mittlerer sichtbarer Durchmesser des Astes (HHG Holz+HWS Seite 17, Bild 1.4-1)
- Rechtwinklig zur Längsachse gemessene Breite des Astes (HHG Holz+HWS Seite 18, Bilder 1.4-2, -3 und -4)
- Kleinster sichtbarer Durchmesser des Astes (HHG Holz+HWS Seite 19, Bild 1.4-5)

Welches dieser Verfahren ist nun für die Erscheinungsklassierung der Bretter anzuwenden?

Wenn Sie bei den Kriterien für die Erscheinungsklassierung der Bretter nachschlagen, finden Sie die Angabe. Beispielsweise in HHG Holz+HWS Tabelle 2.1-1, Seite 28, wird bei Klotzbrettern für die Erscheinungsklasse 3 «bis 40 mm *mittlerer Durchmesser* zulässig» angegeben.

Für die Erscheinungsklassierung von Brettern ist generell das Verfahren «mittlerer sichtbarer Durchmesser des Astes» für die Messung der Astgrösse anzuwenden.





Ast: mittlerer sichtbarer Durchmesser =  $\frac{a_1 + a_2}{2}$

Kantenast: Breitseite:  
mittlerer sichtbarer Durchmesser =  $\frac{a_3 + a_5}{2}$

Schmalseite:  
mittlerer sichtbarer Durchmesser =  $\frac{a_4 + a_5}{2}$

Abbildung 26: Messung des kleinsten und größten sichtbaren Durchmessers eines Astes  
(Quelle: Bild 1.4-1 aus Lignum, 2021)

### Kriterien für die Erscheinungsklassierung von Brettern

Erscheinungs-  
klassierung

Die Kriterien für die Erscheinungsklassierung sind festgelegt für:

- Klotzbretter aus Fichte, Tanne, Föhre, Lärche und mitteleuropäische Douglasie (siehe HHG Holz+HWS Tabelle 2.1-1)
- Klotzbretter aus Ahorn, Buche, Eiche und Esche (siehe HHG Holz+HWS Tabelle 2.2-1)
- sortierte Bretter aus Fichte, Tanne, Föhre, Lärche und mitteleuropäische Douglasie (siehe HHG Holz+HWS Tabelle 2.3-1)
- sortierte Bretter aus Ahorn, Buche, Eiche und Esche (siehe HHG Holz+HWS Tabelle 2.4-1)
- Parallelbretter aus Fichte, Tanne, Föhre, Lärche und mitteleuropäische Douglasie (siehe HHG Holz+HWS Tabellen 2.5-1 und 2.5-2)

Vorgehen bei der  
Erscheinungs-  
klassierung

Für die Klassierung sind die Abmessungen an der für das jeweilige Merkmal ungünstigsten Stelle der Brettseite wie folgt zu ermitteln:

- bei Klotzbrettern auf der oberen Seite des klotzliegenden Brettes
- bei sortierten Brettern und Parallelbrettern sind beide Seiten in Betracht zu ziehen. Falls beide Seiten dieselbe Klasse haben, ist dies die Klasse des Stückes. Falls es eine bessere und eine schlechtere Breitseite gibt, ist die Klasse des Stückes eine Klasse besser als die Klasse der schlechteren Seite.

Erscheinungs-  
klassierung von  
Klotzbrettern

Bei Klotzbrettern wird die Ware eines Klotzes im Ganzen erscheinungssortiert.  
Beispiele:

- Ein einzelnes fehlerfreies Brett, das in einem Klotz einer niedrigeren Erscheinungsklasse enthalten ist, reicht nicht aus, um den gesamten Klotz in eine höhere Klasse einzustufen.

- Andererseits führt ein Markbrett, das mehr Merkmale aufweist, als in der Erscheinungsklasse des restlichen Klotzes zulässig sind, nicht zu einer Abwertung des ganzen Klotzes.

Vereinzelt auftretende Überschreitungen der Kriterien zur Erscheinungsklassierung werden durch entsprechende Massvergütungen ausgeglichen.

### 3.2.6. Ausmass

Für die Abrechnung einer Lieferung muss das Ausmass der Bretter ermittelt werden. Dafür wird üblicherweise das Volumen der Bretter einer Lieferung berechnet.

Begriffsdefinitionen

Folgende Begriffe werden im Zusammenhang mit dem Ausmass verwendet:

<b>NENNMASS</b>	Mass, das bei festgelegtem Feuchtegehalt genannt oder angegeben wird.
<b>VERRECHNUNGSMASS</b>	Mass, das für die Ermittlung des Ausmasses verwendet wird.
<b>AUSMASS</b>	Menge für die Verrechnung, als Länge, Fläche, Volumen oder Stückzahl
<b>Los</b>	Anzahl von Stücken mit gleicher Spezifikation. Ein Los Schnittholz kann z.B. sein: ein Paket Schnittholz, eine Lastwagen-, Waggon- oder Schiffsladung Schnittholz, ein Schnittholzstapel, eine Trockenkammerladung.

Für das Ausmass gelten die Nennmasse bei der vereinbarten Holzfeuchte.

### Klotzbretter

Volumen bei  
Klotzbrettern

Berechnungsgrundlage für das Volumen der Klotzware sind die Gesamtbreite, die Dicke und die Länge der Bretter.

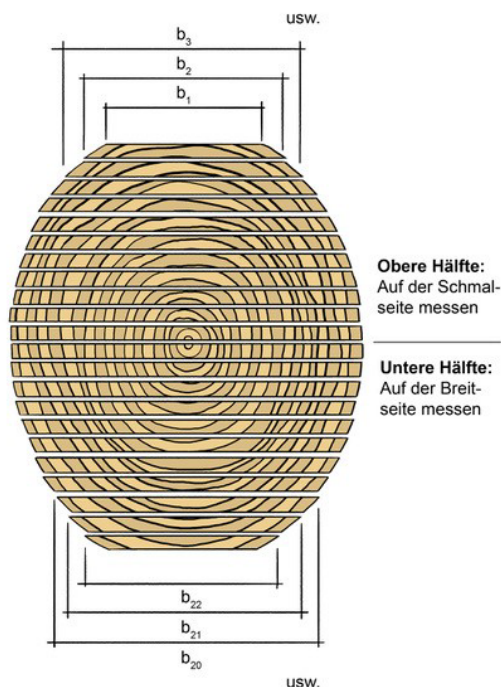


Abbildung 27: Messung der Gesamtbreite aller Bretter eines Klotzes (Quelle: HIS)

Die Gesamtbreite aller Bretter eines Klotzes oder einer Reihe aufeinanderfolgender Stücke eines Klotzes, jeweils mit gleicher Länge und Dicke, wird auf halber Länge rechtwinklig zur Stammachse ohne Rinde gemessen. Sie entspricht der Summe der Breiten der klotzliegenden, oberen Seiten der unbesäumten Bretter (gem. Abbildung). Es ist auch möglich die Breite des Klotzbrettes mit halber Baumkante zu messen.

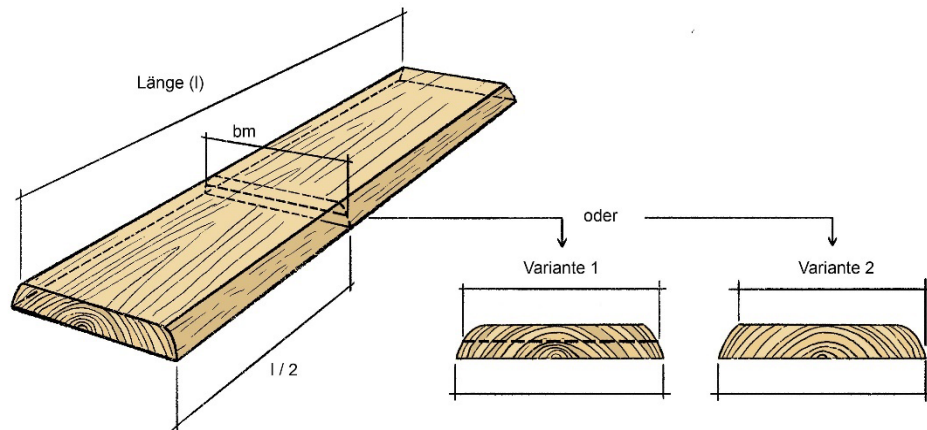


Abbildung 28: Varianten zur Vermessung von Klotzbretter (Quelle: HIS)

Zwei Varianten der halben Baumkante

Bei Kernholzbäumen ist dem Splint immer eine besondere Beachtung zu schenken, allerdings wird gesunder Splint mitgemessen.

Bei vereinzelt auftretenden Überschreitungen der Kriterien zur Erscheinungsklassierung ist es nicht zulässig, ein oder mehrere Bretter aus der Klotzware herauszunehmen (siehe HHG Holz+HWS). Oft sind dies Holzmerkmale wie beispielsweise starke Krümmung, Faulstellen, grosse Äste, Harzgallen oder Markrisse, die hauptsächlich in der Brettregion des Markes auftreten. In diesem Fall wird eine Volumenminderung dieser Bretter als Massvergütung vorgenommen. Dabei werden NUR die Teile berücksichtigt bzw. gemessen, welche die Kriterien zur Erscheinungsklassierung erfüllen.



Abbildung 29: Vermessung Klotzbretter (Quelle: Codourey SA)

### Sortierte Bretter

Volumen bei  
sortierten Brettern

Berechnungsgrundlage für das Volumen der sortierten Bretter sind die Breiten, die Dicke und die Länge der Bretter.

Die Breite eines unbesäumten Brettes wird bestimmt, indem man die Breite mit halber Baumkante ohne Rinde in halber Brettlänge misst. Wenn dies aufgrund eines Merkmals an dieser Stelle zu falschen Ergebnissen führt, werden zwei von dieser Stelle gleich weit entfernte Messungen durchgeführt und deren Mittel verwendet. Bei Kernholzbäumen ist dem Splint immer eine besondere Beachtung zu schenken, allerdings wird gesunder Splint mitgemessen.

Bei vereinzelt auftretender Überschreitung der Kriterien zur Erscheinungsklassierung wird eine Volumenminderung dieser Bretter als Massvergütung vorgenommen. Dabei werden nur die Teile berücksichtigt, welche die Kriterien zur Erscheinungsklassierung erfüllen.

### Parallelbretter aus Nadelholz

Volumen bei  
Parallelbrettern

Berechnungsgrundlage für das Volumen sind die Breiten, die Dicke und die Länge der Parallelbretter.

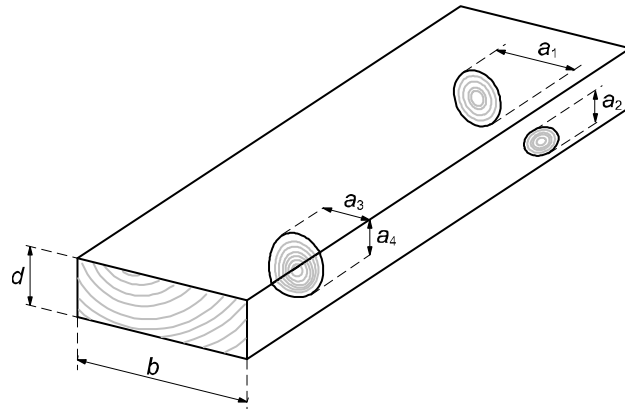
Bei unterschiedlichen Breiten wird die Breite gleichlanger Stücke einzeln gemessen, um deren Gesamtbreite zu ermitteln. Die Berechnung kann auch mit der Gesamtbreite einer Lage dicht nebeneinander liegender Bretter erfolgen.

### 3.3. Bretter für spezifische Verwendungszwecke

Einige Bretter werden für spezifische Verwendungszwecke hergestellt, wie die BSH-Lamellen, Schalbretter und Gerüstbretter. Die Regeln und Gebräuche für diese Bretter sind genau für diesen Verwendungszweck festgelegt.

Messung der  
Astgrösse

Bei den BSH-Lamellen, Schalbrettern und Gerüstbrettern spielt die Festigkeit eine Rolle. Die Astgrösse für die Festigkeitssortierung wird nach dem Verfahren «Rechtwinklig zur Längsachse gemessene Breite des Astes» (HHG Holz+HWS Seite 18, Bilder 1.4-2, -3 und -4) gemessen.



Ast: Breite des Astes =  $a_1$  bzw.  $a_2$

Kantenast: Breitseite:  
Breite des Astes =  $a_3$

Schmalseite:  
Breite des Astes =  $a_4$

Abbildung 30: Messung der Astgrösse rechtwinklig zur Holzstück-Längsachse  
(Quelle: Bild 1.4-2 aus Lignum, 2021)

Für die Erscheinungsklassierung der BSH-Lamellen wird deshalb auch dieses Messverfahren für die Astgrösse verwendet.

### 3.3.1. BSH-Lamellen

#### Produkt

Brettschichtholzlamellen sind ein Vorprodukt für die Herstellung von Brettschichtholz, siehe HHG Holz+HWS Kapitel 4.5. Brettschichtholzlamellen müssen mindestens die grundlegenden Anforderungen der vereinbarten Festigkeitsklasse insofern erfüllen, dass diese Anforderungen mit dem üblichen Auskappen einzelner Strukturstörungen (z.B. Äste) bei der Brettschichtholzproduktion vollständig erfüllt sind.



Abbildung 31: Brettschichtholzlamelle aus Fichte in Normal-Qualität (N), sägerau (Quelle: Lignum, 2021)

#### Erscheinungsklassierung

Bei Brettschichtholzlamellen aus Fichte oder Tanne werden zwei Erscheinungsklassen unterschieden:

N	Normal-Qualität
I	Industrie-Qualität

Die Merkmale zur Erscheinungsklassierung (z.B. Äste, mittlere Jahrringbreite, Fasererlauf usw.) und deren Messung sind in HHG Holz+HWS Kapitel 1.4 definiert.

Die Kriterien für die Erscheinungsklassierung sind in HHG Holz+HWS Kapitel 4.5.6 festgelegt. Eine Überschreitung der Kriterien bei den Merkmalen Äste, Faserneigung, Harzgallen und Rindeneinwuchs sowie bei mechanischen Beschädigungen ist zulässig, wenn dadurch pro Brettschichtholz-Lamelle nicht mehr als zwei Auskappungen erforderlich sind.

#### ohne spezielle Vereinbarung gilt

Ohne spezielle Vereinbarung gilt bei Brettschichtholzlamellen aus Nadelholz:

- grundlegende Anforderungen der Festigkeitsklasse T14
- Holzart Fichte/Tanne
- Holzfeuchte  $12 \pm 2\%$
- Erscheinungsklasse I (Industrie)
- Oberfläche sägerau



### 3.3.2. Schalbretter

#### Produkt

Schalbretter werden als Arbeitsmittel im Bauwesen hauptsächlich temporär eingesetzt.



Abbildung 32: Schalbretter aus Fichte, sägerau (hinten) und einseitig gehobelt (vorne) (Quelle: Lignum, 2021)

#### handelsübliche Masse

Als handelsübliche Masse gelten bei Schalbrettern:

Roh	Dicke 30 mm, Breite sägefallend 90 bis 220 mm
Einseitig gehobelt	Dicke 27 mm, Breite sägefallend 90 bis 220 mm
Vierseitig gehobelt	27/125, 27/150, 27/200 (Masse in mm)
Längen von	3,0 m, 4,0 m und 5,0 m

#### Sortierung

Bei Schalbrettern erfolgt keine Erscheinungsklassierung. Für die Festigkeitssortierung von Schalbrettern gilt Norm DIN 4074-1, siehe HHG Holz+HWS Kapitel 1.5.

#### ohne spezielle Vereinbarung gilt

Ohne spezielle Vereinbarung gilt für Schalbretter bei der Lieferung:

- mindestens Festigkeitsklasse C16
- Holzart Fichte/Tanne, Oberfläche sägerau
- sägefrisch, kann eine Holzfeuchte von über 30% aufweisen

### 3.3.4. Gerüstbretter

#### Produkt

Gerüstbretter werden als Arbeitsmittel im Bauwesen hauptsächlich temporär eingesetzt.



Abbildung 33: Gerüstbrett aus Tanne, sägerau (Quelle: Lignum, 2021)

#### handelsübliche Masse

Als handelsübliche Masse gelten für Gerüstbretter:

Querschnitts- abmessungen in mm	45/250, 45/280, 45/300, 50/250, 50/280 und 50/300
Längen von	4,0 m und 5,0 m

#### Sortierung

Bei Gerüstbrettern erfolgt keine Erscheinungsklassierung. Für die Festigkeitssortierung gilt Norm DIN 4074-1, siehe HHG Holz+HWS Kapitel 1.5.

#### ohne spezielle Vereinbarung gilt

Ohne spezielle Vereinbarung gilt für Gerüstbretter bei der Lieferung:

- mindestens Festigkeitsklasse C24
- Holzart Fichte/Tanne, Oberfläche sägerau
- sägefrisch, kann eine Holzfeuchte von über 30% aufweisen

### 3.4. Latten

#### Produkt

Latten können für allgemeine oder tragende Zwecke produziert werden. Latten für den Normalverbrauch müssen gesund, bruchfrei und kleinastig sein. Zulässig sind leichte Verfärbungen durch braune und rote Streifen, Verfärbungen durch Bläue, leichter Insektenbefall sowie kleine Baumkante.

Latten werden in der Schweiz üblicherweise nicht festigkeitssortiert gehandelt. Falls gewünscht, ist die erforderliche Festigkeitsklasse speziell zu vereinbaren.

Bei keilgezinkten Latten erfordert die Herstellung eine Befähigung und eine qualitätsgesicherte Produktion. Der Klebstoff der Längsstöße muss sich für den vorgesehenen Anwendungsbereich eignen. Die Festigkeit der Längsstöße muss mindestens die Anforderungen der vereinbarten Festigkeitsklasse erfüllen.



Abbildung 34: Latten aus Fichte und Tanne (Quelle: Lignum, 2021)

#### handelsübliche Masse

Als handelsübliche Masse gelten für Latten folgende Querschnittsabmessungen in mm:

Dachlatten	24/48, 30/50, 30/60 in der Westschweiz zusätzlich: 27/40, 27/50, 27/60
Doppellatten	45/50, 50/50, 60/60
Fassadenlatten	30/60, 30/70, 30/90 verdickt: 27/60, 27/70, 27/90
Konstruktions- latten, gehobelt	20/50, 20/60, 20/70, 27/60
Längen von	4,0 m und 5,0 m sind üblich

ohne spezielle  
Vereinbarung gilt

Ohne spezielle Vereinbarung gilt für Latten bei der Lieferung:

- Holzart Fichte/Tanne, Oberfläche sägerau
- lufttrocken bzw. Holzfeuchte  $12 \pm 2\%$  keilgezinkten und verleimten Latten

### 3.5. Kanteln

Produkt

Kanteln aus Nadelholz werden mehrheitlich als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Fenstern verwendet. Es wird unterschieden zwischen Kanteln für Flügel und Rahmen. Der Unterschied besteht in der Sichtbarkeit der Oberflächen beim fertig eingebauten Fenster. Flügel sind 4-seitig sichtbar, Rahmen sind meist nur winkelseitig sichtbar bleibend. Neben massiven Kanteln (natur) werden auch keilgezinkte und/oder lamellierte Kanteln hergestellt.



Abbildung 35: Kanteln aus Fichte (Quelle: Lignum, 2021)

Die Oberflächenbeschaffenheit massiver Kanteln ist zu vereinbaren. Üblich sind sägerau, verdickt (kalibriert) oder gehobelt.

Regeln und  
Gebräuche  
Erscheinungsklas-  
sierung

Für die Regeln und Gebräuche bei Kanteln siehe HHG Holz+HWS Kapitel 4.1.

Bei massiven Vollholz-Fensterkanteln aus Nadelholz in Stangen werden drei Erscheinungsklassen unterschieden:

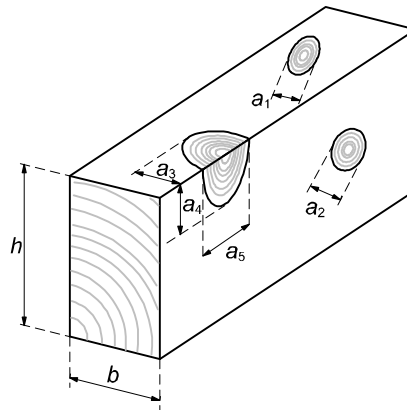
- 1 Auslese (für naturbelassene Fenster)
- 2 Normal
- 3 Kappware (Klötzli)

Die Kriterien für die Erscheinungsklassierung sind in HHG Holz+HWS Kapitel 2.6.6 festgelegt.

### 3.6. Kantholz

Messung der  
Astgrösse

Falls Kantholz für tragende Zwecke verwendet werden soll, ist eine Festigkeitssortierung erforderlich. Die Astgrösse für die Festigkeitssortierung von Kantholz wird nach der Methode «Kleinsten sichtbarer Durchmesser des Astes» (HHG Holz+HWS Seite 19, Bild 1.4-5) gemessen.



Ast: kleinster sichtbarer Durchmesser =  
 $a_1$  bzw.  $a_2$

Kantenast: Seite  $b$ :  
kleinster sichtbarer Durchmesser =  
der kleinere Wert von  $a_3$  und  $a_5$

Seite  $h$ :  
kleinster sichtbarer Durchmesser =  
der kleinere Wert von  $a_4$  und  $a_5$

Abbildung 36 Messung des kleinsten sichtbaren Durchmessers eines Astes  
(Quelle: Bild 1.4-5 aus Lignum, 2021)

Für die Erscheinungsklassierung von Vollholz wird deshalb auch dieses Messverfahren für die Astgrösse verwendet.

### 3.6.1. Vollholz

#### Produkt

Festigkeitssortiertes Kantholz als Bauholz wird als Vollholz für tragende Zwecke nach Norm SN EN 14081-1 hergestellt. Für Bauholz gelten grundsätzlich die Vorschriften des Bauproduktrechts, siehe HHG Holz+HWS Kapitel 0.2.



Abbildung 37: Vollholz aus Tanne in Normal-Qualität (N), sägerau (Quelle: Lignum, 2021)

#### Regeln und Gebräuche

Für die Regeln und Gebräuche zu Vorzugsmasse, Holzfeuchte, Masshaltigkeit und Ausmass siehe HHG Holz+HWS Kapitel 4.1.

#### Erscheinungsklassierung

Bei Vollholz aus Fichte und Tanne werden drei Erscheinungsklassen unterschieden:

- |   |   |
|---|---|
| A | Auslese-Qualität<br>für den sichtbaren Bereich bei erhöhten Anforderungen an das Aussehen |
| N | Normal-Qualität<br>für den sichtbaren Bereich bei normalen Anforderungen an das Aussehen  |
| I | Industrie-Qualität<br>für Bereiche ohne Anforderungen an das Aussehen                     |

Die Kriterien der Erscheinungsklassen sind in HHG Holz+HWS Kapitel 4.1.7 zusammengestellt. Für die visuelle Festigkeitssortierung des Vollholzes gilt in der Schweiz die Norm DIN 4074-1, siehe HHG Holz+HWS Kapitel 1.5.

#### ohne spezielle Vereinbarung gilt

Ohne spezielle Vereinbarung gilt bei Vollholz aus Nadelholz:

- mindestens Festigkeitsklasse C24
- Holzart Fichte/Tanne
- Holzfeuchte sägefrisch (über 30%)
- Erscheinungsklasse I (Industrie-Qualität)
- Oberfläche sägerau, Äste und Harzgallen ungeflickt, ohne Ausbesserung mittels Füllmassen



### 3.6.2. Schalungskantholz

#### Produkt

Schalungskantholz wird als Arbeitsmittel für tragende Zwecke im Bauwesen hauptsächlich temporär eingesetzt.

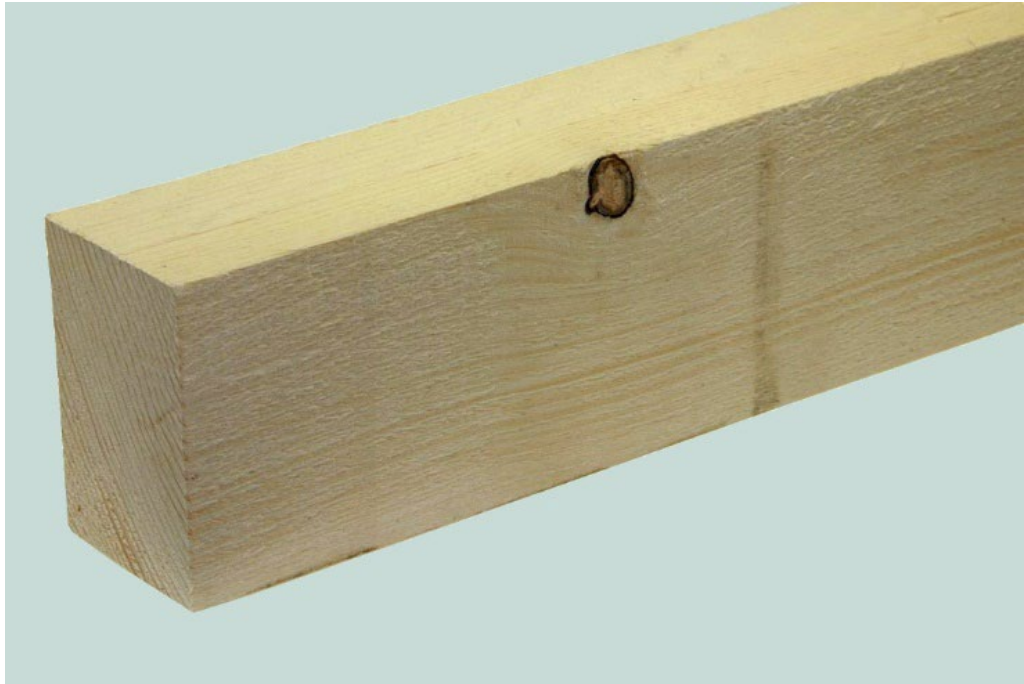


Abbildung 38: Schalungskantholz aus Tanne, sägerau (Quelle: Lignum, 2021)

#### handelsübliche Masse

Als handelsübliche Masse für Schalungskantholz gelten:

- Querschnittsabmessungen in mm: 80/120, 120/160
- Längen von 3,0 m, 4,0 m und 5,0 m

#### Sortierung

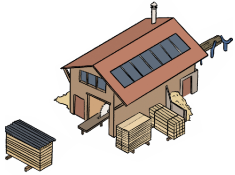
Bei Schalungskantholz erfolgt keine Erscheinungsklassierung. Für die Festigkeitssortierung gilt Norm DIN 4074-1, siehe HHG Holz+HWS Kapitel 1.5.

#### ohne spezielle Vereinbarung gilt

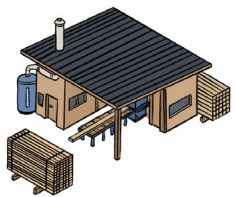
Ohne spezielle Vereinbarung gilt bei Schalungskantholz:

- mindestens Festigkeitsklasse C16
- Holzart Fichte/Tanne/Föhre, Oberfläche sägerau
- sägefrisch, kann eine Holzfeuchte von über 30% aufweisen

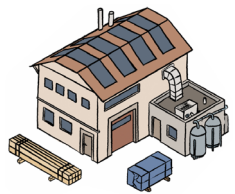
## 4. Reinigen und Schmieren von Maschinen und Anlagen



Sägerei



Hobelwerk



Leimwerk

### HK e1: Anlagen und Maschinen der Holzverarbeitung warten

Das klassische Sägewerk ist heute nahezu ein typischer Industriebetrieb, der ganz viele verschiedenen Maschinen und komplexen Anlagen umfasst. Diese übernehmen die Arbeiten des Menschen und entlasten diesen. Damit die verschiedenen Maschinen und Anlagen möglichst lange einwandfrei funktionieren, ist es wichtig, dass diese periodisch nach Vorgaben des Herstellers geschmiert und gewartet werden.



Abbildung 39: Reinigen & Schmieren (Quelle: OLWO AG)

Die Schmier- und Wartungsarbeiten sollten in einem Wartungsjournal schriftlich festgehalten werden.

Einen ähnlich hohen Stellenwert wie das Schmieren hat das Reinigen der Anlagen. Diese Arbeiten werden täglich vorgenommen und sorgen für angenehme Arbeitsbedingungen am Arbeitsplatz und eine längere Lebensdauer der Anlagen. Im Zuge der Reinigung kann man zudem eventuelle Mängel an der Anlage feststellen.

Beim Reinigen und Schmieren arbeitet man oft in Gefahrenbereichen und mit Chemikalien. Daher ist es sehr wichtig, dass die Sicherheitsregeln und Massnahmen strikt eingehalten werden.

### **Praxisaufträge im Betrieb**

- Unterhaltsarbeiten an Maschinen durchführen (z.B. reinigen, schmieren)
- Wartungsjournal führen (periodische Arbeiten, d.h. täglich, wöchentliche, monatliche)
- Einfache Verschleissteile ersetzen
- Werkzeuge und Kleinmaschinen instandhalten
- Mechanische Störungen lokalisieren und korrekt reagieren

### **Überbetrieblicher Kurs 3**

- Wartung und kleine Instandhaltungsarbeiten; Verschleissteile ersetzen  
Holzarten und Sortimente bestimmen (Schnittholz)

### **Berufliche Situationen**

- Sie reinigen Maschinen und entfernen z.B. Staub und Späne. Dabei beachten Sie die Sicherheitsvorschriften.
- Sie fetten oder ölen je nach Vorgabe die Maschinen und Anlagen.
- Sie kennen die einfachsten Bestandteile einer Maschine.

## Lernziele

- Sie erläutern den Zweck und die Wichtigkeit des Reinigens und Schmierens von Maschinen oder Anlagen sowie die wesentlichen Unterschiede.
- Sie unterscheiden Haupt-, Neben- und Hilfsmaschinen und benennen die wichtigsten Bauteile.
- Sie unterscheiden beim Reinigen zwischen manueller und maschineller Methode und bestimmen exemplarisch wann, was und wie gereinigt werden muss.
- Sie unterscheiden beim Schmieren zwischen manueller und automatischer Methode und bestimmen exemplarisch wann, was und wie geschmiert werden muss.
- Sie unterscheiden beim Schmieren zwischen Ölen und Fetten und erkennen wann, was und wie eingesetzt werden muss.
- Sie unterscheiden zwischen Instandhaltung und Wartungsarbeiten.
- Sie erläutern die Bedeutung der Betriebsanleitung für die Wartung bzw. Reinigung von Maschinen und Anlagen.
- Sie beschreiben den Zweck von Wartungsjournalen und füllen diese ordnungsgemäss aus.
- Sie benennen die Sicherheitsregeln bei Reinigungs- und Schmierarbeiten.

## 4.1. Einleitung

Die Säge- und Hobelwerkbranche wurde in den letzten 20 Jahren stark industrialisiert. Dies führte in den meisten Betrieben zu einer hohen Automatisierung. Viele Arbeitsabläufe werden nicht mehr vom Menschen ausgeführt, sondern von Maschinen und Anlagen. Dies, weil Maschinen konstant dieselbe Leistung bringen und dadurch leistungsfähiger sind. In der Regel arbeiten Maschinen sogar präziser als der Mensch. Maschinen sind gerade für wiederkehrende Produktionsabläufe nicht mehr wegzudenken. Auch die hohen Lohnkosten sind ein wesentlicher Grund für den Einsatz von Maschinen und fördern einen hohen Automatisierungsgrad der Produktionsprozesse.



Abbildung 40: Sortieranlage (Quelle: Blumer Lehmann AG)

Damit Maschinen und Anlagen reibungslos funktionieren, sind periodische Reinigungs- und Wartungsarbeiten nötig. Das Reinigen und Schmieren sind wichtige Aufgaben im Bereich der Instandhaltung, um die Leistung und Effizienz der Maschinen sicherzustellen.



Abbildung 41: Sortieranlage (Quelle: Blumer Lehmann AG)



Beim Reinigen kann man Verunreinigungen, Staub, Schmutz, Öl- oder Fettreste und andere Ablagerungen entfernen, die sich im Laufe der Zeit auf der Oberfläche von Maschinen und Anlagen ansammeln und dadurch zu Störungen führen können. Auch erkennt man eventuelle Mängel und Schäden an der Anlage.

Das Schmieren von Maschinen und Anlagen ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Instandhaltung und Wartung. Schmierstoffe wie Öle, Fette und Schmiermittel werden verwendet, um die Reibung zwischen beweglichen Teilen zu reduzieren und die Lebensdauer von Maschinen und Anlagen zu verlängern.

### **Achtung:**

Vor Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten an Anlagen (Ölen, Schmieren, Reinigen, Reparieren von Maschinen) müssen alle Energiequellen (z.B. an Hauptschalter, Revisionsschalter, Stecker, Druckluft) und Materialströme ausgeschaltet werden.

Weiter gilt:

- Hauptschalter immer gegen Wiedereinschalten sichern (Vorhängeschloss)
- Vorgängig Sicherheitsdatenblätter und Bedienungsanleitung lesen
- PSA anwenden
- Pflege- und Reinigungsmittel korrekt anwenden

Detail dazu unter Kapitel 4.6 sowie Kapitel 2.

## **4.2. Maschinen und Anlagen**

Damit man die Maschinen und Anlagen korrekt anhand der Bedienungsanleitung und dem Wartungsjournal reinigen und schmieren kann, ist es wichtig, dass man die Anlagen und Maschinen unterscheiden kann. Auch muss man die wichtigsten Bauteile kennen.

### **Anlagen**

Anlagen sind verglichen mit kleineren Maschinen oder Nebenmaschinen im Boden fest befestigte Komponenten, die oft aus modularer Technik bestehen. In der Holzindustrie sind Anlagen oft systematisch zusammengestellte Förder- und Hilfsmaschinen, die oft im Verbund mit einer Neben- oder Hauptmaschine stehen. Mehrere Maschinen, die miteinander verbunden sind, bilden so eine Anlage. In der Regel werden Anlagen aus produktions- und sicherheitstechnischen Gründen von einem Standort (Führerstand) aus gesteuert und bedient. Anlagen haben den Nachteil, dass sie durch ihre komplexe und zusammenhängende Bauweise anfällig für Betriebsstörungen sind. Diese können zu grösseren Produktionsausfällen führen.





Abbildung 42: Anlage für den Rundholzeinschnitt (Quelle: Schilliger Holz AG)

## Maschinen

Maschinen bestehen aus einem technischen Gebilde, das durch ein Antriebssystem (Motor, Getriebe, usw.) Maschinenteile bewegen kann. Dies wäre zum Beispiel bei einem Vollgatter der Sägerahmen, der mit Hilfe des Schwungrades und der Stelzen bewegt wird. Bei einer Dickenhobelmaschine ist beispielsweise die Hobelwelle das zu bewegende Maschinenteil.

Es wird allgemein zwischen verschiedensten Maschinentypen unterschieden, zum Beispiel zwischen Arbeitsmaschinen, Transportmaschinen und Handmaschinen. Gerade Handmaschinen sind einfach transportierbar. Aber auch andere Maschinen sind mit einem relativ kleinen Aufwand abmontierbar, um sie an einem anderen Ort wieder aufzubauen. Erst bei richtig grossen Industriemaschinen wie beispielsweise Haupt- und Nebenmaschinen wird es kompliziert mit dem Zügeln der Maschinen.



Abbildung 43: Vier-Seiten-Hobelmaschine (Quelle: Ruedersäge AG)

Haupt-, Neben-  
und Hilfsmaschinen

In der Holzindustrie, insbesondere in den Sägewerken, wird zwischen Haupt-, Neben- und Hilfsmaschinen unterschieden.

Hauptmaschinen (zum Beispiel Vollgatter) sind zu einem grossen Teil mitverantwortlich für die Wirtschaftlichkeit eines Holzindustriebetriebes und werden oft im «ersten» Produktionsschritt in der Verarbeitung des Holzes eingesetzt.

Nebenmaschinen (zum Beispiel Besäumkreissäge) sind dann für den «zweiten», «dritten» oder gar den «vierten» Produktionsschritt verantwortlich.

Hilfsmaschinen (zum Beispiel Metallsuchgerät) unterstützen den allgemeinen Produktionsprozess der Haupt- und Nebenmaschinen beim Produzieren des Holzproduktes.

Beispiel in einem Sägewerk:

Eine Hauptmaschine sägt den Rundholzstamm ein und produziert damit Haupt- und Nebenware. Die Nebenware wird mit der Nebenmaschine besäumt, dabei werden die Spreissel (Abschnitte) von der Hilfsmaschine zu Hackschnitzel verarbeitet.

Komponenten

Eine Maschine besteht aus folgenden Komponenten (siehe auch Kapitel strombetriebenen Maschinen & Anlagen):



Abbildung 44: Kreissägezentrum (Quelle: Schilliger Holz AG)

Gestell

Maschinengestelle bilden den Rahmen für Aggregate (zusammengehörende Maschinenteile), Werkzeuge und Werkstücke. Sie müssen die Kräfte ableiten, die beim Produktionsprozess des Werkstückes entstehen.

Ihr Aufbau und die dafür verwendeten Materialien entscheiden über die Präzision der Bearbeitung sowie die Güte der erzeugten Oberflächen. Deshalb sollte ein Maschinengestell möglichst massiv konstruiert werden, was oft teuer ist und sich mit



Umweltauflagen beisst. Ruhende Teilen am Gestell werden möglichst massig gebaut, also mit Beton, Guss, Stahl oder Sand in den Hohlräumen. Bewegliche Teile werden in Leichtbauweise mit beispielsweise Kunststoff oder Aluminium erstellt.

#### Antriebe

Maschinen haben wesentlich zur Industrialisierung anfangs des 19. Jahrhunderts beigetragen. Wurden die Maschinen Anno 1820 noch mittels Dampf angetrieben, gewannen die strombetriebenen Antriebe schon Ende des 19. Jahrhunderts an Bedeutung.

Mittlerweile sind fast alle Antriebe elektrisch. Dabei unterscheiden wir zwischen Haupt-, Vorschub- und Einstellantrieben.

Hauptantriebe arbeiten in der Regel mit konstanter Drehzahl und sind beim Sägevorgang zuständig für die Schnittbewegung. Eine allfällige Drehzahlanpassung findet durch das Getriebe statt, das oft aus einem Riemen-, Zahnrad- oder Kettenantrieb besteht. Gerade aus Gründen der Sicherheit wird heutzutage die Motorenbremse immer wichtiger. Beispielsweise muss ein Aggregat, das für den Menschen während des Betriebs zugänglich ist, innerhalb von 10 Sek. stillstehen können. Häufig wird die Drehzahl der Schnittgeschwindigkeit aber auch über Frequenzumrichter reguliert, die direkt auf die Motoren gehen.

Vorschubantriebe befördern das Werkstück zum Werkzeug. Es muss möglich sein, dass die Vorschubgeschwindigkeit konstant und veränderlich eingestellt werden kann. Auch ist oft ein positionsgenaueres Anfahren verlangt. Am besten sollten Vorschubantriebe all diesen Anforderungen gerecht werden. Achtung: Vorschübe können auch retour gesteuert werden, wenn Werkstücke blockiert sind. Dazu braucht es entsprechende Sicherheitsmassnahmen und Schutzvorrichtungen, die ein Rückschlagen verhindern.

Einstellantriebe sind verantwortlich für Zustellbewegungen, beispielsweise bei einem Blockwagen der BBS. Dies geschieht vielfach mit Spindeln oder Zahnstangen, aber auch mit Ketten, Zahnriemen oder Hydraulik-, sowie Pneumatik-zylindern. Die Pneumatik braucht eine strikte Pflege, da durch Kondenswasser im Winter Störungen auftreten können. Kälte kann deshalb auch zu Störungen führen.

#### Führungen

Vielfach muss bei einem Antrieb jeglicher Art eine vorgegebene Bahn möglichst linear (gradlinig) eingehalten werden. Diese Funktion wird durch Führungen sichergestellt, die steif konstruiert und möglichst spielfrei / spielarm sein sollten.

Es wird zwischen Linear-Gleitführungen (Metall auf Metall) und Linear-Wälzführungen (Wälzkörper dazwischen) unterschieden. Bei Führungen mit einem Wälzkörper ist es wichtig, dass diese nicht überschmiert werden.

Es gibt beliebige Typen von Führungen: Flachführungen, V-Führungen, Schwalbenschwanzführungen und Druckführungen – um nur einige zu nennen. Die Blattführung der BBS wird durch Magnete, Hartkunststoff oder früher mit Hartholz geführt.

#### Wellen und Lagerungen

Die Lagerung von Wellen ist eine wichtige Baugruppe und wird in nahezu allen Maschinen eingesetzt. Mit der Lagerung wird eine ausreichende Steifigkeit, aber vor allem Laufruhe und möglichst geringe Schwingungen z.B. der Wellen erreicht. Auch wird damit dafür gesorgt, dass hohe Drehzahlen konstant gehalten werden können und eine lange Lebensdauer der Maschine garantiert ist. Wie bei den Führungen wird auch bei den Lagerungen zwischen Gleitlager (Metall auf Metall) und

Wälzlager (Wälzkörper dazwischen) wie beispielsweise dem Kugellager unterschieden. Letzteres kommt in der Holzindustrie vermehrt zum Einsatz, da es für hohe Drehzahlen ausgelegt ist.

Steuerung /  
Lagemessung

Damit die hochtechnischen Maschinenteile wissen, auf welche Position sie fahren müssen, beispielsweise beim Einstellen der Dicke einer 4-Seiten Hobelmaschine, sind Anschläge oder Taster nötig. Heutzutage werden dafür meist digitale Systeme mit Lagemessungen und Regelungen verbaut. Dabei unterscheidet man zwischen Drehgebern (Sensoren), die Umdrehungen zählen, und linearen Digitalmassstäben (ebenfalls Sensoren), die zur Wegmessung dienen.

Materialien für  
Schneidwerk-  
zeuge

Gerade in der Holzindustrie beinhalten viele unserer Maschinen Schneidwerkzeuge für die Bearbeitung des Rohstoffes Holz. Der Auswahl der Materialien für die Schneidwerkzeuge kommt in der Zerspanungs-, bzw. Sägetechnik eine entscheidende Rolle zu. Die Tendenz der letzten Jahre zeigt in Richtung hoch verschleissfester Werkstoffe, da in der Holzindustrie immer mehr mit Leimholz und behandeltem Holz gearbeitet wird. Die Härte eines Materials geht aber in der Regel zu Lasten der Bruchzähigkeit (Widerstand gegen Risse / Brechen), was grössere Keilwinkel (und damit einen grösseren Sägezahn) erfordert. Eine stark körnige Struktur, wie sie Hartmetall und Diamant aufweist, begrenzt zudem die minimale Schneidkantenbreite, die präpariert werden kann, und somit die maximale Schärfe. Dadurch ist der Einsatz verschleissfester Schneidwerkstoffe bei weichen Materialien wie Nadelholz nur eingeschränkt möglich. Heute wird jedoch meist mit Werkzeugen, welche mit Hartmetall oder Stellite bestückt sind, gearbeitet. Damit können auch weiche Materialien problemlos bearbeitet werden.

Noch verschleissfestere Werkstoffe sind sehr teuer. Aus diesem Grund sind in Säge-, Hobel-, und Leimwerken meist immer noch Werkzeuge aus Hochgeschwindigkeits-Schnellarbeitsstahl (HSS), Stellite und Hartmetall (HM) im Einsatz.



Abbildung 45: Hobelkopf (Quelle: Ruedersäge AG)

### 4.3. Reinigung

Das Reinigen ist eine der meistunterschätzten Arbeiten im Berufsalltag eines Holzindustriefachmannes oder einer Holzindustriefachfrau. Oft hat man keine Zeit dafür, und wirtschaftlich gesehen ist man während dieser Zeit auch nicht produktiv. Dies macht es nicht einfacher, Zeit für das Reinigen der Maschinen zu finden.

Verschmutzungen an Maschinen ergeben sich aus Umgebungseinflüssen und aus Stoffen, mit denen die beweglichen und festen Teile einer Maschine betriebsbedingt in Berührung kommen. Anfällig für Schmutzablagerungen ist beispielsweise bei einer Hobelmaschine der Hobeltisch sowie der Fügeanschlag. Bei einer Leimpresse ist es das Maschinengestell mit seinen Druckstempeln und Seitdrücken. Sind die Ablagerungen zu gross, führt dies zu Störungen oder Qualitätseinbussen.

Deshalb sind die Anlage- und Maschinenreinigung unverzichtbare Instandhaltungsmassnahmen in der Industrie.

Die Maschinen- und Anlagenreinigung ist zusammenfassend vor allem aus folgenden Gründen eine unverzichtbare Instandhaltungsmassnahme in der Holzindustrie:

- Schafft zumutbare Arbeitsbedingungen für das Personal
- Erhöht die Verfügbarkeit der preisintensiven technischen Einrichtung
- Verlängert die Lebensdauer
- Schont empfindliche Technik
- Lässt verdeckte Mängel / Schäden entdecken
- Erhöht die Sicherheit um die Maschine herum

Grundsätzlich wird beim Reinigen zwischen der manuellen und der mechanischen Anlagereinigung unterschieden.

#### Manuelle Reinigungsarbeiten

Manuelle Reinigungsarbeiten erfolgen mit handgeführten einfachen Hilfsmitteln. Dazu gehören zum Beispiel:

- Putzlappen, Besen, Schaufeln und Schaber
- Druckluft (Achtung, nicht für alles geeignet)
- Staubsauger

Diese Mittel sind geeignet, um Verschmutzungen von Gehäusen, Maschinengestellen, Werkzeugen, Förderketten-/rollen oder Verunreinigungen an Wänden und Sichtfenstern zu beseitigen.

#### Mechanische Anlagereinigung

Bei der Mechanischen Anlagereinigung werden technische Hilfsmittel für die Beseitigung von Verschmutzungen eingesetzt. Die eingesetzten Verfahren sind meist Strahlarbeiten (Luft, Wasser, harzlösende Reinigungsmittel) oder Saugarbeiten.

Zum Beispiel:

- Druckluftdüsen
- evt. Spritzeinrichtungen (Schärferei)
- Absaugungen
- Förderanlagen

Grundlage für die Auswahl von Reinigungsverfahren sind die Anforderungen an den Reinheitsgrad, die Art der Verschmutzung, die Zugänglichkeit der verschmutzten Stellen und die Empfindlichkeit von Werkstoffen gegenüber bestimmten

Vorgehensweisen. Oft sind Flächen und Gegenstände aus Metall zu reinigen. Dann ist zu prüfen, welche Mittel sich mit dem Metall vertragen. Zudem muss die meistens empfindliche Technik möglichst geschont werden. Beispielsweise dürfen Stromkasten, Schärfmaschinen oder Motorengetriebe NICHT mit Druckluft ausgeblasen werden, weil dies heikle Bauteile einer Maschine sind und die Druckluft in Kombination mit dem Schmutz auf die Bauteile einen Schleifpapier-Effekt hat. Generell macht es oft mehr Sinn, die Maschinen manuell mit traditionellen Hilfsmitteln wie Besen, Spachtel und Schaufel zu reinigen, als beispielsweise mit Druckluft. Denn die Herstellung der Druckluft durch den Kompressor ist sehr teuer, und ihre Vorteile beim Einsatz in der Maschinenreinigung sind begrenzt. Muss man hingegen einen Werkzeugflansch oder dergleichen ausblasen, macht Druckluft natürlich wieder Sinn. Es gibt also verschiedene Methoden, um Maschinen und Anlagen zu reinigen, darunter Dampfreinigung, Druckluft, Trockenreinigung oder Nassreinigung. Die Wahl der geeigneten Methode hängt von der Art der Maschine oder Anlage und dem Grad der Verschmutzung ab. Die Auswahl des richtigen Reinigungsmittels ist wichtig, um sicherzustellen, dass es für die Maschine oder Anlage und ihre Komponenten geeignet ist. Chemische Reinigungsmittel sollten vorsichtig und gemäss den Anweisungen des Herstellers verwendet werden. Alle zu reinigenden Bereiche sollten zugänglich sein, um gereinigt werden können. Nach oder während des Reinigens sollte die Maschine oder die Anlage immer auf Schäden oder Probleme überprüft werden. Regelmässige Wartung und Inspektionen können dazu beitragen, Probleme frühzeitig zu erkennen und zu beheben.

#### 4.4. Schmieren

Unter Maschinenschmierung versteht man die Anwendung von Schmierstoffen wie Ölen, Fetten oder anderen Schmiermitteln, um die Reibung und den Verschleiss zwischen den beweglichen Teilen von Maschinen und Anlagen zu reduzieren und deren reibungslose Funktion sicherzustellen. Die Schmierung von Maschinen ist ein wichtiger Bestandteil der Instandhaltung und Wartung von Maschinen. Regelmässige Schmierung kann dazu beitragen,

- Ausfallzeiten zu reduzieren
- Die Produktivität zu steigern
- Die Lebensdauer zu verlängern
- Die Laufruhe des Lagers zu gewährleisten
- Vor Korrosion zu schützen
- Wärme abzuleiten
- Verunreinigungen aus dem Gehäuse zu transportieren
- Als Flüssigdichtung zu wirken

Die Schmierung kann manuell oder automatisch durchgeführt werden.

Bei der **manuellen Schmierung** werden Schmierstoffe von Hand auf die beweglichen Teile aufgetragen. Dies erfordert normalerweise spezielle Schmiermittel und Werkzeuge wie beispielsweise Fettpressen, Ölkannister oder Ölpumpen. Bei der **automatischen Schmierung** wird ein Schmiersystem verwendet, das automatisch Schmierstoffe an die beweglichen Teile abgibt, wenn diese benötigt werden. Solche Schmiersysteme können eine kontinuierliche oder periodische Schmierung gewährleisten und auch auf bestimmte Bedingungen wie beispielsweise Temperatur, Belastung oder Laufzeit der Maschine reagieren.

Bei der Maschinenschmierung wird zwischen Ölen und Fetten unterschieden.





Abbildung 46: Zentralschmierung (Quelle: Baljer & Zembrod GmbH & Co. KG)



Abbildung 47: Fettpressen (Quelle: OLWO AG)

Öle sind dünnflüssige Schmierstoffe, die in der Regel für schnell laufende Maschinenteile wie beispielsweise Antriebsketten verwendet werden, da sie rasch in die beweglichen Teile eindringen und diese schmieren. Öle sind auch in der Lage, Wärme von den Reibungsstellen abzuleiten, wodurch diese gekühlt werden. Es gibt verschiedene Arten von Ölen, wie z.B. Mineralöle, synthetische Öle oder abbaubare Öle.

Fette hingegen haben eine dickere Konsistenz und sind in der Regel für langsam laufende oder stark belastete Maschinen und Anlagen geeignet, da sie auf den beweglichen Teilen haften und eine langanhaltende Schmierung gewährleisten. Fette bestehen aus einer Mischung von Ölen und Fettbasisstoffen und können auch Zusatzstoffe enthalten, um ihre Leistung und Haltbarkeit zu verbessern. Fette

werden normalerweise in Patronen oder Fettbechern geliefert und mit einer Fettpresse auf die beweglichen Teile aufgebracht.

Zusammenfassend gesagt sind Öle dünnflüssiger und eignen sich für schnell laufende Maschinenteile wie beispielsweise verschiedenste Ketten, Rollen, aber auch diversen Führungen oder mechanische Stellen, die vor Überhitzung zu schützen

sind. Fette sind dickflüssiger und für langsam laufende oder stark belastete Maschinenteile wie beispielsweise Lagerelemente, Motoren, aber auch Führungen geeignet.

Öle und Fette haben jedoch ihre Vor- und Nachteile. Es ist wichtig, das richtige Schmiermittel für die jeweilige Anwendung zu wählen und in vorgegebenen Zeitabständen mit der optimalen Menge zu schmieren.

**Achtung!** Auch zu viel Schmieren kann zu Schäden führen. Deshalb sollten die Herstelleranweisungen für die Reinigung und Schmierung von Maschinen und Anlagen befolgt werden, um sicherzustellen, dass die Wartung ordnungsgemäss ausgeführt wird.

#### 4.5. Wartungsjournal führen / Arbeiten dokumentieren

In der Industrie und Mechanik wird zwischen Instandhaltung und Wartung unterschieden.

Bei der Instandhaltung einer Maschine oder Anlage geht es darum, dass die Maschine / Anlage durch vorgenommene Massnahmen in ihrem SOLL-Zustand erhalten bleibt oder dahin gebracht wird.

Die Wartung ist als Teil von verschiedenen Instandhaltungsmassnahmen zu sehen. Allerdings bezieht sich die Wartung nur auf Reinigungs- und Schmierarbeiten sowie ganz kleine Reparaturarbeiten wie das Nachspannen von Keilriemen oder dergleichen.

Eine regelmässige Wartung stellt sicher, dass für viel Geld angeschaffte Maschinen und Anlagen, über die geplante Lebensdauer zuverlässig arbeiten und fehlerfrei funktionieren. Dazu tragen Wartungspläne / Wartungsjournale bei. Damit können Ausfälle aufgrund ungeplanter Wartungsarbeiten vermieden werden. Periodische Kontrollen von Verschleisstteilen halten zudem die Reparaturkosten niedrig und erhöhen gleichzeitig die Verfügbarkeit der Anlage.

In einem Wartungsjournal werden die erforderlichen Aufgaben und Reparaturen ausführlich beschrieben. Diese Dokumentation ist wichtig, um das benötigte Personal, die erforderliche Zeit und die Beschaffung der Ersatzteile zu planen. Dank einer seriösen Planung können Wartungsarbeiten oft parallel zur laufenden Produktion vorgenommen werden, ohne deren Ablauf wesentlich zu unterbrechen. Zudem bekommt man durch das Ausfüllen eines Wartungsjournals auf Grund von Kennzahlen vorheriger Wartungen eine Übersicht über die anfallenden Kosten. Dadurch lassen sich die Wartungskosten kalkulieren und eine eventuelle Entscheidung über eine Reparatur oder Neuanschaffung einfacher fällen.

Folgende Angaben sollte ein Wartungsjournal beinhalten:

- Genaue Angaben zu den Maschinen im Betrieb
- (Name, Standort, Anschaffungszeitpunkt, Maschinenstunden)
- Angaben zum Wartungsintervall (Herstellerangaben) der Maschine
- Zeitpunkt des letzten und der nächsten Wartung
- Unterschrift des zuständigen Mitarbeiters

In der Betriebsanleitung jeder Maschine, ob Hacker, Hobelmaschine oder Hallenkran, ist vom Hersteller genau beschrieben, in welchen Abständen (Perioden) welche Maschine wie oft und mit welchem Fett / Öl geschmiert werden muss. Beispielsweise müssen Säge oder Hobelspindeln in der Regel täglich oder zumindest wöchentlich mit Fett geschmiert werden. Hingegen reicht es, bei einem Pressteil einer Leimpresse die Zylinder einmal monatlich zu schmieren. Auch ist beschrieben, wo die einzelnen Schmierpunkte (Schmiernippel) zu finden sind oder welche Flüssigkeit wo aufgefüllt werden muss (z.B. Hydrauliköl etc.)

W1 Wartung 1 täglich		grobe Reinigung/Sichtkontrollen													
W2 Wartung 2 wöchentlich		Sensoren, Ketten, Führungen überprüfen und schmieren Keilriemen auf Schäden kontrollieren													
W3 Wartung 3 monatlich		Lager, Verstellvorrichtungen kontrollieren <b>Schmierplan gelb</b> Schmiernippel nachfetten, Hydraulikölstand Kontrollieren													
W4 Wartung 4 ¼-jährlich		Lagersitz-Kontrolle <b>Schmierplan orange, pink</b> Jährliche Motoren- und Getriebekontrolle													

KW	W1	W2	W3	W4	Datum	Visum	KW	W1	W2	W3	W4	Datum	Visum
1	Betriebsferien						27	X	X				
2	X	X			Feb. 1.		28	X	X	X	X		
3	X	X	X	X	20.1.	AW	29	X	X				
4	X	X			27.1	AW	30	X	X				
5	X	X			3.2	AW	31	Betriebsferien					
6	X	X			10.2	AW	32	X	X				
7	X	X	X		17.2	AW	33	X	X				
8	X	X			24.2	AW	34	X	X				
9	X	X			3.3	AW	35	X	X				
10	X	X			10.3	AW	36	X	X	X			
11	X	X	X		17.3	AW	37	X	X				
12	X	X			24.3	AW	38	X	X				
13	X	X			30.3	AW	39	X	X				
14	X	X			6.4	AW	40	X	X	X	X		
15	X	X	X	X	14.4	AW	41	X	X				
16	X	X			21.4	AW	42	X	X				
17	X	X			28.4	AW	43	X	X				
18	X	X			5.4	AW	44	X	X	X			
19	X	X			12.4	AW	45	X	X				
20	X	X	X		17.4	AW	46	X	X				
21	X	X			Ferien		47	X	X				
22	X	X			26.	AW	48	X	X	X			
23	X	X					49	X	X				
24	X	X	X				50	X	X				
25	X	X					51	X	X				
26	X	X					52	Betriebsferien					

Abbildung 48: Wartungsjournal Keilzinkanlage (Quelle: OLWO AG)



## 4.6. Sicherheit

Bevor mit Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten begonnen wird, sollten Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden. Maschinen müssen ausgeschaltet und gegen ein Wiedereinschalten gesichert sein. Auch sind Warnschilder anzubringen, um das Risiko von Verletzungen oder Unfällen zu minimieren.

Im Weiteren sind die acht lebenswichtigen Regeln für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten der SUVA zu berücksichtigen:

- Arbeiten sorgfältig planen
- Nicht improvisieren
- Anlage ausschalten und sichern
- Gespeicherte Energien sichern
- Keine Absturzrisiken eingehen
- Für Elektroarbeiten Profis einsetzen
- Brände und Explosionen vermeiden
- In engen Räumen für gute Luft sorgen

(siehe auch Kapitel Gefährliche Arbeiten und Notfälle)

Beim Arbeiten mit Schmiermitteln ist zudem dem Thema Haut- und Augenschutz hohe Aufmerksamkeit zu schenken. Laut der SUVA machen Hautschäden heute einen Fünftel aller erfassten Berufskrankheiten aus. Personen, die durch Kontakt mit Chemikalien von Hautkrankheiten betroffen sind, werden in ihrer Lebensqualität meist stark beeinträchtigt. Es kommt nicht selten vor, dass die betroffenen Personen deswegen sogar ihren Beruf wechseln müssen.

Unterschätzt wird oft auch der Schaden, den die Haut bei dauerndem Kontakt mit Wasser und Feuchtigkeit nehmen kann. Die schlimmsten Hautkrankheiten (Reiz- und Abnützungsektzeme) entstehen jedoch durch direkten Hautkontakt mit Chemikalien.

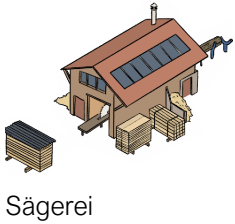
Es gilt deshalb:

- Den Kontakt zwischen Haut und schädigenden Stoffen verhindern oder zumindest abschwächen
- Allfällig verschmutzte Haut möglichst schonend reinigen
- Der strapazierten Haut Nährstoffe zurückgeben und die Heilung bereits eingetretener Hautschäden in geeigneter Weise fördern



Abbildung 49: Hautschaden (Quelle: SUVA)

## 5. Besäumen



### HK c1: Produktion von Schnittholz vorbereiten

### HK c2: Schnittholz produzieren

Holz ist vielfältig wie kein anderer Rohstoff. Ob als Vollholz, Brettsperrholz oder in Verbindung mit anderen Materialien, Holzwerkstoffe findet man überall im täglichen Leben. Als Fachpersonen in der Holzindustrie ist es unabdingbar, dass Sie sich intensiv mit dem Rohstoff Holz auseinandersetzen. Dies heisst unter anderem, dass sie über den Holzaufbau, die Holzeigenschaften sowie die einheimischen Holzarten, welche in der Holzindustrie Schweiz verarbeitet werden, Bescheid wissen. Nur so können Sie die Arbeiten in den Säge-, Hobel- und Leimwerken kompetent ausführen.

In diesem Kapitel geht es um das Besäumen: Nach der Bearbeitung des Schnittholzes an den Hauptmaschinen, wird dieses an den Nebenmaschinen weiterverarbeitet.



Abbildung 50: Zu besäumendes Brett (Quelle: Paul Maschinenfabrik GmbH & Co. KG)

Anhand der Qualität und des Verwendungszweckes bestimmen Sie die Einschnittart. Auch entscheiden Sie über das Herausschneiden von möglichen Fehlerstellen. Sie streben dabei immer eine höchstmögliche Ausbeute an und sind sich bewusst, dass Sie eventuell den letzten Bearbeitungsschritt am Schnittholz vornehmen, bevor dieses an den Kunden ausgeliefert wird.

Sie führen und überwachen die Anlagen, korrigieren auftretende Fehler oder melden diese dem Vorgesetzten. Ein korrektes Einstellen und Warten der Nebenmaschinen wird dabei vorausgesetzt.

## Praxisaufträge im Betrieb

- Unter Aufsicht Auftrag rüsten
- Nebenmaschinen bedienen (Besäumen nach vorgegebenen Massen)
- Arbeitssicherheit

## Überbetrieblicher Kurs 4

- Rundholz nach Handelsgebräuchen prüfen und sortieren
- Holzarten bestimmen (Rundholz), Schadorganismen erkennen und Massnahmen besprechen
- Nachschnitt an Einblatt-, Mehrblatt- oder Nachschnittkreissäge

## Berufliche Situationen

- Eine Bestellung geht ein. Sie müssen vom Schnittwarenlager das entsprechende Produkt holen und zum Besäumen bringen.
- Beim Besäumen kontrollieren/überwachen Sie, dass die korrekte Holzart verwendet wird.

## Lernziele

- Anhand von Holzmustern bestimmen Sie aufgrund der optischen Merkmale die wichtigsten einheimischen Holzarten.
- Sie nennen die spezifischen Eigenschaften der einheimischen Holzarten und ihre optimalen Verwendungszwecke.
- Sie unterscheiden Nebenmaschinen und Hilfsmaschinen von Hauptmaschinen und nennen entsprechende Beispiele.
- Sie erklären den Aufbau sowie die Funktion und die Einsatzbereiche der für den Zuschnitt geeigneten Nebenmaschinen (Besäumkreissäge, Trennbandsäge, Kappsäge).
- Sie beschreiben die Bedeutung der Arbeitssicherheit an Maschinen und Anlagen sowie die Hilfsmittel dazu (Betriebsanleitung, SUVA-Checklisten).
- Sie berechnen einfachste Grundoperationen mit dem Taschenrechner.



## 5.1. Der Baum

Holz ist der Hauptrohstoff, welcher in der Holzindustrie verarbeitet wird. Diese bietet über 80'000 Personen in der Schweiz eine Arbeitsstelle und damit ein Einkommen. Deshalb ist es essenziell, dass wir über den Wald bzw. den Baum an sich, die Eigenschaften der einheimischen Baumarten sowie den gesamten Holzkreislauf Bescheid wissen.

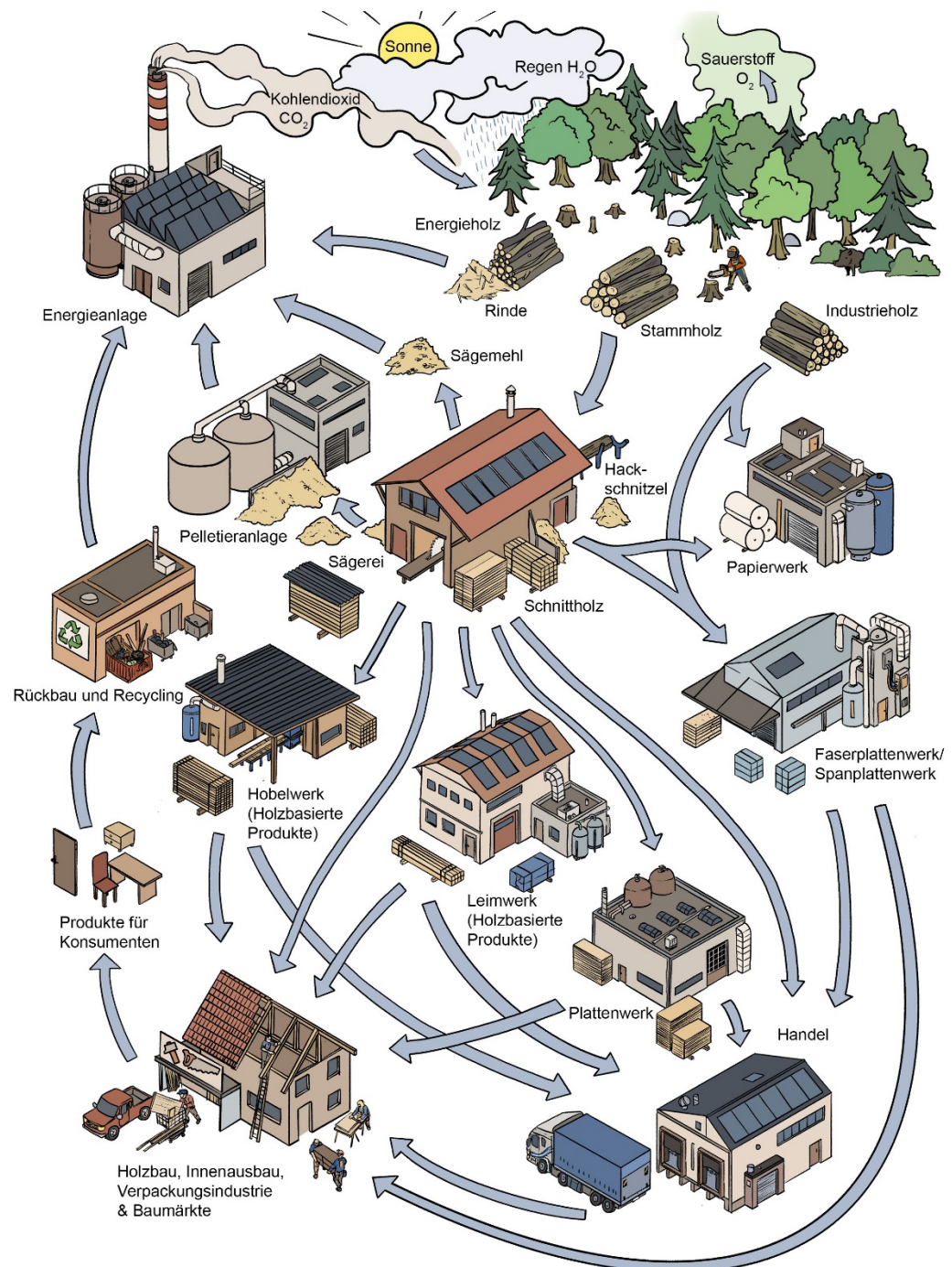
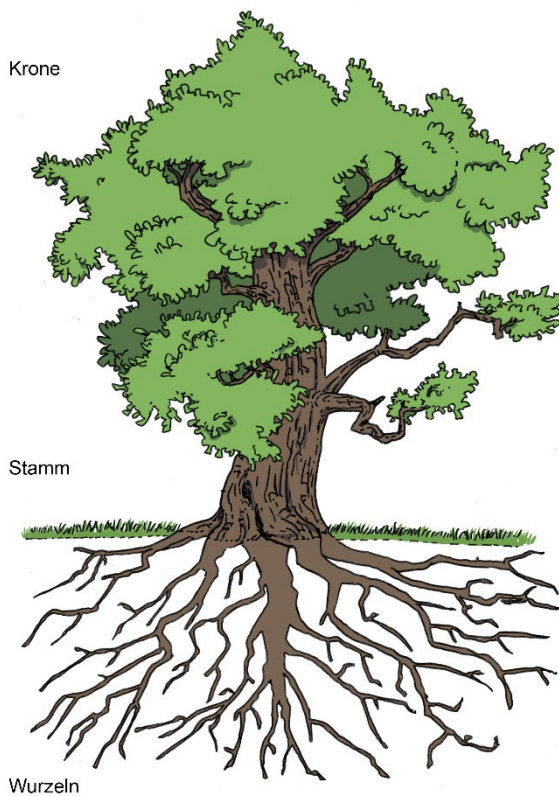


Abbildung 51: Holzkreislauf (Quelle: HIS)

### 5.1.1. Die drei Hauptbestandteile eines Baumes



Die Baumkrone besteht aus Blättern und Ästen. Blätter machen Photosynthese. Äste transportieren Wasser und Nährstoffe zu den Zellen, die keine Photosynthese machen.

Der Stamm (Stiel), geschützt von der Rinde, transportiert Mineralstoffe und Wasser von den Wurzeln in die Krone.

Die Wurzeln halten den Baum im Boden fest und nehmen Mineralstoffe und Wasser auf. Meist nehmen die Wurzeln im Boden ähnlich viel Platz ein wie die Baumkrone oberhalb des Bodens.

Abbildung 52: Hauptbestandteile eines Baumes (Quelle: HIS)

Die Wurzeln sind nicht nur für die Nahrungsaufnahme des Baumes, sondern zu einem grossen Teil auch für die Widerstandsfähigkeit des Baumes gegenüber Unwetter und Stürmen zentral. Beispielsweise ist die Fichte mit ihren Flachwurzeln sehr anfällig für grössere Stürme. Eine gesunde Tanne hat hingegen wenig bis gar keine Probleme damit, da sie über tiefreichende Pfahlwurzeln verfügt.

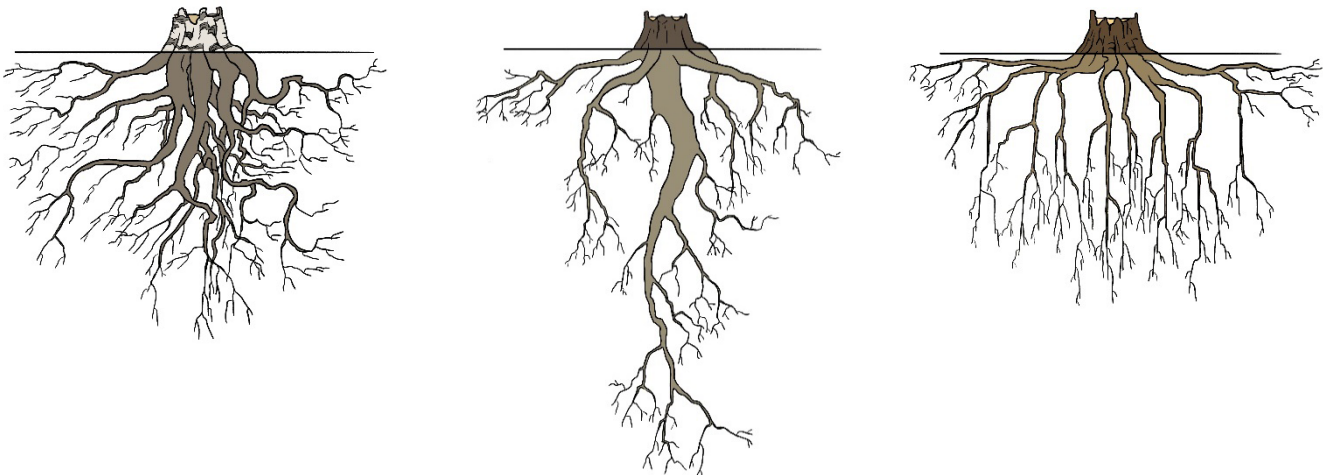


Abbildung 53: Herzwurzel – Pfahlwurzel – Senkwurzel (Quelle: HIS)

### 5.1.2. Unterschied zwischen Nadel- und Laubbäumen

Man unterscheidet Nadelbäume (Nacktsamer<sup>1</sup>) und Laubbäume (Bedecktsamer<sup>2</sup>) je nach Art ihrer Blätter. Damit die Nadeln nicht zu viel Feuchtigkeit verlieren, haben sie eine feste Oberhaut. Darüber hinaus haben sie zum Schutz oft noch eine Wachsschicht. Wenn im Winter das Wasser gefroren ist und nicht über die Wurzeln aufgenommen werden kann, verhindert diese Schicht, dass die Bäume austrocknen. So behalten sie ihre Nadeln (Ausgenommen die Lärche). Nadelbäume sind die wesentlich ältere Art der beiden Pflanzenarten und existieren seit über 300Mio Jahren.

Im Gegensatz zu den Nadelbäumen grünen die Laubbäume bei uns in zentral Europa nur im Frühling und Sommer. Das Chlorophyll der Blätter, also der Farbstoff, ist mit der kalten Jahreszeit überflüssig geworden und wird deshalb abgebaut. Die leuchtenden Farben entstehen durch Blattfarbstoffe und Zuckerreste in den Blättern. Diese Pflanzenart wächst seit rund 100Mio Jahren auf der Erde.

### 5.1.3. Saftströmung und Photosynthese

Die Saftströmung ist wichtig für das Überleben und das Wachstum von Bäumen. Über die Wurzeln nehmen sie Wasser und gelöste Mineralstoffe aus dem Boden auf. Das mineralhaltige Wasser wird vom Stamm in die einzelnen Zweige und Blätter transportiert. Das Wasser verdunstet dort hauptsächlich durch die Spaltöffnungen der Blätter. So entsteht ein stetiger Wasserstrom von den Wurzeln in die Blätter. Durch die Spaltöffnung der Blätter findet auch der Gasaustausch des Baumes mit der Atmosphäre (Luft) statt. Der Baum nimmt Kohlendioxid aus der Atmosphäre auf und verarbeitet es mithilfe von Lichtenergie zu Zucker. Zucker braucht der Baum als Energielieferant für seine Wachstums- und Stoffwechselprozesse. Der Vorgang, Zucker aus Kohlendioxid herzustellen, ist sehr komplex und wird Photosynthese genannt.

Das Wort «Photosynthese» kommt aus dem Griechischen und bedeutet «Licht» (photos) und «Zusammensetzung» (synthesis).

Durch den Vorgang der Photosynthese im Blatt des Baumes wird Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus der Luft entnommen und gespalten. Der Kohlenstoff (C) wird mit der Hälfte des Sauerstoffs (O) im Holz gespeichert. Der restliche Sauerstoff geht, gebunden an Wasserstoff (H), in Form von Wasser in die Pflanze, oder von Wasserdampf zurück in die Atmosphäre. Der Atmosphäre wird somit für die gesamte Nutzungsdauer der Holzprodukte überschüssiges, klimaschädigendes CO<sub>2</sub> entzogen. Das über die Wurzeln aufgenommene Wasser (H<sub>2</sub>O) wird ebenfalls gespalten. Der Wasserstoff (H) wird zur Hälfte im Holz gespeichert und zur anderen Hälfte für «neues» Wasser eingesetzt; der Sauerstoff (O<sub>2</sub>) wird gasförmig in die Atmosphäre abgegeben.

---

<sup>1</sup> Bei Nacktsamern liegen die Samenanlagen frei.

<sup>2</sup> Bei Bedecktsamern liegen die Samenanlagen im Innern eines Fruchtknotens.

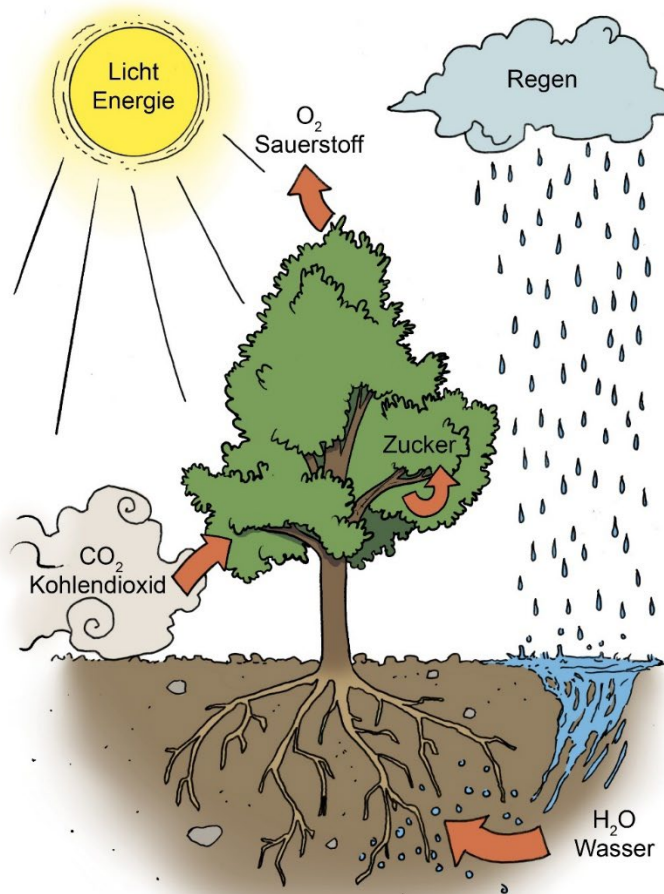


Abbildung 54: CO<sub>2</sub>-Kreislauf (Quelle: HIS)

Die Saftströmung und somit das Wachstum der Bäume sind in unseren Breiten-graden im Frühling am grössten, nimmt gegen den Herbst hin immer mehr ab und ruht im Winter fast ganz.

- **Frühholz wächst von März bis Juli**, in dieser Zeit beginnen die Blüten zu blühen. Die Zellen sind gross mit dünnen Wänden (helle Teil der Jahrringe), damit genügend Wasser in die Blätter geleitet werden kann.
- **Spätholz wächst von August bis Ende Oktober**, in dieser Zeit geht auch die Samenbildung (Zapfen, Buchennüssli, Eicheln etc.) von statten. Die Zellen sind kleiner und dickwandiger und geben dem Baum die nötige Stabilität.



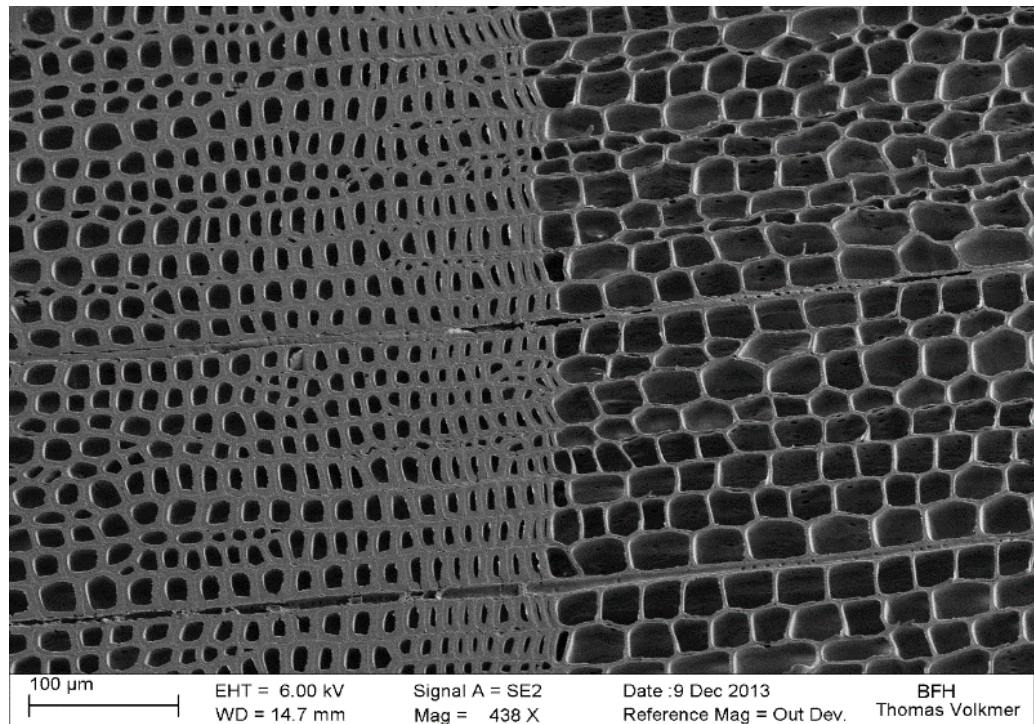


Abbildung 55: Jahrringgrenze mit allmählichem Übergang von Frühholz- und Spätholzzellen (in der Bildmitte)  
(Quelle: Thomas Volkmer, Berner Fachhochschule)

Der Übergang vom Früh- zum Spätholz innerhalb eines Jahrrings kann allmählich oder scharf abgegrenzt sein. Bei Nadelhölzern wie der Föhre, Lärche und Douglasie erfolgt dieser Übergang meist sehr abrupt. Bei Fichte und meist auch Tanne erfolgt dieser allmählich. Bei ringporigen Laubhölzern (mit Ausnahme der Robinie) erfolgt der Übergang ebenfalls abrupt, bei halbringporigen allmählich und bei zerstreutporigen Laubhölzern gibt es ein Übergang.

## 5.2. Aufbau und Wachstum des Stammes

Das Wachstum des Baumes findet im Kambium statt. Die Zellen teilen sich: nach innen bilden sich Splintholz-Zellen und nach aussen neue Bast-Zellen. Das heisst, dass sich ein Baum ständig von innen nach aussen erneuert. Während der Vegetationsperiode sorgt das Kambium für stetigen Längen- und Dickenzuwachs.

**Ein Jahrring entspricht dem Wachstum pro Jahr und besteht aus Frühholz und Spätholz.**

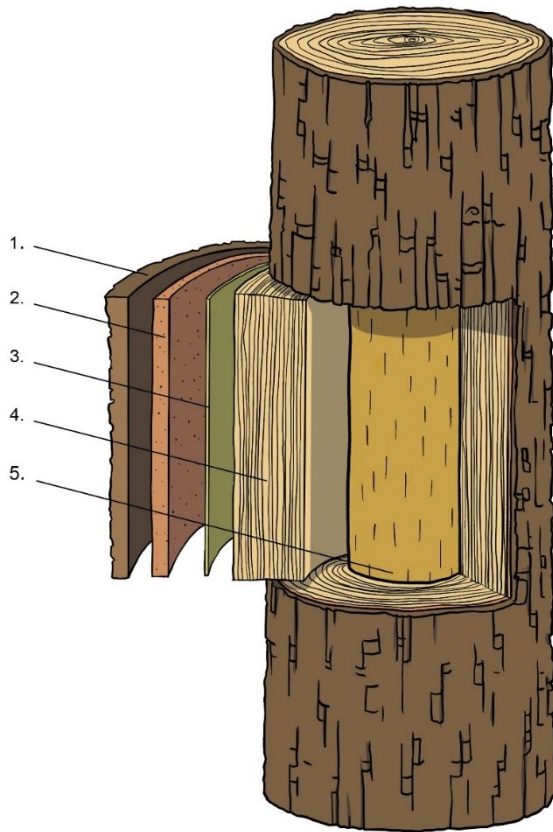


Abbildung 56: Aufbau des Stammes (Quelle: HIS)

### 1) Borke: Schutzschicht

Der äusserste Teil des Stammes und damit die **Schutzschicht** des Baumes.  
Bast und die Borke bilden zusammen die Rinde.

### 2) Bast: Versorgungsschicht

Der innere Teil der Rinde, er ist die Versorgungsschicht. Hier findet der Saftücktransport in Richtung Wurzeln inklusiv die Versorgung der Speicherzellen (Markstrahlen) und der übrigen Baumteile mit Aufbaustoffen (Stärke, Eiweiss, Zucker usw.) statt.

**Verantwortlich für den Transport von Nährstoffen nach unten. ↓**

### 3) Kambium: Wachstumsschicht

**Zuwachsschicht:** Hier findet die Zellteilung statt. Der Baum bildet nach aussen die Bastzellen und nach innen die Holzzellen.

### 4) Splintholz: Leitungsschicht

Hier befinden sich die Nährstoffleitungen von der Wurzel, bis in die Krone des Baumes.

**Verantwortlich für den Wasser- und Nährstofftransport nach oben. ↑**

### 5) Kernholz: Speicherschicht

**Nahrungsspeicher und zentrale und stützende Säule des Baumes.**

Kernholz ist ausgereiftes Holz. In diesem Stammteil findet kein Nährstofftransport mehr statt.

### Markstrahlen und Spiegel

Markstrahlen (auch Holzstrahlen) übernehmen die Funktion der Speicherung und des Stofftransportes im Holz. Beginnen diese bereits im Mark des Holzes, werden sie als primäre Markstrahlen bezeichnet. Im weiteren Verlauf des Dickenwachstums eines Baumes werden die Gewebestränge vom Kambium neu angelegt. Dadurch entstehen die sekundären Markstrahlen. Sie sind von der Mitte her strahlenförmig angeordnet.

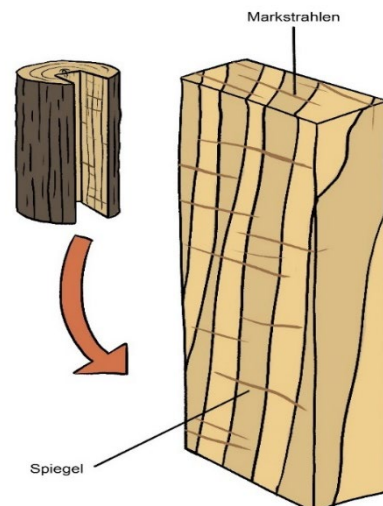


Abbildung 57: Markstrahlen und Spiegel (Quelle: HIS)

Je nachdem wie das Holz aufgesägt wurde, zeichnen sich die angeschnittenen Markstrahlen insbesondere im Eichenholz als sogenannte Spiegel ab. Sie sind ein besonders schönes Charakteristikum im Holz.



### 5.2.1. Splint und Kern

Kern- und Splintholz sind wichtige Unterscheidungsmerkmale zum Erkennen von Holzarten.

Die Wasserversorgung des Baumes vollzieht sich weitgehend im Bereich der äusseren Jahrringe, im sogenannten Splint. Im Grenzbereich zwischen Kern und Splint verkernt das Holz allmählich: Es lagern sich Kernstoffe ab, das Holz verliert einen Teil des Wassers.

Durch die Verkernung werden einige Holzeigenschaften (meist positiv) beeinflusst:

- Senkung der Holzfeuchte
- Geringeres Schwundverhalten
- Erhöhung der Rohdichte, Härte und Festigkeit
- Erhöhte natürliche Widerstandsfähigkeit gegen Schadorganismen
- Erschwerte Imprägnierbarkeit
- Farbveränderung im Vergleich zum Splintholz

Wir unterscheiden nach der Kernbildung, welche bei den Baumarten unterschiedlich ist:

Kernbildung	Beschreibung	Vorkommen
Bäume mit Farbkernbildung	Sichtbarer Farbunterschied zwischen Kernholz und Splintholz ( <b>Kernholzbäume</b> ).	Lärche, Douglasie, Föhre, Eibe, Eiche, Pappel, Kirschbaum, Apfelbaum, Arve, Ulme, Edelkastanie, Robinie
Bäume mit verzögerter Kernholzbildung	Ganzer Stammquerschnitt ist saftführend und weist Splintholzeigenschaften auf ( <b>Splintholzbäume</b> ).	Birke, Erle, Berg- und Spitzahorn, Weissbuche
Bäume mit hellem Kernholz	Saftunterschied zwischen Kern und Splint, jedoch kein sichtbarer Farbunterschied ( <b>Reifholzbäume</b> ).	Fichte, Tanne, Feldahorn, Linde, Rotbuche, Birnbaum
Fakultative Kernhölzer	Bilden <u>manchmal</u> freiwillig sichtbaren Kern ( <u>fakultatives Kernholz</u> ).	Esche, Buche, Ahorn und Birke

### 5.2.2. Die Zellen des Holzes

Die Zellen des Holzes sind vergleichbar mit vielen mikroskopisch kleinen Röhren, die in Längsrichtung des Stammes verlaufen. Eine Zelle besteht aus einer Zellwand, Zellhohlraum, Zellkern und Farbstoffkörper (z.B. Blattgrün). In der Zellwand befindet sich die Tüpfelmembran. Bei geöffneter Stellung kann die Flüssigkeit durch die Membran diffundieren und in die Nachbarzelle gelangen. Bei Druckänderung oder Lufteinbruch z.B. durch Verletzung wird die Tüpfelöffnung verschlossen.

Je nach Zellform unterscheiden wir zwischen:

- grobfasrige Hölzer (Eiche)
- feinfasrige Hölzer (Eibe)
- langfasrige Hölzer (Esche)
- kurzfasrige Hölzer (Birnbaum)
- dichtfasrige Hölzer (Pockholz)

Beim Nadelholz finden wir Tracheiden (schlanke, langgestreckte Zellen, 3–7mm). Sie dienen sowohl dem Flüssigkeitstransport als auch der Stützfunktion:

Die Leitungstracheiden haben dünne Wände und grosse Hohlräume. Diese dienen dem Transport von Wasser und Nährstoffen. Leitungstracheiden werden im Frühholz gebildet.

Sie haben kleine Hohlräume und dicke Wände. Diese geben dem Baum Festigkeit und Stabilität und bilden das härtere Spätholz.

Sie verteilen und speichern die Aufbaustoffe im Holz. Die quer verlaufenden Speicherzellen (Parenchymzellen) nennt man Markstrahlen.

Verlaufen längs und quer zur Faser. Sie kommen bei fast allen einheimischen Nadelhölzern vor. Je nach Art sowohl in Holz als auch Rinde. Bei harzreichen Hölzern erhöht sich die natürliche Dauerhaftigkeit. Jedoch sinkt die Biegefestigkeit und Imprägnierbarkeit.



Abbildung 58: Zellen einer Fichte (Quelle: Frédéric Beaud / Thomas Volkmer, Berner Fachhochschule)

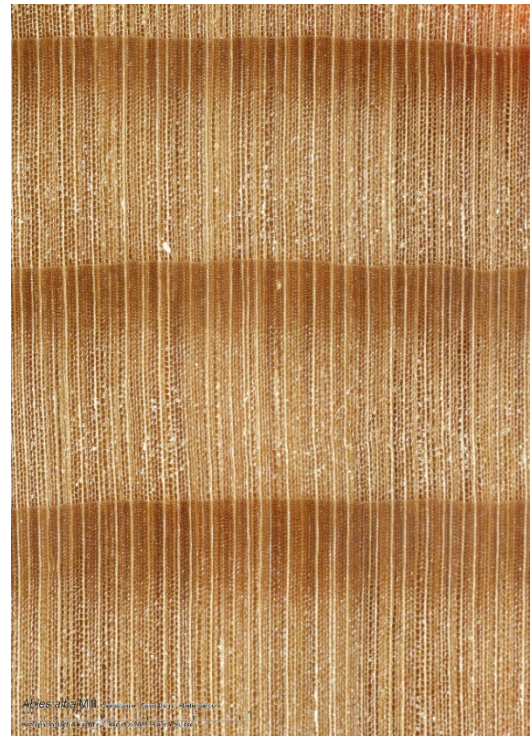
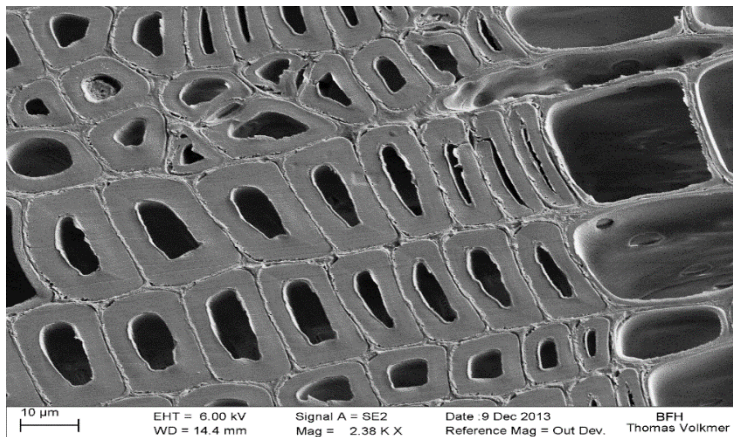


Abbildung 59: Zellen einer Tanne (Quelle: Frédéric Beaud / Thomas Volkmer, Berner Fachhochschule)

Feinjähriges Nadelholz ist schwerer und härter als grobjähriges, weil der Anteil von weichem Frühholz kleiner ist.

### Die Laubholzzellen

Beim Laubholz sind die Leit- und Stützfunktion getrennt. Tracheen (Gefässzellen oder Poren) dienen der Saftleitung und sind bis 1 m lang. Sklerenchymzellen sorgen für Festigkeit und machen ca. die Hälfte der Laubholzmasse aus.

unterscheiden wir folgende Arten von Zellen:

<b>Gefässzellen</b>	Man spricht auch von Poren, sie dienen dem Transport von Wasser und Nährstoffen.
<b>Stützzellen</b>	Werden auch Faserzellen genannt, sie verleihen dem Baum die nötige Stabilität gegen Wind und Schnee.
<b>Speicherzellen</b>	Diese verteilen die Nahrung im Holz. Radial verlaufende Speicherzellen (Parenchymzellen) werden Markstrahlen genannt.



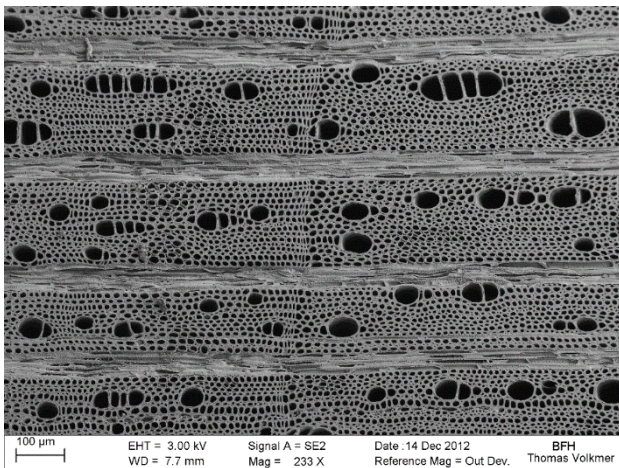
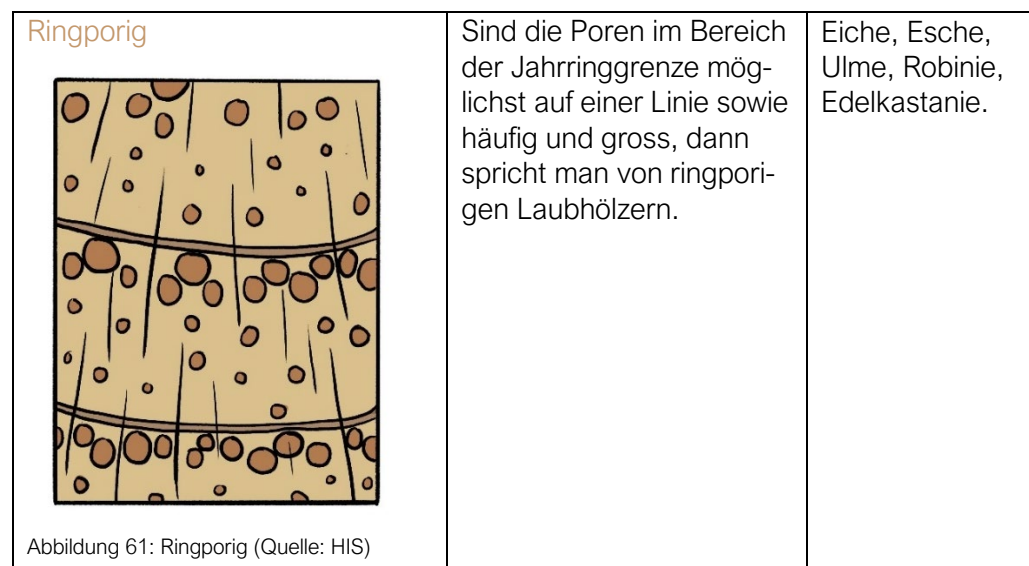
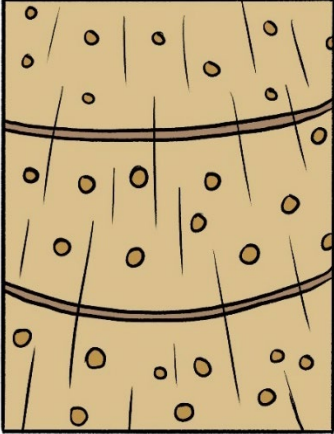
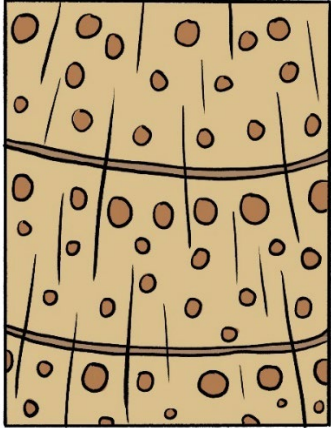


Abbildung 60: Zellen eines Schneeball- bzw. Feldahorns  
(Quelle: Frédéric Beaud / Thomas Volkmer, Berner Fachhochschule)

Die Zellen von Laubhölzern können je nach Holzart ringporig zerstreutporig oder halbringporig angeordnet sein.



<p>Zerstreutporig</p>  <p>Abbildung 62: Zerstreutporig (Quelle: HIS)</p>	<p>Sind die Poren von annähernd gleicher Grösse über den ganzen Jahrring verteilt, spricht man von zerstreutporigen Laubhölzern.</p>	<p>Buche, Ahorn, Linde, Pappel, Birke</p>
<p>Halbringporig</p>  <p>Abbildung 63: Halbporig (Quelle: HIS)</p>	<p>Die Poren des Frühholzes sind deutlich grösser als die des Spätholzes. auch fehlt den Frühholzgefässen die Kranz- (ring)förmige Anordnung wie bei den typisch ringporigen Arten.</p>	<p>Nussbau, Kirschbaum</p>

Ringporiges und bedingt halbringporige Laubhölzer sind leichter und weniger hart, weil der Anteil von hartem Spätholz kleiner ist. Bei zerstreutporigen Hölzern ist kein deutlicher Unterschied erkennbar.

### 5.2.3. Schnittbezeichnungen

Holz kann unterschiedlich zur Stammachse geschnitten werden. Je nach Schnitt- richtung ergeben sich deutliche Unterschiede beim Erscheinungsbild (Textur, Ma- serung) und auch in den mechanischen Eigenschaften sowie Quell- und Schwind- verhalten.

Der Tangentialschnitt, der parallel zur Stammachse und senkrecht zu den Jahrrin- gen geführt wird, kommt in der Praxis am häufigsten vor.

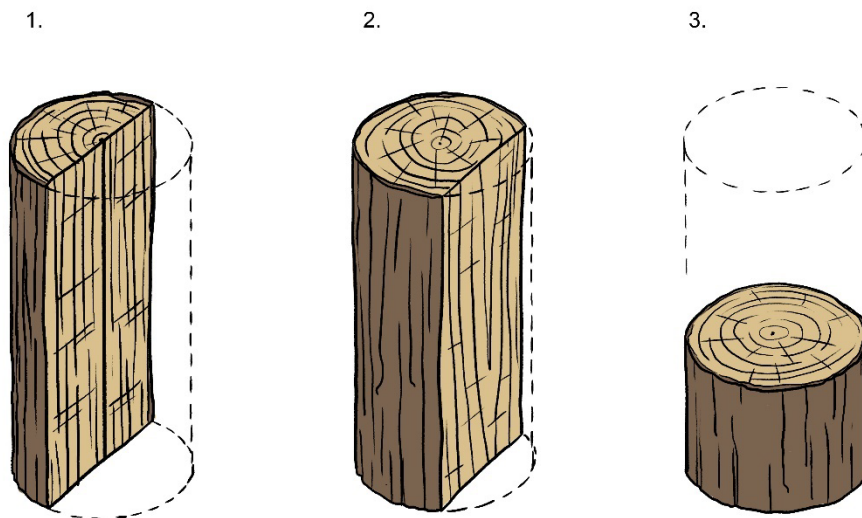


Abbildung 64: Schnittbezeichnungen (Quelle: HIS)

1. **Radialschnitt** (Riffschnitt)
2. **Tangentialschnitt** (Fladerschnitt)
3. **Querschnitt** (Hirnschnitt)

### 5.3. Zusammensetzung und Eigenschaften des Holzes

#### 5.3.1. Chemische Zusammensetzung und Bestandteile von Holz

Holz setzt sich zusammen aus Luft, Wasser und der eigentlichen Holzmasse (Trockensubstanz).

Das Wasser im stehenden Baum ist mit organischen Stoffen (z.B. Zucker, Harze, Wachse) und anorganischen Stoffen (z.B. Mineralien) angereichert und macht ca. 60% des Volumens aus. Die organischen und anorganischen Stoffe beeinflussen den Zellulosebegleiter Lignin und haben Einfluss auf Farbe und Eigenschaft des Holzes.

Die Hauptbestandteile von Holz sind:

- Kohlenstoff (C) ca. 50%
- Sauerstoff (O) ca. 43%
- Wasserstoff (H) ca. 6%
- Stickstoff (N) ca. 0.8%
- Mineralien (-) ca. 0.2%

#### Bestandteile der Trockensubstanz (Durchschnitt)

Damit Holz zu dem festen, stabilen und widerstandsfähigen Rohstoff wird, benötigt es Zellen, welche aus viel Wasser bestehen. Dazu kommen Zellwände, die dem Holz seine typische Struktur geben. Verantwortlich dafür sind drei Substanzen. Sie bilden eine Art natürliches Verbundmaterial:



70%

Die **Zellulose** kann als Holzskelett bezeichnet werden und ist der eigentliche Aufbau- baustoff der Holzzellen. Der farblose Aufbau- baustoff wird hauptsächlich als Rohstoff in der Textil- und Papierindustrie, bei der Herstellung von Lacken, Verpackungsmate- rialien, Sprengstoffen und auch als Wärme- und Schalldämmstoff verwendet.

27%

Das **Lignin** hat die Aufgabe, die Zellulosefasern zu festigen und zu versteifen und ihnen so den nötigen Halt zu geben. Der Zellulosebegleitstoff hat eine bräunliche Farbe und kann als Binde- und Füllmittel oder als Kittsubstanz betrachtet werden.

3%

Die **Holzbegleitstoffe** sind Substanzen wie Gerbstoffe, Öle, Harze usw. Diese Begleitstoffe beeinflussen die Holzeigenschaften gegenüber anderen Materialien wie z.B. die Verleimbarkeit, die Streichbarkeit sowie die Dauerhaftigkeit (z.B. Wetterbeständigkeit).

Als Gedankenstütze kann ein möglicher Vergleich mit dem Betonbau gemacht werden, dies ist aber das einzige gemeinsame der beiden Materialien.

**Zellulose:** Armierungseisen

**Lignin:** Beton

**Holzbegleitstoffe:** Farbe des Betons

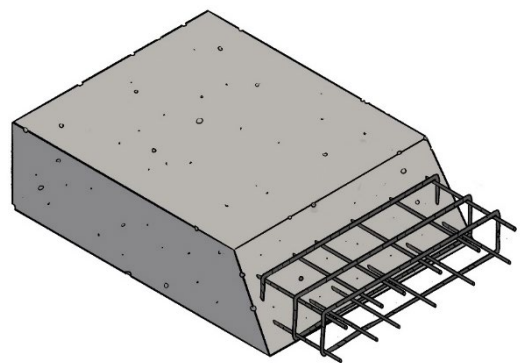


Abbildung 65: Vergleich Bestandteile Holzmasse mit Betonbau  
(Quelle: HIS)

Je nach Holzart schwankt der Anteil dieser Substanzen. So enthalten beispiels- weise Laubhölzer generell weniger Lignin als Nadelhölzer. Die Holzbegleitstoffe be- stimmen die Eigenschaften von Holz nicht unwesentlich. Harze, Fette, Öle und Gerbsäuren sind zum Beispiel für den Geruch einer Holzart verantwortlich. Auch die natürliche Farbe einer Holzart wird von diesen Begleitbestandteilen bestimmt. Zellulose sorgt für eher weissliche Nuancen und Lignin für eher bräunliche. Kommt Holz in Kontakt mit UV-Licht, dunkelt es nach. Grund dafür ist, dass Lignin durch die ultraviolette Strahlung seine Beschaffenheit verändert und abgebaut wird. Kommt es mit Wasser in Berührung, neigt es zum Vergrauen. Ohne Kontakt zu Wasser wird es eher silbrig. Auch Holzbegleitstoffe wie z.B. Gerbsäuren, können sich verfärben und somit die Holzfarbe beeinflussen.

### 5.3.2. Dichte (Raumgewicht)

Unter Dichte verstehen wir das Verhältnis von Masse (Gewicht) zu Volumen (Ku- bik). Die Dichte des Holzes ist abhängig von der Stärke der Zellwände, dem mehr oder weniger engen Zusammenschluss der Zellen, von eingelagerten Stoffen und natürlich vom Wassergehalt.

Da der Feuchtigkeitsgehalt einen direkten Einfluss auf die Dichte eines Holzes hat, wird im lufttrockenen Zustand ( $\rho_{18}$ ) verglichen. ( $\rho_{18}$  = Raumdichte bei 18% Wassergehalt)

**Hölzer mit hoher Dichte** weisen mehr Fasern und weniger Hohlräume auf. Sie här- ter und fester, «arbeiten» meist stärker.

**Hölzer mit niedriger Dichte** trocknen in der Regel rascher und «arbeiten» weniger stark.

## Dichte verschiedener Hölzer

<b>sehr niedrig</b> (sehr leichte Hölzer)	Weide, Espe, Pappel, Tanne, Fichte, Zeder, Linde, Weymouthsföhre
<b>niedrig</b> (leichte Hölzer)	Erle, Kiefer (auch Föhre genannt)
<b>mitteldicht</b> (mittelschwere Hölzer)	Birke, Nussbaum, Kastanie, Ahorn, Ulme, Lärche
<b>dicht</b> (schwere Hölzer)	Rotbuche, Esche, Robinie, Birnbaum
<b>sehr dicht</b> (sehr schwere Hölzer)	Buchsbaum, Ebenholz, Pockholz, Eiche, Mahagoni, Palisander

Mittlere Rohdichte $\rho_{18}$ verschiedener Hölzer (lufttrocken)			
Fichte	430 kg/m <sup>3</sup>	Eiche	700 kg/m <sup>3</sup>
Tanne	430 kg/m <sup>3</sup>	Buche	690 kg/m <sup>3</sup>
Föhre	500 kg/m <sup>3</sup>	Balsaholz	130 kg/m <sup>3</sup>
Lärche	540 kg/m <sup>3</sup>	Pockholz	1250 kg/m <sup>3</sup> (indische Holzart)
Douglasie	520 kg/m <sup>3</sup>		

### 5.3.3. Härte

Bei der Härte handelt es sich um die Druckfestigkeit. D.h. um die Fähigkeit des Holzes, einer auf einer definierten Fläche einwirkenden Kraft einen möglichst hohen Widerstand entgegenzusetzen. Je weniger Poren das Holz aufweist, desto härter ist es, wobei die Härte mit zunehmendem Wassergehalt abnimmt. Auch unterscheidet sich die Härte je nachdem ob eine Kraft parallel, radial oder tangential zu Faserrichtung angreift. Die Bestimmung der Härte erfolgt mit dem Kugeldruck-Messverfahren nach Brinell (HB) bei 12% Feuchte.

Je dichter das Holz, desto härter ist es und umso mehr «arbeitet» es auch.

## Härte verschiedener Hölzer

sehr weich	Pappel, Weide, Balsa
weich	Erle, Kiefer (auch Föhre genannt), Fichte, Tanne
mittelhart	Nussbaum, Birke, Limba, Kastanie, Lärche, Birnbaum, Apfelbaum
hart	Eiche, Esche, Robinie, Rotbuche, Ahorn, Kirschbaum, Ulme
sehr hart	Buchsbaum, Ebenholz, Pockholz, Eiche, Mahagoni, Palisander

Aufgrund der Härte, aber auch der Biegefestigkeit werden z.B. Schaufelstiele, Beilstiele aus Eschenholz gefertigt.

### 5.3.4. Biegefestigkeit

Die Biegefestigkeit ist der Widerstand von Holz gegen Bruch bei Biegebeanspruchung. Die Biegefestigkeit ist in erster Linie eine Folge der Holzfaserlänge. Hölzer mit langen Fasern z.B. Esche, sind biegsamer als kurzfaserige Hölzer z.B. Buche.

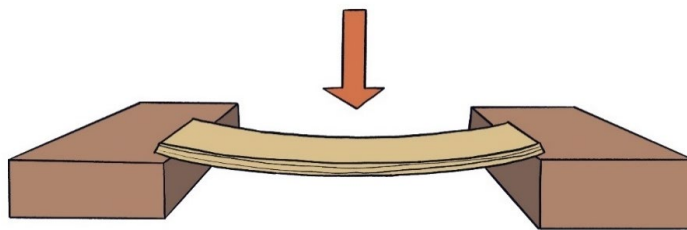


Abbildung 66: Biegefestigkeit (Quelle: HIS)

Durch die Biegung entsteht in einem Träger eine Zugzone, eine Druckzone und bei der Auflagestelle Schubkräfte.

#### Beispiele:

- Balken, Sparren, Pfetten
- Gerüstbretter
- Trägersysteme
- Brett- und Balkenschichtholz

### 5.3.5. Druckfestigkeit

Die Festigkeitswerte von Holz sind je nach Holzart und Faserrichtung unterschiedlich und hauptsächlich von folgenden Eigenschaften abhängig:

- Regelmässigkeit des Faserverlaufes
- Dichte des Holzes
- Wassergehalt
- Holzart und Holzmängel

Mit der Druckfestigkeit wird der Widerstand beschrieben, wenn Holz durch Druck parallel oder senkrecht zur Faserrichtung beansprucht wird.

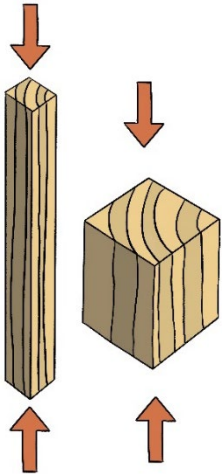


Abbildung 67: Beispiele zu Druckfestigkeit parallel zur Faserrichtung (Quelle: HIS)

### Parallel zur Faserrichtung

Grosse Tragfähigkeit bei kurzen, zentrisch gedrückten Tragelementen.

#### Beispiele:

- Teile von Fachwerken
- Kurze Pfosten
- Unterlagen, Füllhölzer

Je schlanker (länger und dünner) ein Stab wird, umso leichter ist ein seitliches Ausknicken möglich. Die Tragfähigkeit wird kleiner.

#### Beispiele:

- Pfosten, Stützen
- Streben
- Teile in Fachwerken

### Quer zur Faserrichtung

Rechtwinklig zur Faserrichtung besitzt das Holz nur eine kleine Tragfestigkeit. Sie wird durch ein Vorholz in bescheidenem Ausmass verbessert.

#### Beispiele:

- Balkenauflager
- Trägersauflager, Pfosten, Streben, Sättel, usw.

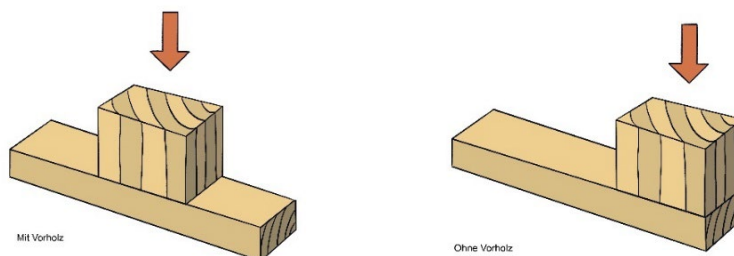


Abbildung 68: Beispiele zu Druckfestigkeit quer zur Faserrichtung (Quelle: HIS)

### 5.3.6. Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit ist der Widerstand des Holzes gegen die Trennung seiner Faser in der Längs- oder Querrichtung durch Zerreißen oder Abreißen.

#### Parallel zur Faserrichtung

Die Zugfestigkeit parallel zur Faser ist gleich wie Druckfestigkeit parallel zur Faser, nimmt jedoch bei zunehmender Stablänge nicht ab.

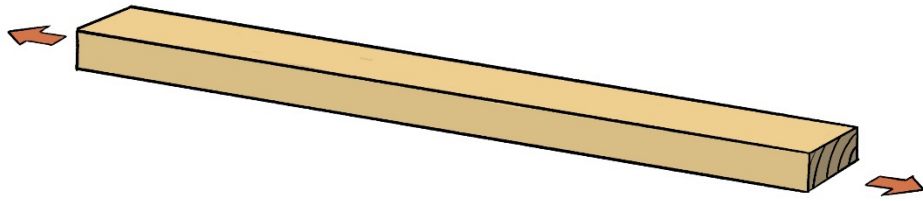
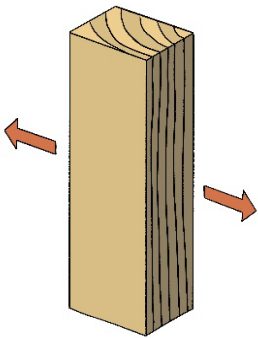


Abbildung 69: Zugfestigkeit parallel zur Faserrichtung (Quelle: HIS)

#### Beispiele:

- Teile von Fachwerken
- Hängepfosten, Zugstäbe

Astigkeit vermindert Zugfestigkeit.



#### Quer zur Faserrichtung

Die Querkzugfestigkeit ist sehr gering. Schwindrisse, Schälrisse und Harzgallen verschlechtern die Festigkeit in diese Beanspruchungsrichtung noch zusätzlich. Deshalb muss eine Querkzugbelastung unbedingt vermieden werden.

Diese Beanspruchungsart ist nie zulässig!

Abbildung 70: Zugfestigkeit quer zur Faserrichtung (Quelle: HIS)

#### 5.3.7. Scherfestigkeit

Das Holz wird in Faserrichtung auf Abscheeren beansprucht. Die entsprechende Festigkeit ist gering, und ein allfälliger Bruch tritt ohne vorgängige Verformungen plötzlich ein.

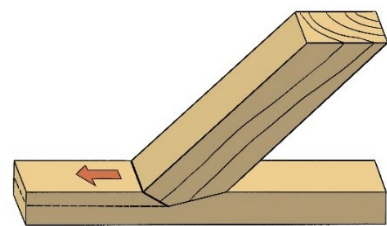


Abbildung 71: Scherfestigkeit (Quelle: HIS)

#### Beispiele:

- Vorholz beim Strebenversatz
- Vorholz bei Ringdübel usw.



### 5.3.8. Torsionsfestigkeit

Das Holz wird auf Verdrehen beansprucht. Um eine Torsion aufnehmen zu können, muss eine einseitige Einspannung erfolgen können. Die Torsionsfestigkeit gibt in diesem Fall die Belastung an, bei welcher das Bauteil versagt.

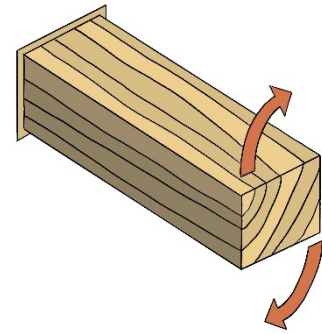


Abbildung 72: Torsionsfestigkeit  
(Quelle: HIS)

#### Beispiele:

- Spezielle Balkenlage
- Bewegliche Bauteile (Masten, Stützen etc.)
- Baum bei Sturm

### 5.3.9. Spaltfestigkeit

Schlägt man beispielsweise einen Nagel in ein Bauteil, wird die Spaltfestigkeit des Holzes beansprucht. Bei der Spaltfestigkeit wird der Widerstand beschrieben, den das Holz dieser Auftrennung entgegensetzt.

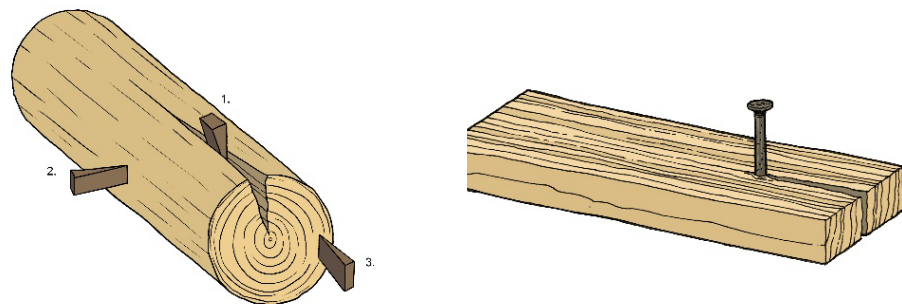


Abbildung 73: Beispiele Spaltfestigkeiten (Quelle: HIS)

**1 Radial: gut spaltbar**

**2 Längs: nicht spaltbar**

**3 Tangential: schwer spaltbar**

Die Spaltbarkeit des Holzes hängt hauptsächlich von der Länge und Gradlinigkeit der Fasern ab. Eingewachsene Äste oder hoher Harzgehalt vermindert, grosser Feuchtigkeitsgehalt erhöht die Spaltbarkeit.

### 5.3.10. Dauerhaftigkeit

Die natürliche Dauerhaftigkeit beschreibt die Widerstandsfähigkeit von Holz gegenüber ebenfalls natürlichen, schädlichen Komponenten wie beispielsweise Pilzen, Insekten oder der Witterung.

Das Kernholz und das Splintholz unterscheiden sich in ihrer Struktur und ihren Eigenschaften, was zu unterschiedlicher Dauerhaftigkeit führt.

Kernholz enthält spezielle Substanzen wie Extraktstoffen (Begleitstoffe) und eine höhere Konzentration von Tanninen und Phenolen, welche dazu dienen, das Holz vor Schädlingen, Pilzen und Fäulnis zu schützen. Dadurch machen sie das Kernholz widerstandsfähiger gegenüber Zersetzung. Durch das Vorhandensein von Nähr- und Reservestoffen im Splintholz ist dieses anfällig für einen Befall durch Schadorganismen. Es wird daher leichter zersetzt als Kernholz.

Holzarten werden in folgende **Dauerhaftigkeitsklassen** eingeteilt:

<b>1</b>	sehr dauerhaft
<b>2</b>	gut dauerhaft
<b>3</b>	mässig dauerhaft
<b>4</b>	gering dauerhaft
<b>5</b>	nicht dauerhaft

Hinzu kommen noch Zwischenstufen. Dauerhaftigkeitsklasse 3–4 bedeutet somit «mässig bis gering dauerhaft».

Die natürliche Dauerhaftigkeitsstufe 1 erreichen nur ausländische Holzarten, meist Tropenhölzer wie Cumura oder Teak. Die Robinie wird in der Dauerhaftigkeitsklasse 1–2 gelistet und ist somit die dauerhafteste einheimische Holzart.

Die wichtigsten einheimischen Holzarten werden gemäss Holzbautabellen (HBT 1 2021, Lignum) in folgende Klassen eingeteilt:

<b>Fichte</b>	4
<b>Tanne</b>	4
<b>Lärche</b>	3–4 (Nur das Kernholz)
<b>Douglasie</b>	3–4 (Nur das Kernholz)
<b>Kiefer</b>	3–4 (Nur das Kernholz)
<b>Buche</b>	5
<b>Esche</b>	5
<b>Edelkastanie</b>	2 (Nur das Kernholz)
<b>Eiche</b>	2–4 (Nur das Kernholz)

Der Splint wird bei allen einheimischen Holzarten der Dauerhaftigkeitsklasse 5 zugeordnet.

#### 5.3.11. Farbe

Die Holzfarben sind, im Gegensatz zu den eindeutig klaren Farben unserer technischen Zeit, immer stark durch deutliche Anteile an warmen Farbtönen wie braun, rot und gelb gebrochen.

Die Farben entstehen durch eingelagerte Farb- und Gerbstoffe und sind vielfach typische Merkmale einzelner Holzarten.

Im Alter dunkeln die meisten einheimischen Hölzer nach, während tropische Hölzer mit intensiven Farbtönen verblassen.

#### 5.3.12. Feinheit

Man spricht von Feinheit, wenn die Struktur des Holzes ein gleichmässiges Gefüge zeigt, und Poren, Jahrringe und Markstrahlen von Auge kaum zu erkennen sind.

#### 5.3.13. Maserung/Textur

Je nach Schnittart sprechen wir von schlichter, gespiegelter oder gefladerter Maserung.

Auch die Holzarten unterscheiden wir nach Maserungen:

- schlichte Maserung (Ahorn, Linde)
- gestreifte Maserung (Sapelli)
- gefleckte Maserung (Vogelaugenahorn)
- geflammte Maserung (abholzige Stämme)
- gewimmerte Maserung (Birke)

#### 5.3.14. Geruch

Jede Holzart hat ihren bestimmten Geruch, der von organischen Stoffen hervorgerufen wird:

- Harzen
- Ölen
- Gerbsäure
- Terpentin

#### 5.3.15. Akustik

Trockenes und feijnähriges Holz ist ein guter Schallleiter mit guter Schwing- und Resonanzfähigkeit. Feijnährige Fichten werden daher für die Herstellung von Musikinstrumenten verwendet.

Weiches Holz kann im Gegensatz zu harten und glatten Baustoffen mehr Schall absorbieren (schlucken) und eignet sich daher für den Innenausbau, wo gute akustische Bedingungen erforderlich sind (Konzerträume, Kirchen).

## 5.4. Holzarten

(Quellen: proHolz Austria, Bollinger Furniere AG, WaldSchweiz, Holzatlas)

Im Folgenden werden die wichtigsten Holzarten der Schweiz, welche in der Holzindustrie verarbeitet werden, eingeführt. Bei allen Tätigkeiten – nicht nur beim Besäumen – in der Holzindustrie ist es zentral, dass Sie die Holzarten erkennen und insbesondere auch ihre Eigenschaften kennen. Nur so können Sie beurteilen, welche Holzart sich für welchen Verarbeitungszweck eignet.

Es wird zwischen Nadelhölzern und Laubhölzern unterschieden. Gesamtschweizerisch liegt der Nadelholzanteil bei rund 68% (Quelle: Jahrbuch Wald und Holz 2022). Die Fichte ist mit einem Anteil von 43% die häufigste Baumart im Schweizer Wald. Besonders häufig ist sie in den Voralpen und den Alpen. Die weiteren Hauptbaumarten sind die Buche mit 18% und die Tanne mit 15%, gefolgt von Lärche (6%), Esche (3.5%) und Ahorn (3%).

## 5.5. Nadelhölzer

Nadelbäume sind die älteren und deshalb weniger artenreichen, baumförmigen Vertreter der Holzpflanzen und gehören im Pflanzensystem zu den nacktsamigen Pflanzen. Gemeinsames Merkmal sind nackte, nicht von einem Fruchtknoten umschlossene Samenanlagen. Nadelbäume haben nadel- oder schuppenförmige Laubblätter, die, von wenigen Ausnahmen abgesehen (z.B. Lärche), mehrjährig immergrün sind. Es gibt weltweit ca. 800 Arten.

Nadelwälder und Nadelgehölze wachsen bis in höhere Lagen und bilden in etwa 1800–2300 m ü. M. die Waldgrenze (Baumgrenze).

Folgende Nadelhölzer werden in der Schweiz eingeschnitten:

- **Fichte**
- **Tanne**
- Föhre (Kiefer)
- **Lärche**
- **Douglasie**
- Weymouthsföhre
- Eibe
- Arve (Zirbelkiefer)

### 5.5.1. Fichte (Rottanne)

Botanischer Name:  
*Picea abies*

Die Fichte («Rottanne») besiedelt fast alle waldfähigen Standorte und dominiert über einen weiten Standortbereich. Unter dem Einfluss des Menschen ist die Fichte in der Schweiz besonders in tieferen Lagen über ihr natürliches Areal hinaus verbreitet.

In den subalpinen Lagen ging dagegen nach den Kahlschlägen bis Ende des 19. Jahrhunderts und der folgenden natürlichen Lärchenausbreitung der Fichtenanteil vielerorts zurück. Die Verbreitungsschwerpunkte liegen heute in den Regionen Alpen, Voralpen und im westlichen Jura. Selten ist die Fichte nur im Südtessin sowie in der Region Genf.

Die vertikale Verbreitung erstreckt sich von 250 bis über 2200 m ü.M. Deutlich höher steigen nur Lärche, Arve und Bergföhre. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Langschaftiger, gerader, vollholziger Stamm, bis 40 m, Ø bis 120 cm.
- Flachwurzel, weitreichender Wurzelteller
- Rinde rötlich-braun, dünnschuppig
- Krone spitzkegelförmig, Äste quirlförmig auf gleicher Höhe, eher hängend
- Nadeln 10–15 mm lang, spitz, leicht stechend, im Querschnitt vierkantig, rings um den Zweig angeordnet.
- Zapfen 10–15 cm lang, zuerst aufrecht in rötlicher, später hängend in hellbrauner Farbe, nach der Samenreife als Ganzes abfallend.

#### Vorkommen:

- Europa

#### Technologische Eigenschaften:

- Sehr weiche, leichte, aber tragfeste und gut bearbeitbare Holzart
- Ungeschützt im Freien nur begrenzt dauerhaft
- Schwer zu imprägnieren
- Harzhaltig

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 300... 430... 640 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 330... 470... 680 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{gran}$ ):** 700... 800... 850 kg/m<sup>3</sup>

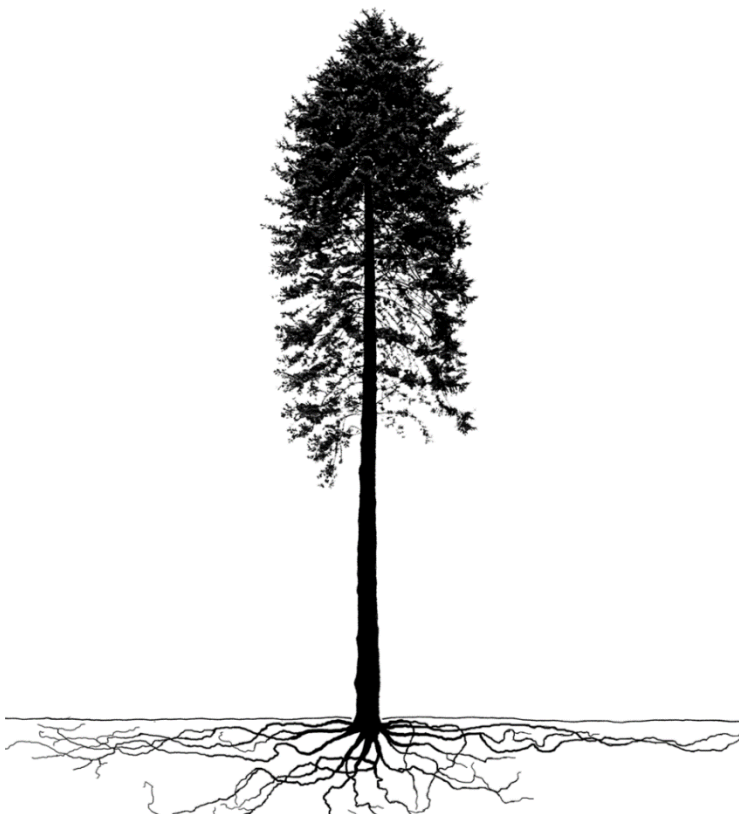
#### Struktur:

- Splint und Kern nicht zu unterscheiden
- Jahrringe leicht erkennbar
- Frühholz hellgelblich, Spätholz rötlich-gelb
- Übergang von Früh- zu Spätholz allmählich
- Holz mit Seidenglanz



### Verwendung:

- Innenkonstruktionen, Dachstühle, Decken, Wände
- Verleimtes Brettschichtholz, Sperrholz
- Möbel, Instrumente
- Papier- und Zelluloserohstoff
- Fassaden, Schindeln
- Schal- und Paletten Holz



Botanischer Name:  
*Abies alba*

### 5.5.2. Tanne (Weisstanne)

Das natürliche Verbreitungsgebiet der wärmeliebenden und frostempfindlichen Tanne ist in den mittel- und südeuropäischen montanen Wäldern (Mittelgebirgsstufe) viel enger begrenzt als dasjenige der Fichte, was auf ihre geringere Standorttoleranz schliessen lässt. Die Tanne bevorzugt gut mit Wasser versorgte Böden; in Einzelfällen findet man sie jedoch auch auf trockenen Standorten (z.B. im Wallis).

In der Schweiz kommen Tannen vor allem im westlichen Jura, dem zentralen Mittelland und den Voralpen vor. Einige Gebiete sind vollständig frei von Tannen (Engadin, Rheinwald, Obergoms, Mattertal, Region Davos, Teile des Südtessins), während sie andernorts besonders dicht wachsen (Emmental, Napf).

Die meisten Tannen wachsen in einer Höhe von 600 bis 1200 m ü.M.; der höchste Tannenanteil ist zwischen 800 und 1000 m ü.M. zu finden.

Die Tanne gedeiht bis in höhere Lagen und wächst in den südlichen Alpentälern weiter nach oben als im Norden. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Langschaftiger, gerader, vollholziger Stamm, 40–50 m hoch, Ø bis 120 cm.
- Starke Pfahlwurzel, Rinde silbergrau, in der Jugend glatt, im Alter eher rissig und gefeldert, mit Harzbeulen
- Krone pyramidenförmig, jedoch nicht so spitz wie die Fichte, Äste weniger hängend, eher horizontal abstehend
- Nadeln 15–30 mm lang, flach, Oberseite dunkelgrün, unten mit 2 weissen Strichen, am Ästchen gescheitelt angeordnet, nicht stechend.
- Zapfen 10–16 cm lang, aufrechtstehend, auf dem Baum abschuppend, zurück bleibt die Spindel, die erst viel später abfällt.

#### Vorkommen:

- Mittel- und Südeuropa

#### Technologische Eigenschaften:

- Sehr weiches, leicht bearbeitbares Holz
- Ungeschützt im Freien nur begrenzt dauerhaft
- Gut imprägnierbar.
- Nicht harzhaltig

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 330... 410... 710 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 350... 450... 750 kg/m<sup>3</sup>

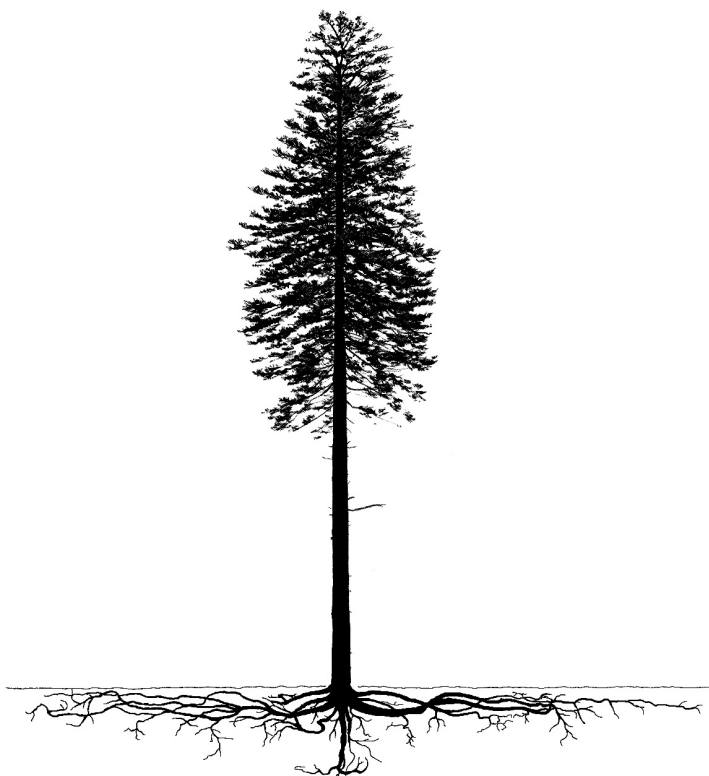
**Rohdichte ( $\rho_{grn}$ ):** 800... 880... 950 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Splint und Kern nicht zu unterscheiden
- Jahrringe deutlich erkennbar
- Übergang vom fast weissen Frühholz zum bräunlichen Spätholz (mit violetter Schimmer) markant
- Keine Harzkanäle
- Holz mattglänzend.

### Verwendung:

- Innenkonstruktionen
- Möbel
- Aussen imprägnierte Verkleidungen
- Papier-Rohstoff
- Unterkonstruktionen
- Schal- und Paletten Holz





### 5.5.3. Föhre

**Botanischer Name:**  
*Pinus silvestris*

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Waldföhre liegt in den Tiefebene Europas und Nordasiens. Als Pionierpflanze ist sie sehr anspruchslos, was die Bodenqualität anbelangt, benötigt dafür aber sehr viel Licht. So kann sich die Waldföhre nur auf Extremstandorten dauernd gegen andere Arten durchsetzen.

Ihre natürlichen Verbreitungsgebiete in der Schweiz sind die Zentralalpen, die Nordostschweiz und der Jura. Den grössten Anteil weist die Waldföhre im Wallis auf, wo auch die ausgedehntesten zusammenhängenden Bestände vorkommen.

Die Waldföhre wächst stellenweise bis auf 2100 m ü.M.; 80% wachsen jedoch in Höhenlagen unterhalb 1200 m ü.M. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Als Waldbaum mit geradem Stamm bis 40 m hoch, Ø 50 bis 80 cm
- Herz- bis Pfahlwurzeln. Föhren im Freistand oder Gebirge sind oft krumm und knorrig
- Rinde am Stammfuss grobborkig, graubraun und rissig,
- Trennschicht der Borke ist aschgrau. Im oberen Teil ist die Rinde eher glatt, orangefarben.
- Kuppelkrone, Äste unregelmässig, quirlförmig, waagrecht oder nach oben gerichtet.
- Nadeln 2–7 cm lang, spitzig, gedreht, grünblau, zu zweit an den Kurztrieben.
- Zapfen 3–7 cm lang, mit Stiel, eiförmig, graubraun- matt, fallen nach einigen Jahren ab.

#### Vorkommen:

- Europa
- Balkan
- Nordwestasien
- Nordamerika

#### Technologische Eigenschaften:

- Lässt sich leicht und rasch trocknen.
- Weiche und gut bearbeitbare, verleimte Holzart, leicht zu imprägnieren.
- Im Freien ungeschützt nicht dauerhaft (anfällig auf Pilze).

**Darrdichte ( $p_{dtr}$ ):** 300... 490... 860 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $p_{12...15}$ ):** 330... 510... 890 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $p_{grün}$ ):** 750... 820... 850 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Splint hellgelblich-weiss
- Kern rötlich
- Jahrringe gut erkennbar
- Scharfer Übergang vom hellen Frühholz zum dunkleren Spätholz
- Viele Harzkanäle
- Holztextur (Zeichnung) je nach Wuchsort verschieden intensiv
- Holz mattglänzend mit leichtem Balsamgeruch.

### Verwendung:

- Möbel (massiv oder furniert)
- Böden, Täfer, Fensterrahmen
- Aussenschalung
- Holzwolle
- Rohstoff für Spanplatten
- Schal- und Paletten Holz



#### 5.5.4. Lärche

**Botanischer Name:**  
*Larix decidua*

Die Häufigkeit der Lärche im Alpenraum entspricht nicht dem natürlichen Vorkommen. Infolge von Kahlschlägen und durch die Wiederbewaldung von Alpweiden konnte die Lärche ihr Areal um das 5- bis 20-fache ausweiten. Ihr heutiges Vorkommen in der Schweiz ist, abgesehen von Pflanzungen im Mittelland, zum Gross- teil auf das Wallis, die Tessiner Gebirgstäler und das Bündnerland (Engadin, Müns- tertal, Puschlav) beschränkt.

Obwohl die Lärche eine breite ökologische Amplitude (Optimalbereich) hat und in jeder Höhenlage gedeihen kann, wachsen 73% der Lärchen oberhalb von 1400 m ü.M., zumeist an Steilhängen. Entscheidend für die Verbreitung der Lärche ist ein grosses Lichtangebot. Langfristig wird sie von schattenertragenden Baum- arten verdrängt, falls nicht Lawinen, Windwürfe, Erdrutsche und der Mensch neue Kahlfächen für die Verjüngung schaffen. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Meist gerader Stamm 40m hoch, Ø 50 bis 100 cm
- Pfahl- später Herzwurzel.
- Rinde rotbraun, an jungen Stämmen glatt, im Alter sehr dick werdend und längsrissig. Die Trennungsschicht der dicken Borke ist karminrot
- Die Krone ist dünnastig, im Bestand meist hoch oben angesetzt, Äste sehr lang, waagrecht bis hängend
- Nadeln 2–3 cm lang, hellgrün, weich, glatt, mit stumpfer Spitze, büschelweise 20–40 Nadeln an Kurztrieben
- Zapfen 3–4 cm lang, eiförmig, frisch dunkelgrün später hell- bis dunkelbraun
- Einzige Nadelholzart die im Spätherbst die Nadeln verliert

#### Vorkommen:

- Mitteleuropa

#### Technologische Eigenschaften:

- Weiche Holzart
- Leicht bearbeitbar
- Dauerhaft
- Splint mässig
- Kern schlecht imprägnierbar

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 400... 550... 820 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 440... 590... 850 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 750... 830... 900 kg/m<sup>3</sup>

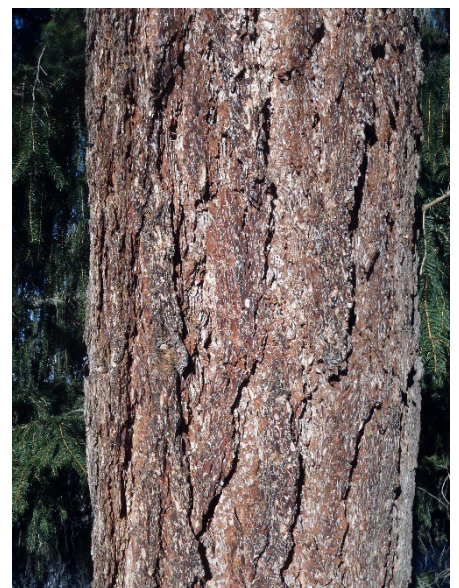
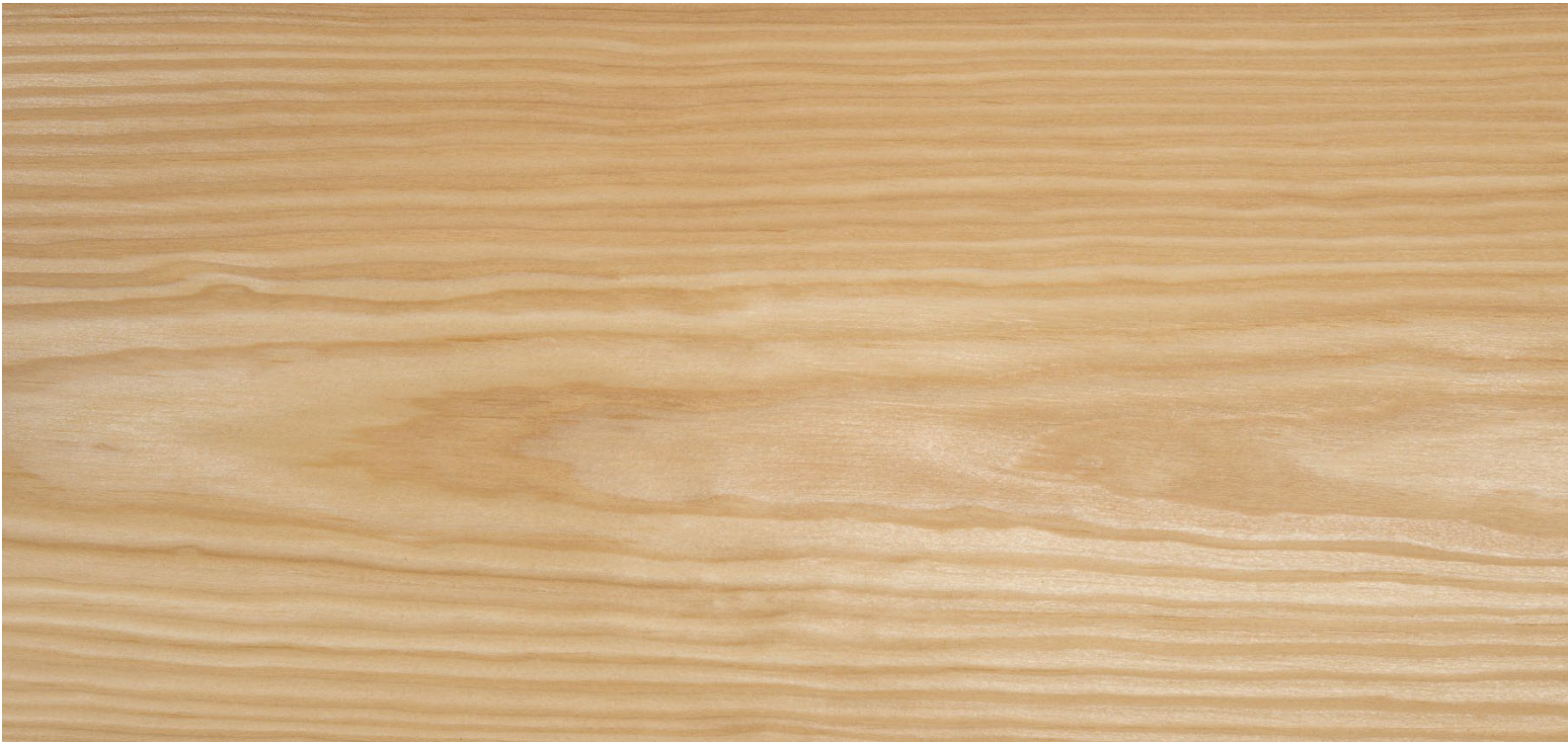
#### Struktur:

- Splint gelblich
- Kern hellrötlich-braun
- Jahrringe deutlich erkennbar
- Spätholz markant braun
- Harzkanäle im Holz
- Prägnante Textur
- Mattglänzend



### Verwendung:

- Konstruktionen und Verkleidungen innen und aussen
- Terrassenböden
- Wasserbau
- Fassaden
- Möbel
- Fensterrahmen
- Schindeln



### 5.5.5. Douglasie

**Botanischer Name:**  
*Pseudotsuga*  
*menziesii*

Die forstwirtschaftlich bedeutenden Exoten kamen erst im 18. und 19. Jahrhundert aus Nordamerika (z.B. Douglasie) und Asien in die Schweiz. Unter dem Druck einer allgemeinen Holznot setzte sich der Anbau von Exoten etwa Mitte des 19. Jahrhunderts auch im Wald durch, hatte aber hierzulande immer nur eine geringe Bedeutung.

Ein kleiner Teil des Holzvorrates in der Schweiz entfällt auf Douglasien. Das Hauptvorkommen liegt im Mittelland, mit Schwerpunkt zwischen Laupen (BE) und Lenzburg (AG). Obwohl die Douglasie in Nordamerika bis auf 3000 m ü. M. wächst, ist sie in Europa nur bis 900 m vertreten, zumeist auf mässig geneigten Standorten.

Die Douglasie ist eine schnellwüchsige Baumart und gedeiht am besten auf nährstoffreichen, tiefgründigen, wenig frischen, lehmig-humosen Böden. Sie ist sehr tolerant und wächst auf basischen bis sauren Böden. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Langschaftiger, gerader & vollholziger Stamm bis 60 m hoch, Ø bis 150 cm
- Herzwurzel, weniger tief eindringend als Tanne
- Rinde erst dünn, glatt und grau
- Später tiefrissige, dicke, korkige und graubraune Borke
- Krone im Alter breit, Äste lang, horizontal abstehend. Zweige hängend, auch im Bestand stark astig
- Nadeln ähnlich wie bei der Tanne, aber Spitze nicht eingekerbt weicher und elastisch. Zitronengeruch beim Zerreiben
- Zapfen zimtbraun, hängend, nach der Samenreife als Ganzes abfallend. Die dreispitzigen Deckschuppen überragen die Fruchtschuppen weit

#### Vorkommen:

- Westküste Nordamerika
- In Europa kultiviert

#### Technologische Eigenschaften:

- Holz mittelhart
- Mässig dauerhaft im Freien
- Leicht bearbeitbar
- Splint mässig
- Kern schlecht imprägnierbar.

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 320... 470... 730 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 350... 510... 750 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{gran}$ ):** 640... 720... 800 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Splint fast weiss
- Kern rötlichbraun
- Spätholz ziemlich breit und dunkel
- Jahrringe gut erkennbar
- Textur auffällig
- Harzkanäle vorhanden
- Mattglänzend mit leichtem Harzgeruch



### Verwendung:

- Konstruktionen innen und aussen
- Fassaden
- Parkettböden
- Terrassenböden
- Grubenholz
- Wasserbau



### 5.5.6. Weymouthsföhre

Botanischer Name:  
*Pinus strobus*

Die Weymouthsföhre, in Deutschland auch Weymouthskiefer oder Strobe genannt, ist eine aus dem Nordosten Nordamerikas stammende Holzart, die bei uns häufig angebaut wird. Sie ist die erste ausserkontinentale Holzart, die sich in der Schweiz und in Deutschland eingebürgert hat und forstliche Bedeutung erlangte. Der Baum verlangt zum guten Gedeihen in Mitteleuropa einen frischen, leicht feuchten Boden. Er ist ein raschwüchsiger Halbschattenbaum, der an das Klima keine grossen Anforderungen stellt und gegen Frost ziemlich unempfindlich ist.

In der Schweiz sind Reinbestände selten. Wir finden sie hauptsächlich im Mittelland und in tiefen Lagen der Voralpen angebaut. Sie steigt bis etwa 900 Meter hoch und der reiche Nadelfall verbessert den Humus. Der Baum ist dem Rotwildverbiss stark ausgesetzt und wird gerne vom Halimasch (Pilz) angegriffen. Junge Bestände leiden besonders unter dem Blasenrost, einem Rostpilz, der sich zwischen Holz und Rinde festsetzt und meist zum Tode führt. An vielen Orten musste deshalb die Kultur der Weymouthsföhre aufgegeben werden. Sie eignet sich nur zum Anbau in Mischung mit anderen Nadel- und Laubholzarten und nur auf ihr zusa-genden Böden. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Stamm meist gerade, vollholzig, bis 50 m hoch, Ø 60 bis 80 cm
- Pfahl- und Seitenwurzeln
- Rinde anfangs schwärzlich- grau, glatt, reisst später längsrissig auf und bildet eine tafelige Borke, ähnlich wie bei der Föhre
- Krone ist kegelförmig, Äste waagrecht, kranzweise wachsend
- Nadeln ca. 10 cm lang, dreikantig, weich, blaugrüne Farbe, büschelweise stets 5 beisammen
- Zapfen zimtbraun, hängend, etwas gekrümmt, harzreich

#### Vorkommen:

- Östliches Nordamerika
- In Europa kultiviert

#### Technologische Eigenschaften:

- Holz sehr weich
- Wenig dauerhaft im freien
- Sehr leicht bearbeitbar
- Sehr gut zu trocknen
- Hoher Harzgehalt
- Schwindet wenig
- Reisst selten
- Sehr leicht

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 310... 370... 470 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 340... 400... 500 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 580... 650... 720 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

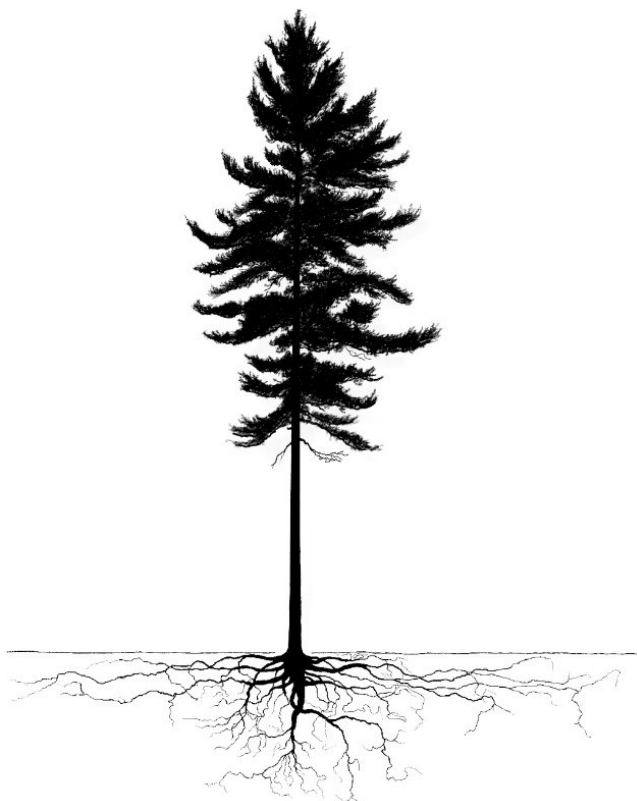
- Splint weiss bis gelbweiss
- Kern gelbbraun



- Wenig Härteunterschied zwischen Früh- und Spätholz
- Breite, gut erkennbare Jahrringe
- Harzkanäle vor allem im Spätholz gut erkennbar

#### Verwendung:

- Innenkonstruktion mit geringer Beanspruchung (Täfer, Verkleidungen)
- Spielzeugherstellung
- Kunstschreinerei (Bsp. Holzschnitzerei, Holzbildhauerei)
- Bienenstöcke
- Modellholz





### 5.5.7. Eibe

**Botanischer Name:**  
*Taxus baccata*

Die erheblichen Arealverluste der Eibe gehen zurück auf den Raubbau im Mittelalter (Pfeilbogen- und Armbrustholz). In den letzten hundert Jahren haben Methoden der modernen Waldbewirtschaftung und massiver Wildverbiss weitere Rückgänge bewirkt. Heute wird die Eibe vom Forstdienst im Kampf gegen ihre natürlichen Konkurrenten (Buche, Tanne) gefördert.

Die Hauptverbreitung der Eibe liegt in der Nordostschweiz und im Jura. Die dichtesten Vorkommen sind im Gebiet, um das Hörnli zu finden.

Der optimale Eibenstandort ist eine luftfeuchte (Steil-) Hanglage mit Seitenlicht zwischen 600 und 800 m ü.M. (wo auch über 50% der Eiben stocken). (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Eibe kann eine Höhe bis 20 m und Ø bis 1.0 m erreichen. Sie altert extrem langsam, ihr Holz ist langlebig, widerstandsfähig und gleichzeitig biegsam.
- Samen, Rinde und Nadelwerk können in geringen Mengen für Menschen und auch Säugetiere ausserordentlich giftig sein. Achtung bei der Holzverarbeitung!
- Der Schaft ist höchstens bis 6m astfrei, meist spannrückig und gekrümmt.
- Tiefwurzler mit dichtem Wurzelwerk.
- Die Rinde ist dünn, rotbraun, sich in kleine Schuppen ablösend.
- Krone breit kegelförmig, im Alter ei- bis kugelförmig, häufig vom Grunde an mehrstämmig.
- Nadeln ca. 1–3 cm lang, zugespitzt, oberseits dunkelgrün, etwas glänzend, unterseits mit undeutlichen blassgrünen Streifen, 2-reihig an Seitenzweigen, an aufrechten Zweigen schraubig stehend.
- Aus den weiblichen Blüten entwickeln sich die Scheinbeeren mit einem 6–7 mm langen Samen im leuchtend roten Samenmantel (Arillus).

#### Vorkommen:

- Europa
- Asien
- Nordamerika

#### Technologische Eigenschaften:

- Sehr hartes Nadelholz
- Sehr schweres Nadelholz
- Gering schwindend
- Zäh und sehr elastisch
- Leicht bearbeitbar
- Lässt sich gut messern und schälen (Furnier)
- Einfach beiz und lackierbar

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 480... 660... 870 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 550... 700... 980 kg/m<sup>3</sup>

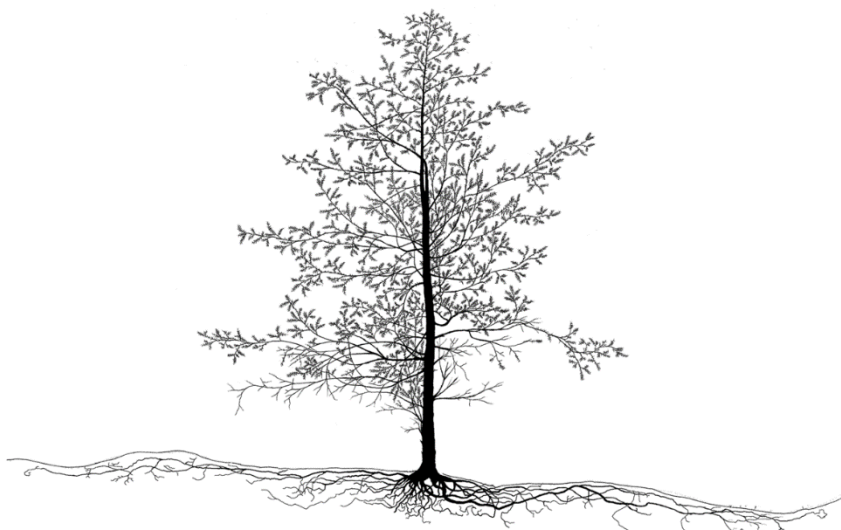
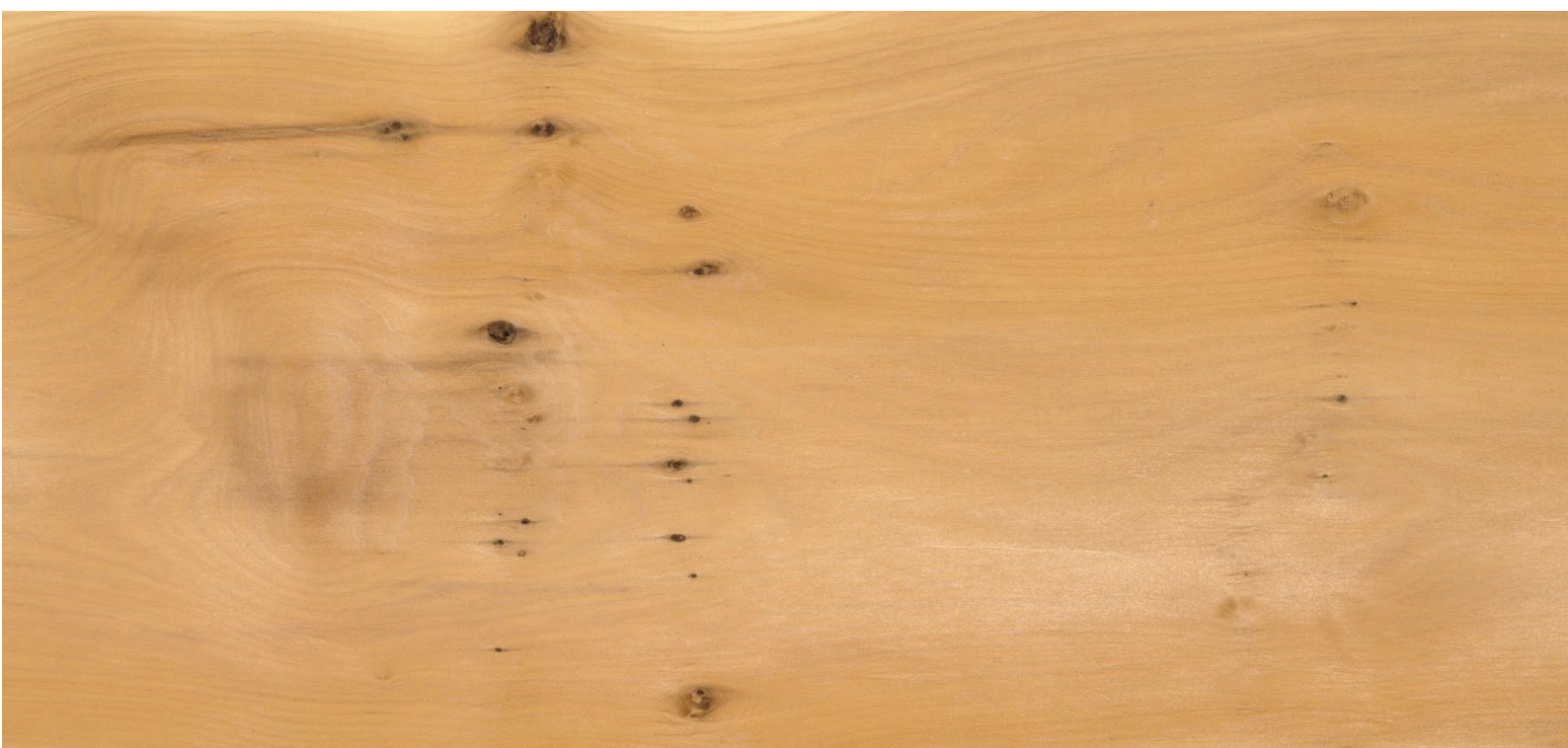
**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 1000... 1050... 1100 kg/m<sup>3</sup>

### Struktur:

- Splint gelblichweiss
- Kernholz bräunlich, rotbraun, orangebraun, auch mahagonifarbig oder in violett übergehend
- Feinjählig
- Jahrringe sind durch dunkle, meist wellig verlaufende Spätholzlinien sichtbar.
- Harzfrei

### Verwendung:

- Furnier
- Bogen- und Armbrustbau
- Möbelbau
- Kunstschreinerei (Bsp. Holzschnitzerei, Holzbildhauerei)



### 5.5.8. Arve (Zirbelkiefer)

**Botanischer Name:**  
*Pinus cembra*

Die Arve wächst in der Schweiz zur Hauptsache im Engadin und in den südlichen Walliser Seitentälern. Über 80% gedeihen oberhalb von 1800 m ü.M. (die Hälfte gar oberhalb von 1960 m ü.M.); die untere Arealgrenze wird durch die grössere Konkurrenzkraft der Fichte bestimmt.

Die höchststeigende Baumart Europas (in der Schweiz bis 2585 m ü.M., ob Saas Fee) ist zugleich auch jene, die am häufigsten auf stark sauren Böden gefunden werden kann.

Das Verbreitungsgebiet der Arve in der Schweiz wurde während der vergangenen Jahrhunderte durch grossflächige Alpweiderodungen und Kahlschläge zur Gewinnung von Holz stark vermindert. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Bis zu 20 m hoher Baum mit Ø bis 0,4 m, selten gut gewachsen.
- Die Rinde ist in der Jugend glatt bei Arve und graugrün, später graubraun und etwas warzig, im Alter dick, graubraun und rissig.
- Die zahlreichen starken Äste haben geringe Abstände zueinander.
- Aus diesem Grund ist die Krone der Arve bei alten Bäumen unregelmässig. Die derben Nadeln, zu fünf sitzend, sind vier bis acht cm lang, dreikantig und unten bläulich.
- Die kugeligen, oft eiförmigen Zapfen benötigen drei Jahre bis zur Reife.
- Die Samen (Arvennüsschen) sind essbar.

#### Vorkommen:

- Europäisches Gebirge

#### Technologische Eigenschaften:

- Holz sehr weich, faserig und leicht
- Gut bearbeitbar
- Geringe Rissbildung beim Trocknen, schnell trocknend
- Nicht dauerhaft im Freien

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** x... x... x kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 430... 470... 500 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{gran}$ ):** x... x... x kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Splint gelbweiss
- Kern hellrötlich
- Eingewachsene Äste dunkelrotbraun
- Übergang vom Früh- zum Spätholz allmählich und unscharf
- Geringer Spätholzanteil
- Jahrringe im Allgemeinen fein, Holz seidenglänzend
- Ausgeprägter Balsamgeruch



### Verwendung:

- Innenausbau (Bsp. Täfer, Fensterrahmen)
- Möbel
- Gefässe
- Kunstschreinerei (Bsp. Holzschnitzerei, Holzbildhauerei)
- Drechslerei
- Furnier







## 5.6. Laubhölzer

Laubbäume sind die artenreicheren, baumförmigen Vertreter der Holzpflanzen mit meist flächigen Blättern. Die Laubbäume gehören zu den bedecktsamigen Pflanzen, da die Samenanlage nicht frei zugänglich, sondern von einem Fruchtknoten umschlossen ist. Laubbäume haben quirlig, gegenständig oder wechselständig angeordnete Blätter, die in unserer Klimazone meist einjährig, das heisst winterkahle, laubabwerfende Bäume sind. Weltweit gibt es ca. 240`000 Arten.

Laubbäume und Laubmischwälder wachsen in den mitteleuropäischen Tieflagen und in den Mittelgebirgen bis 1000 m ü. M., in den Alpen bis 1350 m ü. M.

Folgende Nadelhölzer werden in der Schweiz eingeschnitten:

- **Buche**
- **Eiche**
- **Esche**
- **Ahorn**
- Erle
- Linde
- Kirschbau
- Nussbaum
- Edelkastanie
- Ulme
- Birke
- Platane
- Zitterpappel
- Robinie

Botanischer Name:  
*Fagus sylvatica*

### 5.6.1. Buche (Rotbuche)

Die von Natur aus konkurrenzstarke Buche musste im Verlauf der letzten Jahrhunderte aus wirtschaftlichen Gründen vielerorts verschiedensten Nadelbaumarten (vor allem der Fichte) weichen. Obwohl sie heute im Mittelland nur noch einen Anteil von 19% an der gesamten Gesamtstammzahl hat, ist die Buche in der kollinen bis unteren montanen Stufe (Hügellandstufe) die häufigste Baumart. Den höchsten Buchenanteil weist der östliche Jura auf; ausgedehnte reine Buchenwälder finden sich vor allem im Gebiet um Liestal/ Dornach und stellenweise im Tessin.

Natürlicherweise frei von Buchen sind niederschlagsarme Alpentäler mit kontinentalem Klima.

Die grosse Standortstoleranz der Buche wird durch vernässte Böden und Höhenlagen ab 1300 m ü.M. eingeschränkt. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Mittelgrosser Baum bis 40 m hoch, Ø bis 1,40 m
- Auf guten Standorten vollholzige und gerade Stämme, an schlechten Standorten neigt sie zu Krumm- und Gabelwuchs
- Anfangs Pfahlwurzel, später Herzwurzel mit stärkeren Seitenwurzeln.
- Rinde erst graugrün, glatt, dann weissgrau bis silbergrau, teilweise mit weissen Flecken
- Krone mächtig, je nach Standort höher oder tiefer angesetzt, Äste weitausladend, waagrecht abstehend
- Blätter 5–10 cm lang, dunkelgrün, Unterseite etwas heller, oval und ein wenig zugespitzt
- Früchte sind drei kantige, glänzend braune Buchnüsse

#### Vorkommen:

- Europa

#### Technologische Eigenschaften:

- Sehr hart, schwer und gut biegsam
- Je nach Wuchsbedingungen gut bearbeitbar
- Schlechte Dauerhaftigkeit im Freien
- Dauerhaftigkeit kann durch Imprägnierung verbessert werden
- Innere Spannungen, welche durch Dämpfen gelöst werden
- Erhält durch Dämpfen eine rötliche Farbe

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 490... 680... 880 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 540... 720... 910 kg/m<sup>3</sup>

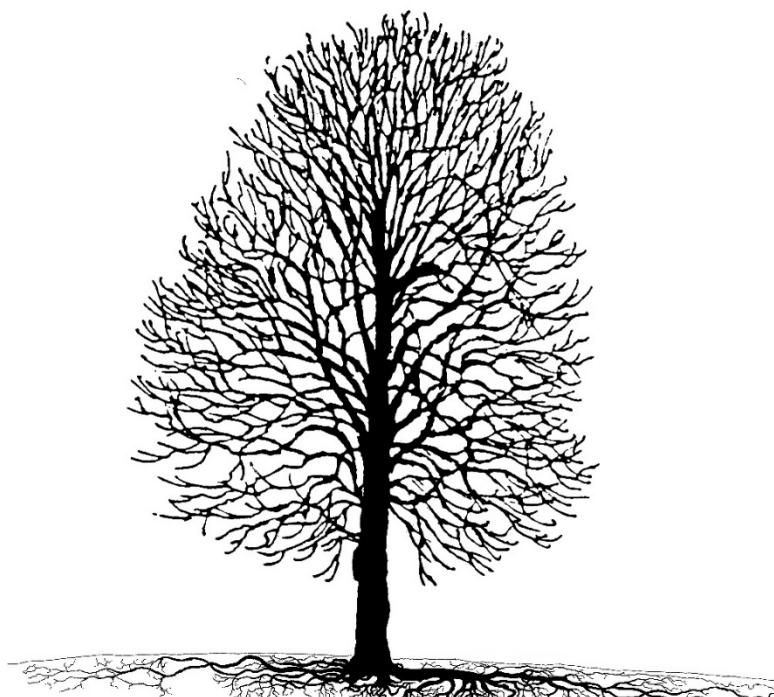
**Rohdichte ( $\rho_{gran}$ ):** 820... 1070... 1270 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Zerstreut- und feinporig
- Splint und Kern meist gleichfarbig hellgrau
- Jahrringe mässig sichtbar
- Teilweise mit rotbraunem Falschkern
- Glänzende Markstahlen sichtbar (Spiegel)

### Verwendung:

- Möbel
- Parkett
- Furnier
- Spielwaren
- Werkbänke
- Bahnschwellen
- Werkzeugstiele
- Leimholz



### 5.6.2. Eiche (Stiel- und Traubeneiche)

Botanischer Name:  
*Quercus petraea*  
(Traube)

*Quercus robur*  
(Stiel)

Die **Traubeneiche** ist in der Schweiz stärker verbreitet als die **Stieleiche**. Ihre Hauptvorkommen liegen im Mittelland, Jura, Wallis und Tessin. Die Stieleiche hat dank der Ausbildung von Lokalrassen mit sehr unterschiedlichen Standortansprüchen in Europa ein sehr grosses Verbreitungsgebiet. Alle Rassen benötigen aber viel Licht und eine lange, warme Vegetationsperiode.

Die Traubeneiche meidet schwere Böden und Spätfrostlagen, erträgt aber mehr Trockenheit als die Stieleiche, was dazu führt, dass man jene etwas öfter an Hängen und weniger am Hangfuss oder in Ebenen findet. Auch bezüglich Nährstoffversorgung ist sie weniger anspruchsvoll und besiedelt häufiger mässig saure Böden als die Stieleiche.

Im westlichen Mittelland ist der Anteil der Traubeneiche am grössten (6% aller Waldbäume). Da die Traubeneiche hohe Temperaturen im Sommer braucht, findet man sie – wie die Stieleiche – in der kollinen bis submontanen Stufe; allerdings in etwas höheren Lagen als diese. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Beide Arten eher mittelgrosse Bäume, 30–40 m hoch, Ø bis 200 cm
- Meist gut gewachsener Stamm
- In der Jugend lange Pfahlwurzel, später feste Herzwurzeln
- Rinde ist grau-braun bis grünlich-braun, dickborkig, quer- und längsrissig
- Eichenrinde enthält Tannin (Gerbsäure)
- Krone ziemlich gross mit weitverzweigten Ästen
- Blätter verkehrt eiförmig, 4 bis 10 cm lang, tiefe Einbuchtungen, dunkelgrün
- **Stieleiche** kurzer Blattstiel
- **Traubeneiche** sichtbar länger
- Früchte sind die Eicheln, hellgrün in Fruchtbechern
- Die Eicheln der **Stieleiche** haben einen langen Stiel und sind länglich
- Die Eicheln der **Traubeneiche** sind rundlicher und sitzen mit kaum sichtbarem Stiel traubenartig auf dem Ästchen
- Achtung bei der Holzverarbeitung!

#### Vorkommen:

- Europa

#### Technologische Eigenschaften:

- Hartes, schweres Holz
- Dauerhaft im Aussenbereich
- Sehr widerstandsfähig
- Splint selten verwendbar
- Trocknung zeitaufwändig
- Gefahr von Verfärbungen wegen Gerbsäure in Kombination mit Metall

*Darrdichte* ( $\rho_{dtr}$ ): 390... 650... 930 kg/m<sup>3</sup>

*Rohdichte* ( $\rho_{12...15}$ ): 430... 690... 960 kg/m<sup>3</sup>

*Rohdichte* ( $\rho_{grün}$ ): 650... 1000... 1160 kg/m<sup>3</sup>

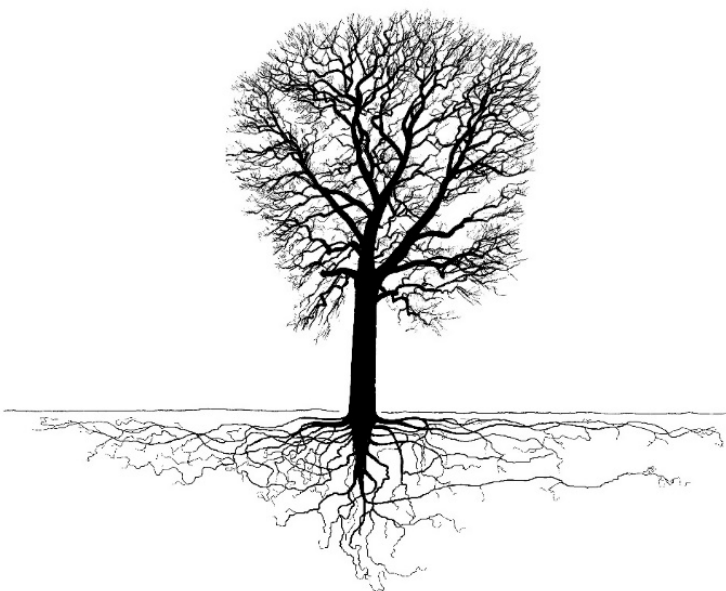


### Struktur:

- Ring und grobporig
- Splintholz gelbweiss
- Kernholz gelbbraun, oft auch graubraun mit grünlichem Schimmer
- Sehr vielfältige Textur
- Jahrringe sehr gut erkennbar
- Breite, gut sichtbare Markstrahlen (Spiegel)

### Verwendung:

- Konstruktionsholz innen und aussen
- Tiefbau, Wasserbau, Brückenbau
- Möbel
- Parkett
- Furnier
- Fässer
- Bahnschwellen





### 5.6.3. Esche

Botanischer Name:  
*Fraxinus excelsior*

In Europa hat die Esche ihren Verbreitungsschwerpunkt im nördlichen Alpenvorland. Man findet sie meist in der kollinen und submontanen Stufe (Hügellandschaft) auf Feuchtstandorten. Der Eschenanteil ist zwar im Mittelland und östlichen Jura am höchsten, diese Baumart ist jedoch auch inneralpin weit verbreitet und fehlt grossflächig nur im Oberengadin.

Die Esche gedeiht zu zwei Dritteln zwischen 400 und 800 m ü.M. Sie benötigt zum guten Gedeihen reichlich Nährstoffe und Wasser, meidet aber stagnierende Nässe und besiedelt auch trockene Jurahänge. (Brändli, 1998)

Leider kämpft die Esche seit Jahren mit dem sogenannten Eschensterben, welches durch eingeschleppte Pilze und Insekten verursacht wird und zu einer starken Reduzierung dieser Holzart führt.

#### Kennzeichen Baum:

- Bis ca. 35 m hoch, Ø bis 100 cm
- Auf gutem Boden und im Bestand vollholziger Stamm, hoch hinauf astrein, auf trockenen Böden Zwieselwuchs
- Pfahlwurzel mit weitreichenden Seitenwurzeln
- Rinde glatt, grau-grünlich, im Alter dunkelbraun, langrissig und borkig
- Krone rund - oval, im Bestand hoch oben, im Freien tief angesetzt
- Blätter sind dunkelgrün, unpaarig gefiedert, 9 bis 13 länglich, ovale Fiederblättchen, unregelmässig gezähnt
- Früchte sind längliche, gelbbraune, meist einsamige Nüsschen mit zungenförmigem Flügel

#### Vorkommen:

- Europa
- Westasien

#### Technologische Eigenschaften:

- Hartes, eher schweres Holz
- Zäh und elastisches, diese Eigenschaften werden durchs Dämpfen verstärkt
- Gut bearbeitbar
- Grosser Härteunterschied zwischen Früh- und Spätholz
- Im Aussenbereich nur imprägniert einsetzbar

**Darrdichte ( $p_{drr}$ ):** 410... 650... 820 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $p_{12...15}$ ):** 450... 720... 860 kg/m<sup>3</sup>

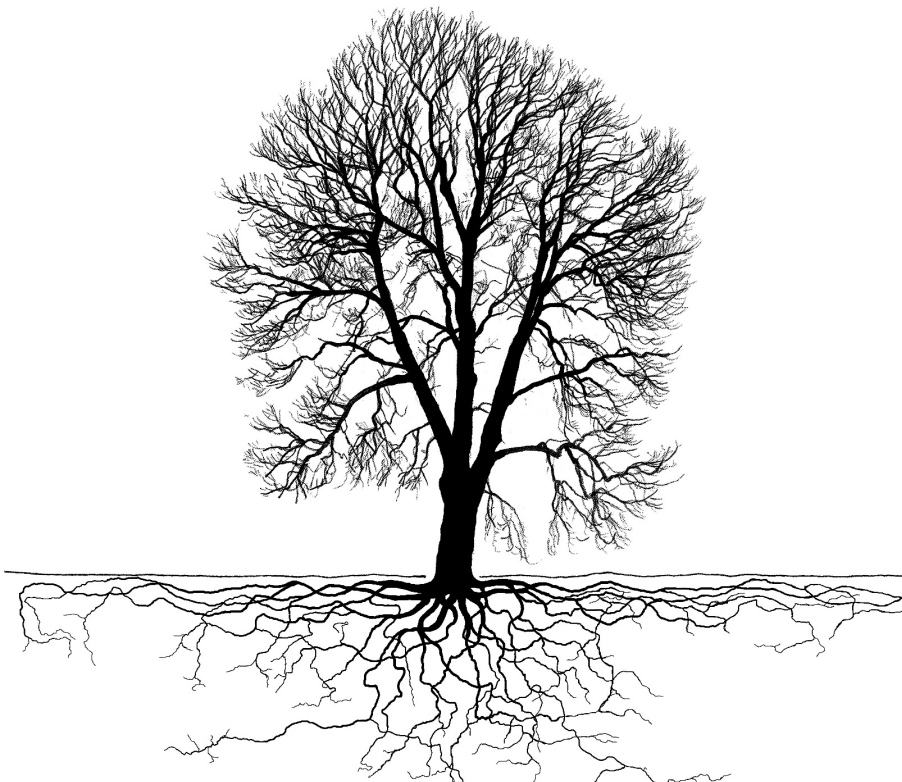
**Rohdichte ( $p_{grün}$ ):** 600... 800... 1140 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Ring- und grobporig
- Rahmweiss bis hellbraune Holzfarbe
- Kaum farblicher Unterschied zwischen Splint- und Kernholz
- Kann im Alter dunkleren Falschkern entwickeln
- Jahrringe deutlich sichtbar
- Gut sichtbare, grobe Textur

### Verwendung:

- Konstruktionsholz innen
- Möbel
- Parkett
- Sportgeräte
- Werkzeugstiele
- Furnier



#### 5.6.4. Ahorn (Berg- und Spitzahorn)

Botanischer Name:

*Acer pseudo  
platanus* (Berg)

*Acer platanoides*  
(Spitz)

Der **Bergahorn** ist in der Schweiz weit verbreitet und besonders häufig im Jura, im östlichen Mittelland und in den Voralpen. Das Hauptareal des **Spitzahorns** liegt im eichenreichen Mischwald des Baltikums. Das mag auch die Erklärung dafür sein, dass er in der Schweiz relativ spärlich vorkommt, denn diese liegt am Westrand des Verbreitungsgebietes.

Die Höhenverbreitung des Bergahorns (300 bis 1700 m ü.M.) ist vergleichbar mit jener der Weisstanne. Der Bergahorn bevorzugt damit deutlich höhere Lagen als die Buche. Sehr häufig gedeiht er - wie Esche und Spitzahorn - am Hangfuss, da er feuchten, nährstoffreichen Boden bevorzugt. Der Lichtbedarf des Bergahorns liegt im mittleren Bereich. Er schätzt aber eine hohe Luftfeuchtigkeit und kommt daher bis 1300 m ü.M. vermehrt an schattigen Nordlagen, darüber aber überwiegend an Sonnenhängen vor. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- **Bergahorn** im Freiland kurzer Stamm, im Bestand hingegen vollholzig, bis 30 m hoch, Ø bis 120 cm, weit hinauf astrein, stark verzweigte, tiefgehende Herzwurzeln. Der **Spitzahorn** erreicht in der Regel nicht die Grösse eines Bergahorns.
- Krone bei beiden Bäumen breit ausladend
- Rinde: Beim **Bergahorn**, erst glatt und grau, später schuppige, braune bis rötliche, abblätternde Borke. Beim **Spitzahorn** erst gelbgrau, später schwärzlich, längsrissig, nicht abblätternd.
- Blätter: Beim **Bergahorn** sind dunkelgrün, haben fünf handförmige Lappen, unregelmässig grob gezähnt, bis 20 cm lang. Das **Spitzahornblatt** hat die gleiche Form, jedoch zugespitzt und ist scharf gezähnt, glattrandig mit abgerundeten Buchten.
- Ahorne haben Spaltfrüchte, bei der Reife bilden sich zwei Teilfrüchte. Beim **Bergahorn** stehen die beiden Samenflügel spitzwinklig zueinander, die des **Spitzahorns** sind stumpfwinklig und sichelförmig.

#### Vorkommen:

- Europa
- Kleinasien

#### Technologische Eigenschaften:

- Hartes, eher leichtes Holz
- Gut bearbeitbar
- Schwer spaltbar
- Im Aussenbereich nicht einsetzbar

*Darrdichte* ( $\rho_{arr}$ ): 480... 590... 750 kg/m<sup>3</sup>

*Rohdichte* ( $\rho_{12...15}$ ): 530... 630... 790 kg/m<sup>3</sup>

*Rohdichte* ( $\rho_{grün}$ ): 790... 970... 1040 kg/m<sup>3</sup>

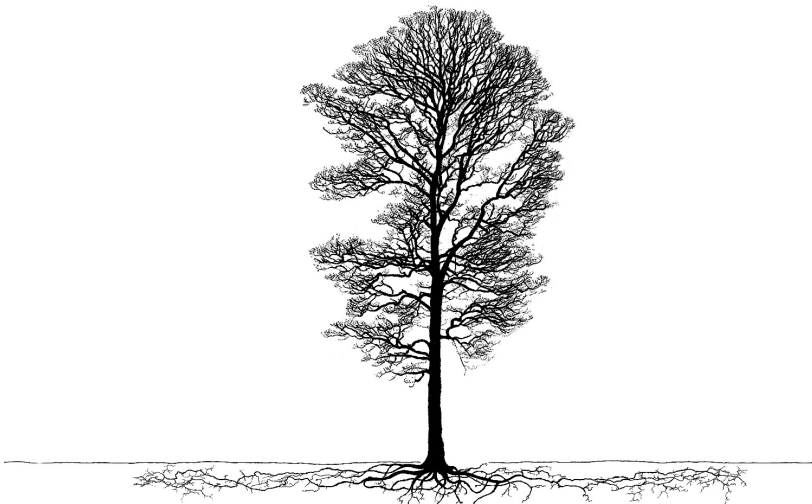


### Struktur:

- Zerstreut- und feinporig
- Sehr helles, hellgelb bis weisses Holz
- Kein farblicher Unterschied zwischen Splint- und Kernholz
- Kann im Alter dunkleren Falschkern entwickeln
- Jahrringe schwach bis mittelgut sichtbar
- Schwach sichtbare, feine Textur

### Verwendung:

- Innenausbau (Bsp. Täfer, Fensterrahmen)
- Möbel
- Parkett
- Instrumentenbau
- Kunstschreinerei (Bsp. Holzschnitzerei, Holzbildhauerei)
- Drechslerei
- Furnier



### 5.6.5. Erle

Botanischer Name:  
*Alnus glutinosa*

Optimale Bedingungen findet die Schwarzerle in den sommerwarmen, luftfeuchten und grundwasserreichen Niederungen Nordosteuropas. Da sie von allen Baumarten stehendes Wasser und Staunässe am besten erträgt, kommt sie vor allem auf dauernd nassen Standorten mit ausreichender Basenversorgung zur Herrschaft. Solche Standorte sind in der Schweiz naturgemäss nicht sehr häufig und im Mittelland wurden sie zum grössten Teil entwässert.

Ihre stärkste Verbreitung hat die Schwarzerle trotzdem noch im Mittelland sowie im Tessin. Diese Baumart der Tieflagen gedeiht zu 60% unterhalb 600 m ü.M.

Die Schwarzerle besiedelt mehrheitlich ebenes Gelände, benötigt reichlich Nährstoffe und ist wie die Buche gleichermassen auf basischen wie auf sauren Böden verbreitet.

#### Kennzeichen Baum:

- Mittelgrosser, meist tiefwurziger Baum, 25–30 m hoch, Ø 50–80 cm
- Stammform zylindrisch, vollholzig
- Rinde zuerst glatt, grau-grünlich bis braun, später längsrissig, schwarzbraun, kleinschuppig
- Krone eilänglich bis pyramidenförmig, Äste waagrecht, ausgreifend, fein.
- Blätter 4–10 cm lang, wechselständig angeordnet, mittel bis dunkelgrün, in den Nervenwinkeln rotgelbe, kurze Haarbüschel
- Früchte, langgestielter Fruchtzapfen, erst grün und klebrig, dann Dunkelbraun mit verholzten Deckschuppen

#### Vorkommen:

- Europa

#### Technologische Eigenschaften:

- Mittelhartes, leichtes Holz
- Gut bearbeitbar
- Wenig elastisch, leicht spaltbar
- Anfällig auf Verfärbungen
- Im Aussenbereich nicht einsetzbar

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 450... 510... 600 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 490... 550... 640 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 800... 850... 930 kg/m<sup>3</sup>

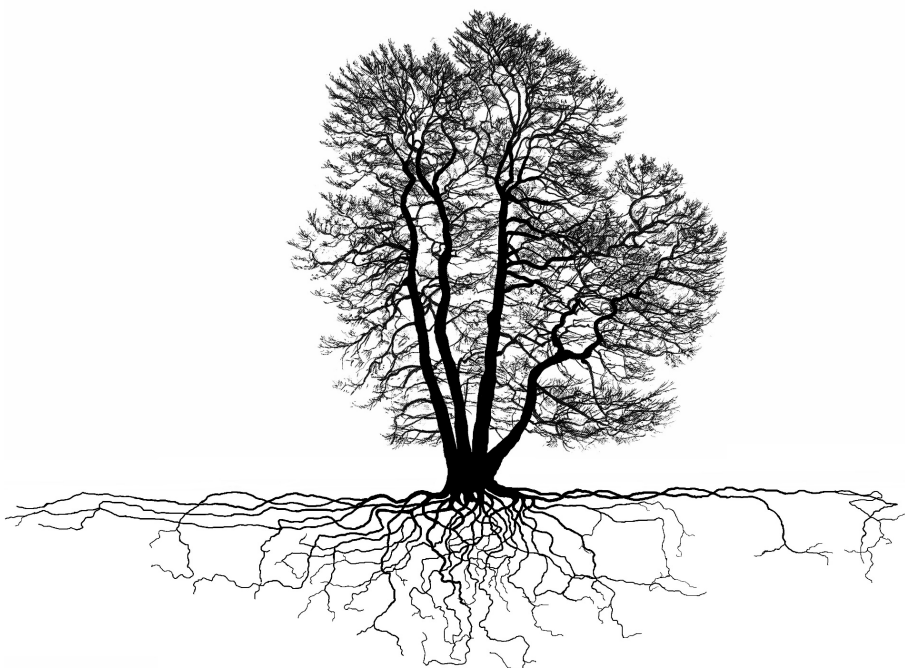
#### Struktur:

- Zerstreut- und feinporig, kaum sichtbar
- Blass gelblich orange bis rötliches Holz
- Kein farblicher Unterschied zwischen Splint- und Kernholz
- Jahrringe schwach erkennbar
- Auffällige Markstrahlen
- Gleichmässige, feine Textur



### Verwendung:

- Möbel
- Kunstschreinerei (Bsp. Holzschnitzerei, Holzbildhauerei)
- Spielzeug und Küchengeräte
- Modellbau
- Papier-Rohstoff
- Sperrholz



### 5.6.6. Linde (Winter- und Sommerlinde)

Botanischer Name:  
*Tilia cordata*  
(Winter)

*Tilia platyphyllos*  
(Sommer)

Typisch für die Verbreitung der Linden sind ehemalige Nieder- und Mittelwälder. Die **Winterlinde** kommt hauptsächlich im östlichen Mittelland, den Föhntälern der Nordalpen und auf der Alpensüdseite vor. Die **Sommerlinde** bevorzugt sommerwarme hügelige Landschaften und Laubmischwälder. Ihr Areal reicht weniger weit nach Norden, dafür weiter nach Süden als dasjenige der Winterlinde.

Da die **Sommerlinde** eine höhere Luftfeuchtigkeit benötigt als die **Winterlinde**, findet man sie vorwiegend im Jura, im Chablais und im Tessin. Die **Sommerlinde**, die ihre Hauptverbreitung (90%) zwischen 420 und 1123 m ü.M. hat, steigt in den Alpen generell höher als die Winterlinde.

Die kalkliebende **Sommerlinde** erträgt Trockenheit besser und gedeiht deshalb eher an Steilhängen über 30°, als in der Ebene oder am Hangfuss.

#### Kennzeichen Baum:

- Langschaftiger Stamm im Bestand, kurz- und dickschaftig im Freistand, bis 35 m hoch, Ø bis 250 cm
- Pfahlwurzel, später tiefgehende Seitenwurzel
- Rinde lange Zeit glatt, grau- grünlich, reich an zähen Bastfasern
- Krone eiförmig, im Freistand tief angesetzt, umfangreich, im Bestand hochangesetzt, aber klein
- Blätter klein, herzförmig, Sommerlinde unterseits rostrote Haarbüschel.
- Blüten gelblich, zwittrig, (Lindenblütentee)
- Früchte, birnenförmiges Nüsschen, meist zwei zusammen

#### Vorkommen:

- Europa

#### Technologische Eigenschaften:

- Weiches, leichtes Holz
- Sehr gut bearbeitbar
- Im Aussenbereich nur imprägniert einsetzbar

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 320... 490... 560 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 350... 530... 630 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{gran}$ ):** 580... 730... 880 kg/m<sup>3</sup>

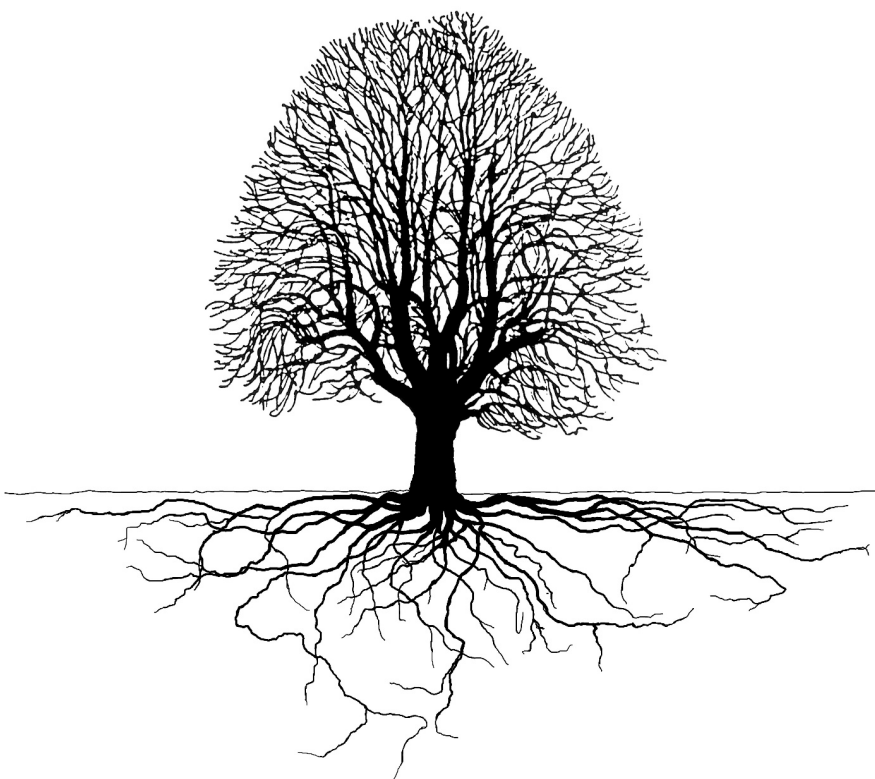
#### Struktur:

- Zerstreut-, feinporig, kaum sichtbar
- Weiss, gelbliches Holz
- Kein farblicher Unterschied zwischen Splint- und Kernholz
- Jahrringe schwach erkennbar
- Gleichmässige, feine Textur



### Verwendung:

- Kunstschreinerei (Bsp. Holzschnitzerei, Holzbildhauerei)
- Möbel
- Spielzeug
- Modellbau
- Furnier
- Prothesen / Bienenkästen



### 5.6.7. Kirschbaum

Botanischer Name:  
*Prunus avium*

Der Kirschbaum wächst bevorzugt in der kollinen und submontanen Stufe (66% der Bäume) in Laubmisch- und Buchenwäldern. So findet man diese Baumart selten oberhalb von 1000 m ü.M., 50% der Kirschbäume stehen in Lagen unterhalb von 600 m ü.M.

Am besten gedeiht er auf frischen, kalkreichen Böden und er bevorzugt ebenes Gelände und Kuppenlagen. (Brändli, 1998)

#### Kennzeichen Baum:

- Im Feld kurz-, im Bestand langschaftiger Stamm, bis 20 m hoch, Ø bis 50 cm
- Pfahl- oder Herzwurzel mit Seitenwurzeln.
- Rinde anfangs bräunlich- grau, glatt, glänzend. Im Alter schwärzliche, längs-rissige Borke.
- Krone ist hochangesetzt, unregelmässig, locker belaubt. Aufwärtsstrebende, stark verzweigte Äste.
- Blätter wechselständig, dunkelgrün, zugespitzt, dünn und schlaff, zwei rote Drüsen am Blattstiel.
- Blüten zwittrig, 5 grosse, weisse Kronblätter, je 2–4 in Büscheln.

#### Vorkommen:

- Europa
- In allen Erdteilen kultiviert

#### Technologische Eigenschaften:

- Eher hartes, mittelschweres Holz
- Biegbare, gut zu bearbeiten
- Sehr glatte Oberflächen bei Bearbeitung
- Mässig bis wenig geeignet für den Aussenbereich

**Darrdichte ( $\rho_{drr}$ ):** 490... 550... 670 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 600... 630... 690 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 800... 850... 900 kg/m<sup>3</sup>

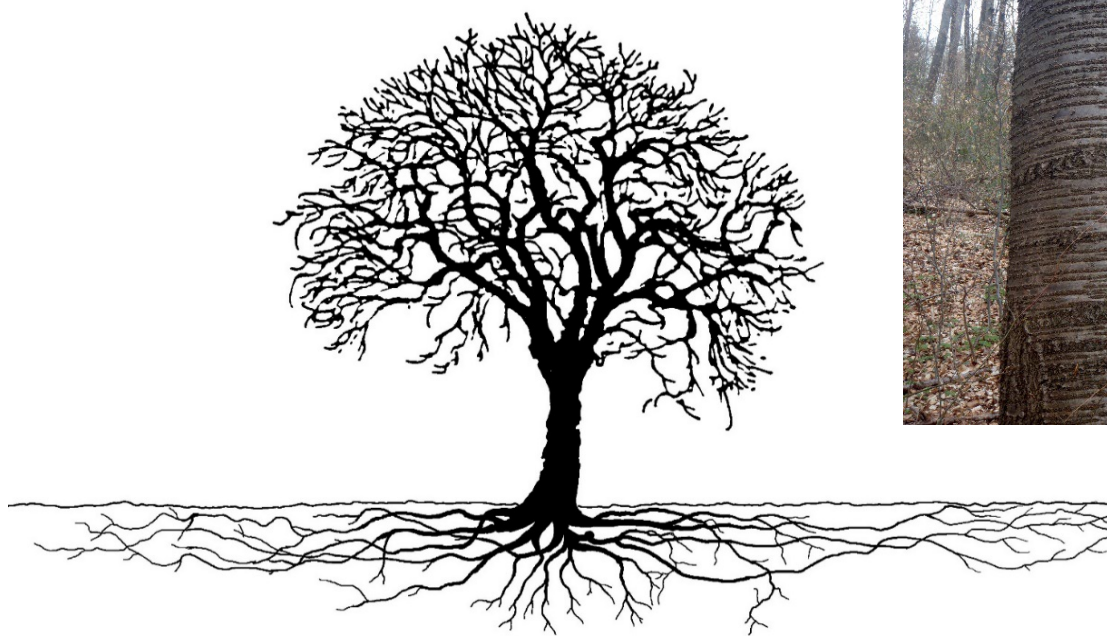
#### Struktur:

- Zerstreut- bis halbring-, feinporig
- Hellbraun rötlich, teilweise mit Grünstich
- Dunkelt unter Lichteinfluss stark ab
- Splint deutlich sichtbar, weisslich bis gelbgrau
- Markstrahlen werden beim abdunkeln deutlicher sichtbar
- Jahrringe gut sichtbar
- Gut sichtbare, feine Textur

#### Verwendung:

- Möbelbau
- Sichtbarer Innenausbau
- Furnier
- Drechslerei
- Parkett







### 5.6.8. Nussbaum (Europäisch)

Botanischer Name:  
*Juglans regia*

Der europäische Nussbaum, auch Walnuss genannt, wächst auf humusreichen, durchlässigen Böden und braucht dafür ein mildes Klima. Er ist sehr empfindlich auf Spätfrost und ist deshalb nur unterhalb von 1200m ü.M. anzutreffen.

Im Schweizer Wald ist der Nussbaum nur selten anzutreffen, da er sehr viel Licht benötigt. Vereinzelt findet man ihn in Gärten oder auf Obstplantagen. Auch eigene Nussbaumplantagen existieren, allerdings nur selten in der Schweiz.

Dem europäischen Nussbaum sehr ähnlich ist der amerikanische Nussbaum. Er zeichnet sich durch eine deutlich dunklere Farbe aus, hat allerdings sehr ähnliche Eigenschaften. (Brändli, 1998)

#### Eigenschaften Baum:

- Im Wald schlank und astrein, bis 25 m hoch, Ø bis 150 cm
- Feldbäume haben kürzere Stämme
- Kräftige Pfahlwurzel mit Oberflächenwurzel
- Rinde anfangs glatt, glänzend, silbergrau bis rotbraun, später längsrissig, dunkelgrau.
- Krone im Wald schlank, hochangesetzt, im Freiland mehrere Hauptäste.
- Blätter unpaarig gefiedert, 5 bis 9 ovale, mittelgrüne, ganzrandige Fiederblättchen.
- Blüten sind einhäusig; die männlichen sind grünlich, hängende, dickwalzige Kätzchen. Die weiblichen 2–5 Blütenstände haben je 2 sitzende Narben.

#### Vorkommen:

- Europa
- Nordwest und Südwestasien

#### Technologische Eigenschaften:

- Mittelhartes, eher schweres Holz
- Bei richtigen Wuchsbedingungen gut biegsam
- Gut bearbeitbar
- Schwierig zu trocknen
- Wird oft gedämpft eingesetzt
- Mässig bis wenig geeignet für den Aussenbereich

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 450... 640... 750 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 570... 680... 810 kg/m<sup>3</sup>

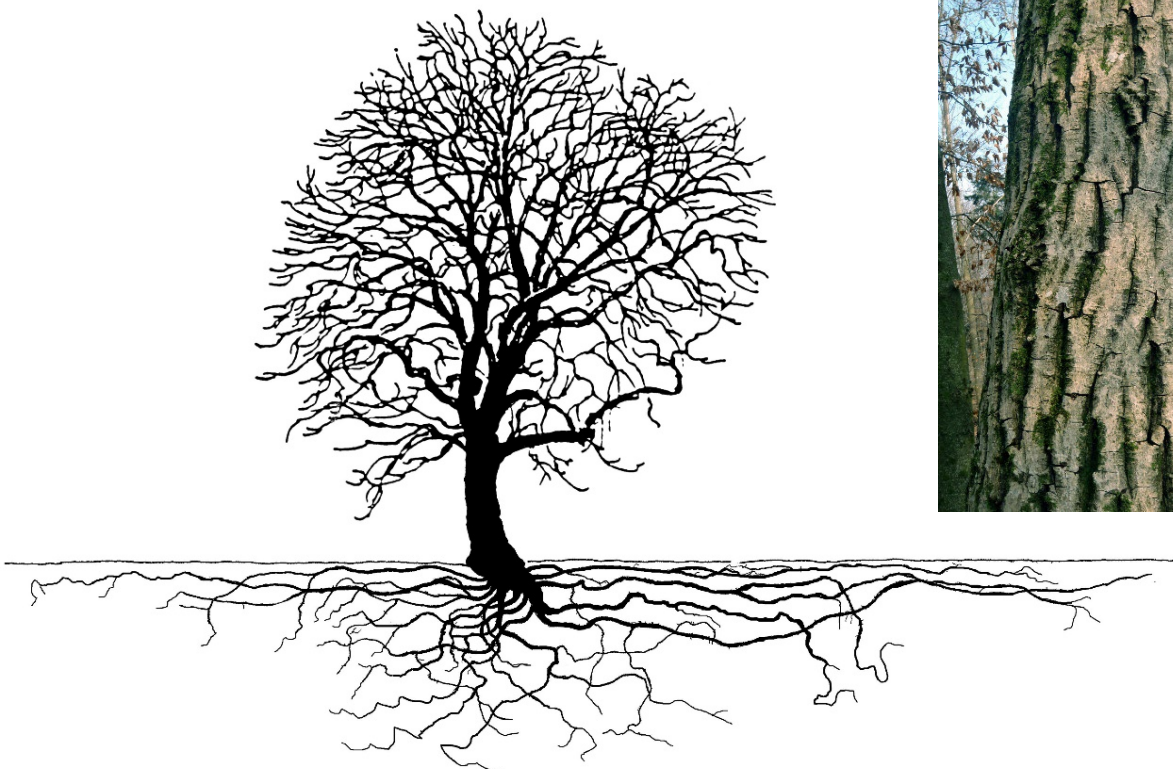
**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 900... 950... 1000 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Zerstreut- bis halbring-, grobporig
- Dunkelbraunes, graubraunes Holz
- Gedämpft teilweise mit leichtem Rotstich
- Splint deutlich heller und sehr breit
- Jahrringe schwach, aber sichtbar
- Grobe, wilde Textur

### Verwendung:

- Möbelbau
- Parkett
- Furnier
- Sichtbarer Innenausbau
- Furnier



### 5.6.9. Edelkastanie

**Botanischer Name:**  
*Castanea sativa*

Die Kastanie, deren Wildform aus Südosteuropa und Kleinasien stammt, ist mit den Eichenarten eng verwandt. In der Schweiz gedeiht sie zu 98% auf der Alpensüdseite, sehr oft in grossen Reinbeständen. Die spärlichen Vorkommen auf der Alpennordseite sind meist in Gebieten mit mildem See- oder Föhnklima wie beispielsweise der Vierwaldstättersee Region zu finden.

Die Kastanie wächst zu 85% in den wintermilden Lagen der kollinen/ submontanen (Hügellandschaften) Stufe; 50% der Bestände unterhalb von 640 m ü.M. Ihre höchste Baumgrenze liegt im Sopraceneri (nördlicher Teil des Kantons Tessin) bei 1250 m ü.M.

Diese wärmeliebende Baumart gedeiht oft an steilen Süd- bis Westhängen, nicht zuletzt, weil im Tessin die wenigen flachen Gebiete entwaldet sind. (Brändli, 1998)

#### Eigenschaften Baum:

- Mittlgrosser Baum, max. 20–30 m hoch, Ø bis 150 cm
- Erst Pfahlwurzel, später starke Seitenwurzeln.
- Rinde erst olivbraun glatt, später braungrau, netzförmig längsrissige Borke
- Krone im Freiland breitkronig, im Bestand schlank
- Blätter lanzettlich, gezähnt, kurzgestielt, Oberseite glänzend dunkelgrün, Unterseite heller, aber matt.
- Blüten einhäusig.  
Männlich: gelbliche Knäuel in langen Kätzchen.  
Weiblich: Grüne, vielschuppige Hülle am Grund der männlichen Kätzchen.

#### Vorkommen:

- Süd- und Mitteleuropa

#### Technologische Eigenschaften:

- Eher weiches, mittelschweres Holz
- Gut bearbeitbar
- Aufwändige Trocknung
- Gefahr von Verfärbungen wegen Gerbsäure in Kombination mit Metall
- Geeignet für den Aussenbereich

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 530... 560... 590 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 590... 620... 680 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** x... 1060... x kg/m<sup>3</sup>

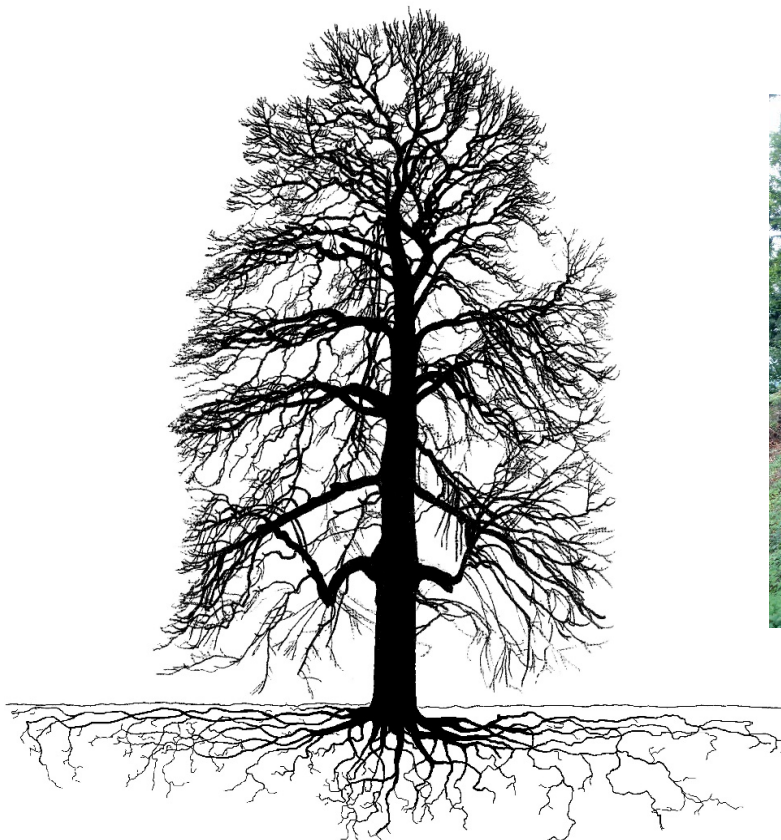
#### Struktur:

- Ring-, grobporig
- Hell- bis lederbraunes Holz, auch graubraun.
- Splint weissgelblich
- Jahrringe gut sichtbar
- Kaum Markstrahlen sichtbar (Unterschied zu Eiche)
- Eher grobe, auffällige Textur



### Verwendung:

- Sichtbarer Innenausbau
- Wasser- und Schiffbau
- Konstruktionsholz
- Aussenwandschalung
- Möbel



### 5.6.10. Bergulme

Botanischer Name:  
*Ulmus glabra*

Die Bergulme ist in submontanen und montanen Lagen verbreitet. Sie fehlt grossflächig in subalpinen Hochtälern (z.B. Oberengadin). Relativ selten ist sie auch im Wallis und im Tessin, das bereits an die Südgrenze ihres Areals stösst. Der Schwerpunkt der Verbreitung liegt in der Schweiz in den zentralen und östlichen Vor- und Nordalpen und im mittleren Jura.

Trotz reichlichem Nachwuchs nehmen die Bestände infolge der tödlichen Ulmenwelke laufend ab. Zwei Drittel der Bergulmen wachsen in Laubmisch-, die Übrigen in Nadelwäldern. Am stärksten verbreitet ist sie in der unteren Montanstufe. So finden sich denn auch 98% in Lagen unter 1200 m ü.M.

Die Bergulme stellt hohe Ansprüche an den Nährstoff- und Basengehalt des Bodens. Sie wächst häufig an steilen Hängen oder am Hangfuss und meidet trockene Lagen südlicher Exposition. (Brändli, 1998)

#### Eigenschaften Baum:

- Stamm im Bestand lankschaftig bis 30 m hoch, Ø 60 bis 100 cm
- Zuerst kräftige Pfahlwurzel, später Herzwurzel, starke Wurzelanläufe.
- Rinde längsrissig, dunkel- bis graubraune Borke, ähnlich der Stieleiche.
- Krone unregelmässige Form, Äste flach oder abwärts geneigt.
- Blätter dunkelgrün, kurz gestielt, untere Seite rauhaarig, am Grunde unsymmetrisch, doppelt gesägt, am Zweigende oft dreizipflig.
- Blüten zwittrig, rötlichviolett, kurzgestielt, in Knäueln. Blüht lange vor Laubausbruch.
- Früchte, zusammengedrückte Nüsschen in der Mitte des Flügels.

#### Vorkommen:

- Europa

#### Technologische Eigenschaften:

- Hartes, eher schweres Holz
- Mässig bis gut bearbeitbar
- Gedämpft gut zu biegen
- Schwer spaltbar, zäh
- Schwierig zu trocknen
- Im Aussenbereich nicht einsetzbar
- Nicht geeignet zum Imprägnieren

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 440... 640... 820 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 480... 680... 850 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 750... 850... 1050 kg/m<sup>3</sup>

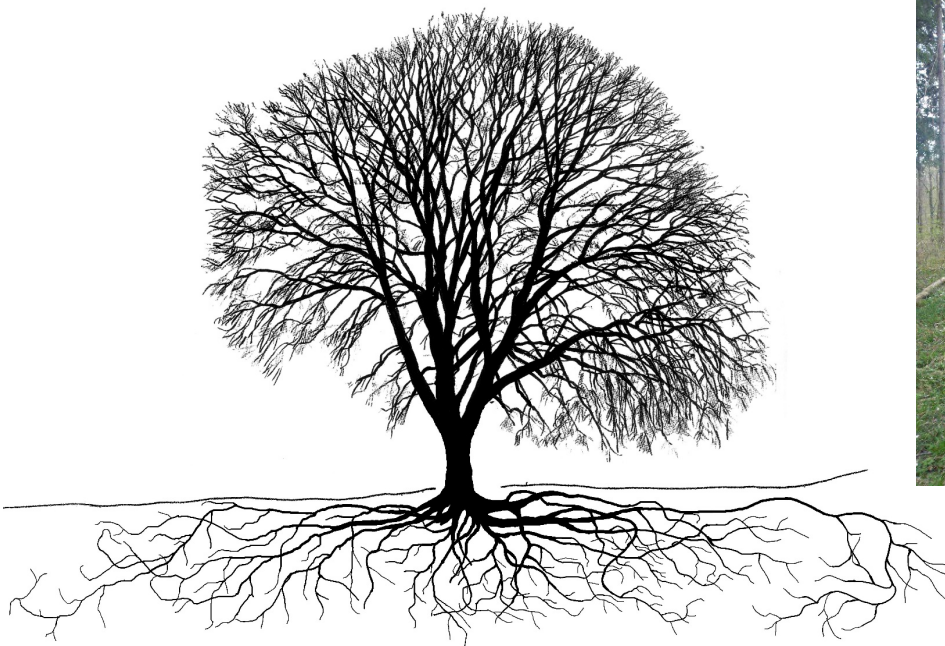
#### Struktur:

- Ring-, grobporig
- Hell- bis mittelbraunes Holz, oft mit Grünstich
- Splint weissgelblich
- Jahrringe gut sichtbar
- Jahrringe sehr gut sichtbar
- Grobe, auffällige Textur



### Verwendung:

- Sichtbarer Innenausbau
- Möbel
- Parkett
- Furnier
- Drechslerei



### 5.6.11. Birke

**Botanischer Name:**  
*Betula verrucosa*

Die Hauptverbreitung der Hängebirke liegt in der Schweiz auf der Alpensüdseite. Auch in den Alpen kommt sie gebietsweise häufig vor, in den Voralpen und im Jura ist sie eher selten.

Die Hälfte der Hängebirken gedeiht oberhalb von 990 m, während ihre Obergrenze in den Zentralalpen bei ungefähr 2000 m liegt. Von den Laubbäumen steigt nur die Vogelbeere noch höher.

Verjüngung und langfristiger Erhalt des Bestandes sind nur an Orten mit hohem Lichtangebot möglich. Die Hängebirke wächst vorwiegend an Steilhängen und auf sauren bis sehr sauren Böden. (Brändli, 1998)

#### Eigenschaften Baum:

- Mittelgrosser Baum, 20 bis 30 m hoch, Ø bis 60 cm.
- Knolliger Wurzelstock mit stark verzweigten Seitenwurzeln.
- Rinde glänzend weiss, Korkhaut löst sich in Bändern ab.
- Im Alter untere Stammteile schwarzborstig.
- Krone rundlich, aufwärtsstrebende, licht belaubte Äste. Im Alter abgewölbt mit herabhängenden Zweigen.
- Blätter dreieckig bis rhombisch, klebrig, dünn, zugespitzt, doppelt gesägt.
- Männliche Blüten 1–3 ungestielte, hängende Kätzchen, Tragblätter hell- bis dunkelbraun, entstehen im Herbst.
- Weibliche Blüten gelblichgrün, schlank, erst aufrecht an Kurztrieben, blüht vor Laubausbruch.
- Das Fruchtzäpfchen ist braun, die Fruchtschuppen umschliessen schützend das hellbraune Nüsschen, das mit Flughäuten ausgestattet ist.

#### Vorkommen:

- Europa
- Nordasien

#### Technologische Eigenschaften:

- Eher weiches, eher schweres Holz
- Gut bearbeitbar
- Zäh, sehr elastisch
- Gut zu trocknen
- Nur imprägniert für den Aussenbereich geeignet

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 460... 610... 800 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 510... 650... 830 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{grn}$ ):** 800... 850... 900 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Zerstreut-, feinporig
- Blasses weissgelbliches Holz, später teilweise mit leicht braunrötlichem Stich
- Splint fast identisch
- Jahrringe schwach, aber erkennbar
- Markstrahlen kaum sichtbar
- Schlichte, aber prägnante Textur



### Verwendung:

- Sperrholz
- Furnier
- Möbel
- Parkett



### 5.6.12. Platane

**Botanischer Name:**  
*Platanus acerifolia*

Die in Europa am meist verbreitete Platanenart ist die ahornblättrige Platane, eine Kreuzung aus der Amerikanischen und der Orientalischen Platane. Durch diese Kreuzung entstand ein besonders robuster, kaum gegen Frost, Bodenverdichtung, Stadtklima und mechanische Verletzungen empfindlicher Baum.

Dank dieser Eigenschaften wird die Platane in der Schweiz sehr häufig in der städtischen Landschaftspflege, in Parkanlagen, Gärten und für Alleen eingesetzt. In der freien Natur ist die Platane eher selten anzutreffen. (Brändli, 1998)

#### Eigenschaften Baum:

- Mittelgrosser Baum, bis 35 m hoch, Ø bis 150 cm.
- Bewurzelung flach und weitausreichend.
- Rinde erst graugrün, glatt, blättert bald ab, wird farbschillernd wie eine Landkarte.
- Freie, alte Exemplare können hohe, majestätische Kronen mit vertikal wachsenden Ästen entwickeln
- In Städten (wegen Anfälligkeit auf Windbruch) werden Platanen meist regelmässig zurückgeschnitten, wodurch eine flache Krone mit horizontal wachsenden Ästen entsteht.
- Blätter handförmig, 3 oder 5 Lappen, ähnlich denen des Spitzahorns, nur grösser und wechselständig an den Zweigen angeordnet.
- Blüten hängend, zu Kugeln vereinigt, eingeschlechtliche Blüten hängen seitlich eines langen Stieles stockwerkartig übereinander.

#### Vorkommen:

- Europa
- Nordamerika

#### Technologische Eigenschaften:

- Mittelhartes, eher schweres Holz
- Eher schwierig bearbeitbar
- Zäh, schwer zu spalten
- Thermisch behandelt gut zu Furnier verarbeitbar
- Nicht für den Aussenbereich geeignet

**Darrdichte ( $\rho_{\text{dtr}}$ ):** 380... 580... 650 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 420... 620... 680 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{\text{gran}}$ ):** 820... 832... 850 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Zerstreut-, feinporig
- Hell- bis mittelbraunes Holz
- Gedämpft mit Rotstich, mit der Zeit abdunkelnd
- Splint deutlich heller, weissgelblich
- Jahrringe durch breitere Markstrahlen erkennbar
- Markstrahlen sehr gross, dominant und sehr gut sichtbar
- Auffällige, wilde, von Markstrahlen geprägte Textur



### Verwendung:

- Spezialanwendungen im Möbelbereich
- Dekoratives Furnier
- Drechslerei





### 5.6.13. Zitterpappel (Aspe)

**Botanischer Name:**  
*Populus tremula*

Die Zitterpappel ist fast in ganz Europa vertreten und fehlt lediglich in Südfrankreich, Westspanien und Sizilien. Optimal gedeiht sie in nordischen Mischwäldern mit Waldföhre, Fichte und Birke

In der Schweiz trifft man die Zitterpappel häufig im Wallis, Tessin und Bündnerland. Die Aspe, wie sie auch genannt wird, ist ein typische Alleebaum.

Wie andere Pionierbaumarten braucht die Zitterpappel helle Standorte und wird auf die Dauer von anderen Baumarten verdrängt. Diese, bezüglich Klima und Standort anspruchslose Art, ist bis in die obere Montanstufe gut vertreten. Die Hälfte der Zitterpappel wächst zwischen 800 und 1200 m; in Strauchform erreicht sie Lagen bis 2200 m (Brändli, 1998)

#### Eigenschaften Baum:

- Mittelgrosser Baum, bis 30 m hoch, Ø 50 bis 80 cm
- Bewurzelung flach und weitausstreichend
- Rinde erst gelblich- grau, glatt, glänzend, im Alter schwarze, längsrissige Borke
- Krone schmal und feinastig
- Kurztriebblätter: kreis- bis eirund, langgestielt. Langtriebblätter grösser herzeiförmig, zugespitzt, kürzer gestielt. Ovaler Stielquerschnitt verursacht beim geringsten Wind ein Zittern (Name). Unterseite filzig.
- Blüten zweihäusig, 6–10 cm lange, dicke hängende Kätzchen mit bewimpernten Deckschuppen. Blüht vor Laubausbruch.

#### Vorkommen:

- Europa
- Nordasien

#### Technologische Eigenschaften:

- Leichtes, sehr weiches Holz
- Gut bearbeitbar
- Beim Bearbeiten können wollige Oberflächen entstehen
- Hohe Saugfähigkeit (Einfluss auf Verleimung und Oberflächenbehandlung)
- Nicht für den Aussenbereich geeignet

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 360... 450... 560 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 400... 490... 600 kg/m<sup>3</sup>

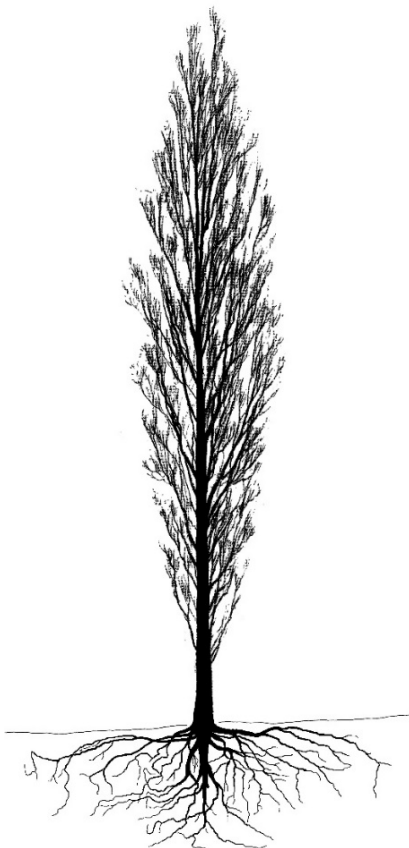
**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 610... 810... 990 kg/m<sup>3</sup>

#### Struktur:

- Zerstreut-, feinporig
- Hell- bis graubraunes Holz mit leichtem Rotstich
- Splint noch heller, fast weiss
- Jahresringe breit und knapp erkennbar
- Teilweise unregelmässige, sichtbare Markstrahlenbildung
- Feine, unauffällige Textur

### Verwendung:

- Kisten & Körbe
- Zündhölzer
- Furnier
- Sperrholz
- Skikern



#### 5.6.14. Robinie (Falsche Akazie)

Botanischer Name:  
*Robinia pseudoacacia*

Die Robinie wurde 17. Jahrhundert von Nordamerika her nach Europa eingeführt. In der Schweiz wächst die Hälfte der Robinien auf der Alpensüdseite; hauptsächlich in langdauernden Pionierwaldstadien auf flachgründigen Böden sowie im Auen- und Schwemmlandgebiet grösserer Fließgewässer.

Die Hauptverbreitung der Robinie liegt unterhalb von 600 m.; nur selten steigt sie in die untere Montanstufe. Häufig steht sie in Laubmischwäldern oder bildet Reinbestände. (Brändli, 1998)

##### Eigenschaften Baum:

- Stamm im Bestand bis 25 m hoch, Ø 60 bis 100 cm
- Zuerst Pfahlwurzel, später weitreichende, bis 20 m lange Seitenwurzeln
- Rinde anfänglich glatt, später tief- längsrissig, graubraune Borke
- Krone, im Freiland kugelförmig, im Bestand hoch angesetzt.
- Blätter sind aus 9–21 ovalen, ganzrandigen Fiederblättchen zusammengesetzt. Sie sind bläulich- grün, unpaarig, am Blattgrund meist zwei flache, gekrümmte Dornen.
- Blüten sind weiss, wohlriechend in blattwinkelständigen, hängenden Trauben.
- Früchte: flache, holprige, kahle Hülsen.
- Achtung bei der Holzverarbeitung!

##### Vorkommen:

- Südöstliches Nordamerika
- In Europa kultiviert

##### Technologische Eigenschaften:

- Sehr schweres, hartes Holz
- Mässig gut bearbeitbar (Spannungen, Härte)
- Schwer zu trocknen
- Problematischer Holzstaub, Schutzmassnahmen nötig
- Sehr gut für den Aussenbereich geeignet

**Darrdichte ( $\rho_{dtr}$ ):** 540... 740... 870 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{12...15}$ ):** 580... 770... 900 kg/m<sup>3</sup>

**Rohdichte ( $\rho_{grün}$ ):** 800... 900... 950 kg/m<sup>3</sup>

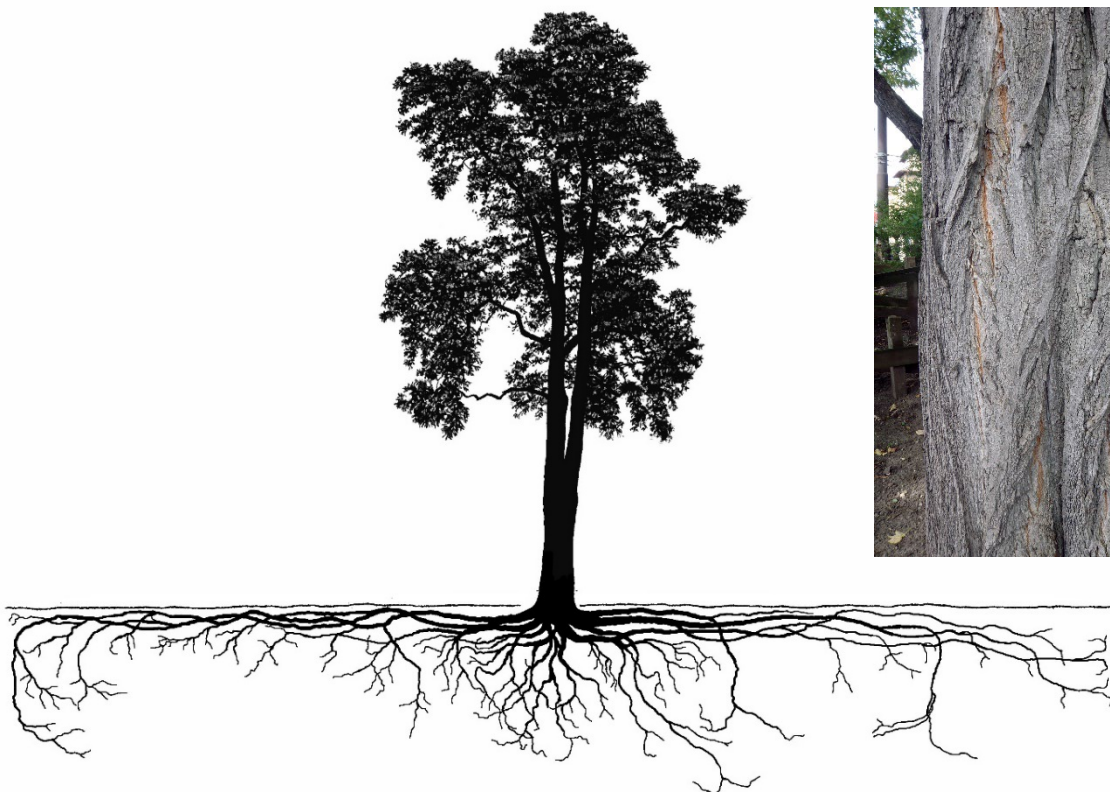
##### Struktur:

- Ring-, grobporig
- Grünbraunes, mit der Zeit nachdunkelndes Holz
- Kann in der Farbe stark variieren
- Splint heller, schmal
- Jahrringe gut erkennbar
- Häufig durch Krümmung und exzentrischem Wuchs mit einer unregelmässigen Textur (Auch hier grosse Variation)



### Verwendung:

- Aussenkonstruktion (auch mit Bodenkontakt)
- Wasserbau
- Gartenbau
- Spielplatzbau
- Innenausbau (Dekorativ)
- Furnier





## 5.7. Wuchsmerkmale am Schnittholz

Die Wuchsmerkmale am Schnittholz werden in den «Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau» (LIGNUM) ab der Seite 17 als Merkmale für die Erscheinungsklassen aufgelistet und erklärt. Diese bilden die Grundlage für das Sortieren von Schnittholz.

Folgende Merkmale werden kurz erwähnt und dann im Kapitel Einschnitt ausführlich erklärt und abgebildet:

Äste	Beurteilt werden die Form sowie der Zustand der Äste. Dem Holzmerkmal «Ast» wird in Bezug auf die Erscheinungsklassierung sehr viel Gewicht geschenkt.	 <p>Abbildung 74: Holzfehler Ast (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH &amp; Co. KG)</p>
Astgrösse	Je nach Grösse des Astes werden unterschiedliche Kriterien erfüllt oder nicht erfüllt.	 <p>Abbildung 75: Grobastigkeit (Quelle: Schilliger Holz AG)</p>
Mittlere Jahringbreite	Das Bestimmen der Jahringbreite kann zu einer Unzulässigkeit des Produktes führen. Dabei ist vor allem die Regelmässigkeit der Jahrringe entscheidend, allerdings mehr für die Festigkeitssortierung. Diese wird nicht gemessen, sondern mit Betrachten beurteilt.	
Faserverlauf	Kann durch verschiedene Wuchsfehler (vor allem Richtung des Wuchses) beeinflusst werden und bis zur Spaltung des Holzes führen.	 <p>Abbildung 76: Wuchsfehler (Quelle: Schilliger Holz AG)</p>

Textur	Mit der Textur wird die Oberfläche des Produktes beurteilt und auf Fehler untersucht. Das Erscheinungsbild dieser Oberfläche ist teilweise entscheidend um gewisse Erscheinungsklassen zu erreichen. Die Grösse der Holzzellen spielt dabei eine wichtige Rolle.	
Harz	Harzgehalt und Grösse von vorhandenen Harzgallen werden bestimmt. Ist vor allem für den Innenausbau ein wichtiges Holzmerkmal.	 <p>Abbildung 77: Holzfehler Harzgalle (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH &amp; Co. KG)</p>
Reaktionsholz	Durch Druckholz (Nadelbaum) und Zugholz (Laubbäume) kann ein ungleicher Aufbau der Zellwände entstehen. Wird auch Buchs genannt.	 <p>Abbildung 78: Holzfehler Buchs (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH &amp; Co. KG)</p>
Krümmungen	Oft verzieht sich geschnittenes Holz nach dem Trocknen, dies geschieht je nach Spannung im ursprünglichen Stamm. Auch Krümmungen werden je nach Art, Grösse und Holzart bei gewissen Produkten akzeptiert.	 <p>Abbildung 79: Holzfehler Krümm-schaftigkeit (Quelle: Schilliger Holz AG)</p>

Verfärbungen	Viele Faktoren können zu Verfärbungen im Schnittholz führen. Diese werden gemessen und danach beurteilt.	 <p>Abbildung 80: Holzfehler Fäule (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH &amp; Co. KG)</p>
Baumkante und Rinde	Verfügt das rohe Produkt noch über Baumkanten oder Rinde, gilt es diese zu Messen um das Produkt entsprechend einzustufen. In der Regel nicht zulässig.	 <p>Abbildung 81: Holzfehler Rinde (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH &amp; Co. KG)</p>
Splint und Kern	Der oftmals hellere, äussere Teil des Stammes, Splint, hat später einen Einfluss auf die Festigkeit sowie die Erscheinung des Schnittholzes. Gleiches gilt für das oftmals dunklere, innere Kernholz. Je nach Produkt und Holzart sind diese Merkmale unzulässig.	 <p>Abbildung 82: Holzfehler Splintholz (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH &amp; Co. KG)</p>
Risse	Auftrennungen in der Längsrichtung des Schnittholzes. Risse werden in Rissarten eingeteilt und sind je nach Produkt bis zu einer gewissen Länge erlaubt.	 <p>Abbildung 83: Holzfehler Riss (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH &amp; Co. KG)</p>

## 5.8. Nebenmaschinen für den Zuschnitt

In einem Holzindustriebetrieb unterscheiden wir zwischen Hauptmaschinen, Nebenmaschinen und Hilfsmaschinen. Hauptmaschinen sind gerade in einem Sägewerk vielfach für den ersten Produktionsschritt zuständig. Nebenmaschinen hingegen erledigen den zweiten, dritten oder sogar vierten Produktionsschritt. Hauptmaschinen tragen meist massgeblich zur Wirtschaftlichkeit des Holzindustriebetriebs bei. Allerdings sind Nebenmaschinen unentbehrlich: ohne sie können die meisten Hauptprodukte nicht fertiggestellt werden.

Einige Beispiele zu Haupt- und Nebenmaschinen:

Hauptmaschinen	Nebenmaschinen	Hilfsmaschinen
Vollgatter	Doppelbesäumkreissäge	Förderanlagen
Blockbandsäge	Raupenkreissäge	Paketkappsäge
Kreissägezentrum	Längskreissäge	Hackeranlage
Profilspannerlinie	Wagenkreissäge	Querförderer
4-Seiter-Hobelmaschine	Trennbandsäge	Vereinzelung
Keilzinkanlage	Kappkreissäge	Paketieranlage
Leimpresse	(Hobelmaschine)	Kran
	Trocknungsanlage	

Achtung: In einem Hobelwerk oder Leimwerk ist beispielsweise die Hobelmaschine eine Hauptmaschine. Denn ohne diese Maschine, wäre es nicht möglich ihr Hauptprodukt zu produzieren. In einem Sägewerk ist die Hobelmaschine hingegen meist nur eine Nebenmaschine.

Folgend werden die wichtigsten Nebenmaschinen in einem Holzindustriebetrieb erklärt. Die Hauptmaschinen werden im Kapitel «Einschnitt» eingeführt.

### 5.8.1. Besäumkreissägen

Jedes Sägewerk verfügt in irgendeiner Form über eine Nebenmaschine, welche benötigt wird um die Baumkante (Rinde) vom Holz abzutrennen. Allerdings werden diese Maschinen auch oft benötigt, um Schnittholzprodukte wie Latten, Parallelbretter oder Spezialprodukte herzustellen. Je nach Schnittart wird eine unterschiedliche Maschine benötigt:



### **Aufschneiden**, trennen in der Breite

Dies wird oft gemacht, um bei der Hauptmaschine effizient zu produzieren und grösserem Verziehen beim Trocknungsvorgang entgegenzuwirken.

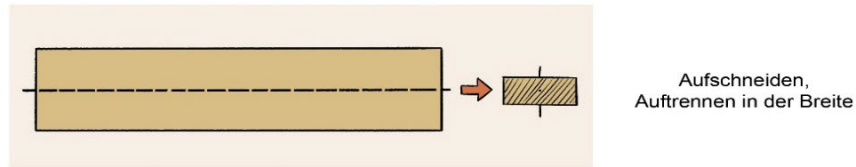


Abbildung 84: Aufschneiden (Quelle: HIS)

### **Ausschneiden** von fehlerhaften Stellen

Bei Klotzbrettern wird dies oft gemacht um entweder Fehlerstellen wie beispielsweise das Mark, Markrisse, Äste rauszuschneiden oder vor dem Trocknungsvorgang die Bretter zu trennen, damit eine bessere Trocknungsqualität erreicht werden kann.

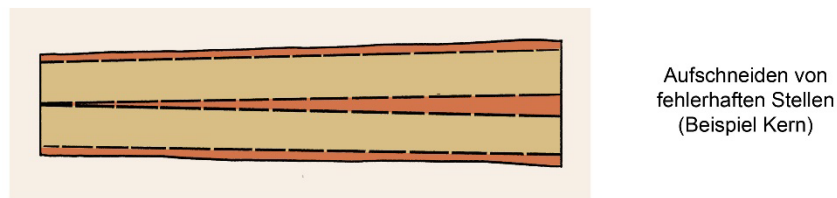


Abbildung 85: Ausschneiden (Quelle: HIS)

### **Konisch besäumen**, parallel zur Baumkante

In der Regel wird parallel besäumt, also hinten und vorne vom Brett auf das gleiche Mass oder für Spezialanfertigungen, wie auf dem Bild ersichtlich, konisch besäumt.

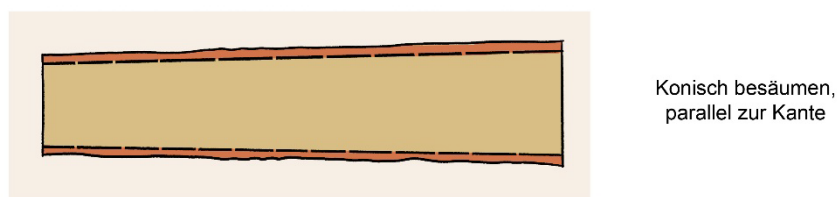


Abbildung 86: konisch besäumen (Quelle: HIS)

## Zuschneiden

Gerade für den Innenausbau müssen immer wieder Spezialteile mit der gleichen Holzstruktur, also aus demselben Brett zugeschnitten werden, damit es aufeinander abgestimmt ist und ästhetisch gut aussieht).

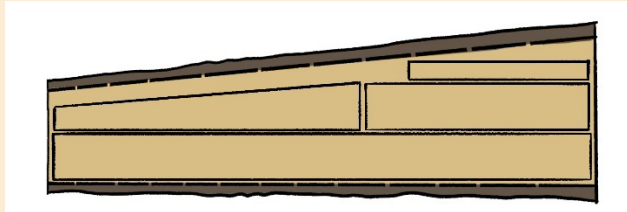


Abbildung 87: Spezialteile zuschneiden (Quelle: HIS)

Diese sogenannten «Nachschnittmaschinen» werden in erster Linie benötigt, um die Baumkante von Holz abzutrennen und einen viereckigen Querschnitt zu generieren. Oft werden auch aus einem breiten Brett viele kleine Querschnitte (Latten) rausgefräst, wofür sich insbesondere die Mehrblattmaschinen eignen. Möchte man das Holz zuschneiden oder konisch bearbeiten, eignen sich hingegen eher die Einblattmaschinen:

Einblattmaschinen	Zweiblattmaschinen	Mehrblattmaschinen
Wagenkreissäge Laufkreissäge	Doppelbesäumkreissäge	Raupenbandkreissäge Doppelbesäumkreissäge Nachschnittkreissäge

Die Maschinen verfügen über ein schweres Maschinengestell aus Stahl, Guss oder Sandfüllungen, damit die Vibrationen aufgenommen werden können und ein genaues Arbeiten ermöglicht wird. Im Weiteren bestehen sie aus Vorschubwalzen oder Kettenbett-Antrieb, die das Schnittholz linear und genau befördern. Mittlerweile verfügen die meisten Besäumkreissägen über eine digitale Steuerung, mit welcher es sich einfach aufs geforderte Mass fahren lässt.

Die unterschiedlichen Besäumkreissägen werden im Folgenden vorgestellt:

### Wagenkreissäge

Einblattmaschine

Diese Besäumkreissäge war vor einigen Jahren noch fast in jedem Betrieb anzutreffen. Sie wurde nun durch die Laufkreissäge abgelöst. Neben allen Besäumarbeiten, ob konisch oder parallel, wurde damit noch sehr viel Kleinbauholz erzeugt.

Obschon diese Kreissäge durch moderne Besäumkreissägen weitgehend ersetzt wurde, trifft man sie noch in verschiedenen Betrieben an. Sie dienen dort etwa als Zuschneidemaschine für Spezialaufträge, weil sie meistens über eine grosse Schnittlänge verfügen. Der Vorteil ist die offene Bauweise auf der Bedienungsseite, d.h. das Besäumgut kann über den Maschinentisch herausragen. Damit haben wir eine uneingeschränkte Besäumbreite.

Die Wangenkreissäge eignet sich sehr gut für das Auftrennen von breiten Brettern zu Schnittwaren, die in keiner Norm enthalten sind, sowie für konische Bretter und Kanthölzer.

### Laufkreissäge (Längskreissäge)

Die Laufkreissäge ist das „Nachfolgemodell“ der Wagenkreissäge und verfügt über ähnliche Vor- und Nachteile. Im Gegensatz zur Wagenkreissäge, bei welcher das Schnittgut auf einem Wagen dem Kreissägeblatt zugeführt wird, läuft bei dieser Maschine das Kreissägeblatt und das Schnittstück bleibt starr. Das Sägeblatt wird nach dem Schnitt mit einer Seilwinde unter dem Tisch an seinen Ausgangspunkt zurückgezogen. Die Seilwinde ist auch für den Vorschub des Sägeblattes verantwortlich, welcher stufenlos eingestellt werden kann. Die Schnitthöhe beträgt in den meisten Fällen nicht mehr als 10cm. Mit dieser Maschine sind minimal Längen von einigen Zentimetern bis weit über 10m Länge besäumbar.



Abbildung 88: Längskreissäge FlexiRip (Quelle: Weinig AG)

Der Breitenanschlag und die Verstellung liegen auf dem Tisch und werden mittels eines Handrades über einen Zahnstangenantrieb von Millimeter zu Millimeter nach Skala verstellt. Neuere Ausführungen sind mit einer elektronischen, teilweise automatischen Vorwahlsteuerung ausgerüstet.

Durch das horizontale Aufsetzen des Kunststoff-Niederhalters ist ein genaues und sicheres Arbeiten möglich, da das Werkstück ohne Hilfe des Menschen auf dem Maschinentisch fixiert wird, auch wenn es nicht mittig liegt.

Die Maschine eignet sich sehr gut, um Spezialschnitte zu fräsen oder sehr kurze Bretter zu bearbeiten. Oft wird sie auch beim Zuschneiden von einzelnen Holzwerkstoffplatten oder Klotzbrettern verwendet.

### Raupenbandkreissäge

Diese Besäumkreissäge finden wir vor allem als Mehrblattmaschine. Der Vorschub erfolgt ununterbrochen über ein Raupenband.

Die Bretter laufen über das Raupenband und werden mit Druckwalzen oder Druckrollen auf das Raupenband gedrückt. Der Werkzeugträger und die Fräswelle mit den Kreissägeblättern befinden sich über dem Besäumgut. Dies ist auch einer der massgebenden Unterschiede zur Vollfräse. Waren die älteren Modelle noch einseitig offen, ist das Gehäuse heute aus Sicherheitsgründen oft geschlossen.

Der Breitenzuschnitt spielt eine Schlüsselrolle in der Massivholzverarbeitung, denn Zuschnittoptimierung heisst Kostenminimierung. Die Raupenbandkreissäge ist ideal für alle Betriebe vom Innenausbau über die Möbelindustrie und die Massivholzplatten-Fertigung bis zum Sägewerk. Grosse, schwere Andruckrollen, kombiniert mit dem Druckbrett, fixieren das Holz zuverlässig auf dem Raupenband.

So ist selbst bei schweren, verzogenen und spannungsreichen Hölzern eine absolut präzise Materialführung gewährleistet.

Die Maschine eignet sich sehr gut für das Fräsen von Latten und Leisten in diversen Querschnitten, da das Schnittgut durch das Raupenband ideal geführt wird. Zum Auswechseln der Kreissägeblätter werden soweit möglich die Sägebüchsen mit den Kreissägeblättern von der Sägewelle gezogen. Das vereinfacht die Umstellarbeit.

### Doppelbesäumkreissäge (Vollfräse)

Die Doppelbesäumkreissäge (Vollfräse) ist die meisteingesetzte Maschine für das Besäumen und Auftrennen von Schnittwaren. Wie die anderen Maschinen verfügt auch die Vollfräse über ein sehr schweres Maschinengestell, mit einer Fräsewelle, die sich im Vergleich zur Raupenbandfräse unterhalb des Schnittgutes befindet.

Zweiblatt-  
oder Mehrblatt-  
maschinen

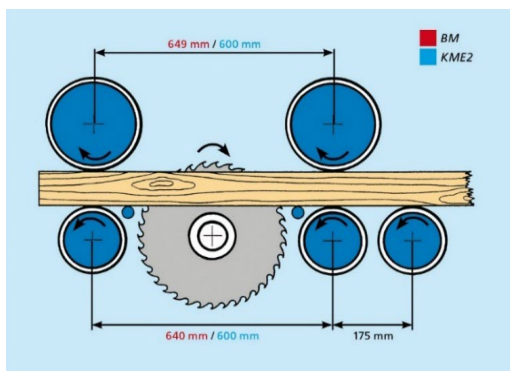


Abbildung 89: Schema Doppelbesäumkreissäge KME2 / Kombinierte Nachschnittenanlage  
(Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

Ein grosser Vorteil der Doppelbesäumkreissäge, ist, dass diese Maschine relativ einfach nach dem Baukastenprinzip zu einer Anlage mit Fördersystemen und Hilfsmaschinen ausgebaut werden kann.

Vorschub

Der Vorschub der Doppelbesäumkreissäge erfolgt durch 4 bis 9 Vorschubwalzen, angetrieben durch ein elektrisch- hydraulisches Vorschubgetriebe über Ketten und Zahnräder. Dies ermöglicht einen grossen Vorschub des Schnittgutes.

Die Vorschubgeschwindigkeit ist abhängig von der:

- Materialdicke
- Holzart
- Anzahl Sägeblätter



Der Vorschub kann auch über die Lastaufnahme des Motors geregelt sein. Damit wird ein optimaler Vorschub erreicht, und der Motor wird nie überlastet oder zum Stillstand gebracht.



Abbildung 90: Detail Oberwalzen und Antrieb Doppelbesäumkreissäge KME2  
(Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

#### Besäumbreite

Es ist zu unterscheiden zwischen der Durchlassbreite und der Besäumbreite. Je nach Maschinentyp beträgt die maximale Durchlassbreite 80 bis 100 Zentimeter und die maximale Besäumbreite 60 bis 80 Zentimeter.

Die Besäumbreite ist bei älteren Maschinen noch mechanisch verstellbar, entweder durch einen Handschieber, welcher über eine Zahnstange den beweglichen Blattflansch verstellt wird, oder sogar mittels Handrad, bei dem das bewegliche Kreissägeblatt durch eine Spindel verstellt wird. Sie kann aber auch hydraulisch mit Fusspedal oder Schalter am Bedienungsstand verstellt werden. Bei modernen Vollfräsen wird die Breite digital mit elektronischer Vorwahlsteuerung am Bedienungsplatz eingestellt und ist an einer gut gekennzeichneten Fernsichtskala oder ab dem Monitor ablesbar.

#### Breiteneinstellung

Das Ausrichten des zu besäumenden Schnittholzes erfolgt von Hand durch Augenmass oder unterstützt mit Besäumhilfen wie Laserrichtstrahlgeräte. Bei modernen Anlagen geschieht dies heute mittels automatischer Einzugsvorrichtung, welche das Besäumgut dank Sensoren und Messeinrichtung ideal positioniert. Das Richtstrahlgerät ist mit der Sägeblattverstellung gekoppelt und hat den Vorteil, dass es auch bei Tageslicht gut sichtbar ist.



Abbildung 91: Automatische Vermessung (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

Geschieht die Breiteneinstellung mit vollautomatischem Richt- und Einzugstisch, so wird das Besäumgut mit der mechanischen Breitenvermessung durch Tastarmpaare gemessen und die Fräsbreite im Vorhinein am Monitor / Computer vorgewählt und gespeichert. Sobald die Maschine frei ist, wird die vorgewählte Fräsbreite automatisch eingegeben, und die Blattflansche werden hydraulisch auf die eingegebene Position verstellt.

Die Grösse der Baumkante, von scharfkantig bis sägegestreift, kann eingestellt werden. Die Testarmpaare erfassen immer die schmalste Stelle des Brettes. Dieses Mass wird dann an die elektrisch- hydraulische Breitenverstellung weitergegeben, so dass sich die Blattflansche automatisch danach ausrichten können.

Je nach Fabrikat wird das Brett längs und/oder quer ausgemessen, entsprechend ausgerichtet und mit einem Kettenband der Besäumkreissäge zugeführt.

#### Sägewelle

Die Sägewelle ist Träger der Blattflansche und Sägebüchsen, auf welchen die Kreissägen mit Distanzringen befestigt sind. Mit den Distanzringen werden vorgegebene Breiten eingestellt. Zum Auswechseln der Kreissägeblätter werden soweit möglich die Sägebüchsen mit den Kreissägeblättern von der Sägewelle gezogen. Das vereinfacht die Umstellarbeit.

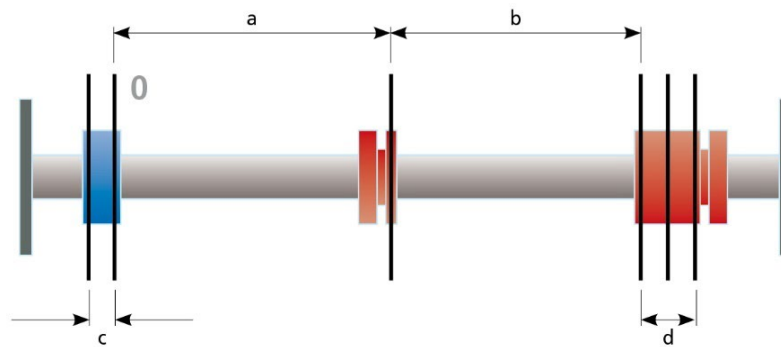


Abbildung 92: Sägebüchsenanordnungen (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

Je nach Wunsch und Maschinentyp können bis zu vier bewegliche Blattflansche montiert werden. Die Verstellung der Sägeköpfe kann auch mit Servozy lindern erfolgen. Vorschubgeschwindigkeiten bis 350 m pro Minute verlangen auch schnellere Breitenverstellungen.

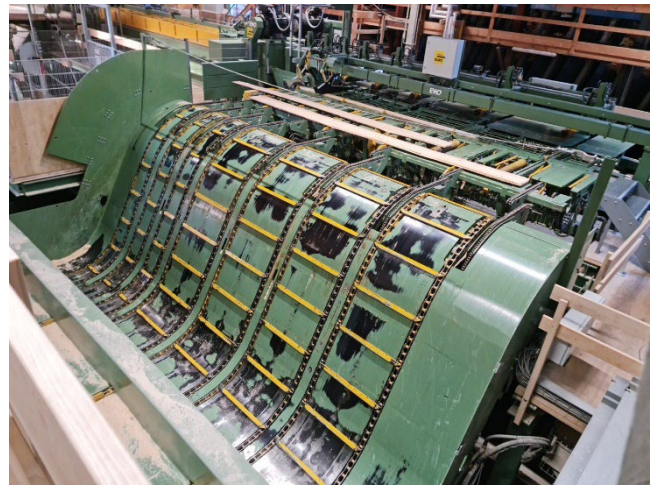
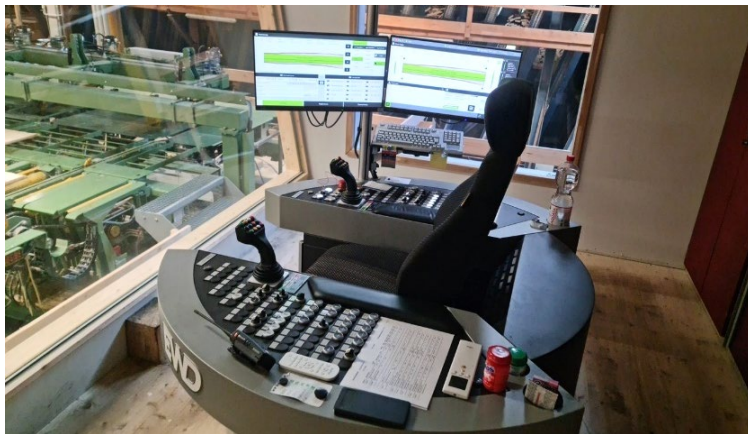


Abbildung 93: Beschickungsvarianten (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH &amp; Co. KG / OLWO AG)

### Schutzvorrichtungen für Raupenband- und Vollfräse

Die Doppelbesäumkreissäge und Raupenbandfräsen sind mit einer Rückschlagsicherung, den Rückschlagklinken ausgerüstet. Die Klinken müssen zur Schnittrichtung beweglich und zur Gegenseite starr sein. Keine Klinken darf fehlen und alle müssen gleich lang sein. Bei einem führenden Maschinenbauer in Deutschland werden diese Rückschlagklinken sogar noch durch einen Vorhang aus Kevlar und Polyurethan ergänzt und bieten damit maximale Sicherheit für den Bediener.

Wenn wir an der Maschine arbeiten, darf man sich nie im Gefahrenbereich von möglichen Rückschlägen aufhalten. Die geschlossene Bauweise der Vollfräse dient als Splitterfang, dadurch wird die Sicherheit erhöht. Die Maschinensteuerung und der Notausschalter müssen auf der Bedienerseite montiert sein.

### 5.8.2. Einwellen / Doppelwellen-Nachschnittkreissäge

Die Bedeutung der Nachschnittkreissägen nimmt stetig zu, da man mit einer Doppelwellen - Nachschnittkreissäge, aber auch mit einer einwelligen Nachschnittkreissäge den Einschnitt des Sägewerkes enorm steigern kann und dabei erst noch die Hauptmaschine entlasten kann. Diese Maschine ist sowohl für Kleinbetriebe, als auch für Grossbetriebe gut in die jeweilige Produktionslinie einsetzbar.



Wie bereits angesprochen gibt es Einwellen- und Doppelwellen – Nachschnittkreissägen. Einwellige Maschinen sind für Schnitthöhen bis 225 mm, hingegen Doppelwellenmaschinen bis 360 mm.

Beide Maschinenarten haben ihre Vor- und Nachteile:

### Vor- und Nachteile der einwelligen gegenüber der doppelwelligen Nachschnittkreissägen

- |           |  |
|-----------|--|
| Vorteile  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein Übersatz der Kreissägen</li> <li>• Geringerer Stromverbrauch</li> <li>• Generell geringer Schnittkosten</li> </ul> |
| Nachteile | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kleiner Schnitthöhe</li> <li>• Dickere Schnittfuge</li> </ul>   |

### Generelle Vorteile der Nachschnittkreissägen

- |          |  |
|----------|--|
| Vorteile | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosse Schnitthöhe möglich (Nachschnitt)</li> <li>• Grosser Vorschub möglich</li> <li>• Gerader Schnittlinie, dank Vorschub über Kettenbett</li> <li>• Entlastung der Hauptmaschine</li> <li>• Flexibel einsetzbar</li> </ul> |
|----------|--|

Nachfolgend wird nur von der Doppelwellen – Nachschnittkreissäge gesprochen.

- |         |   |
|---------|---|
| Messung | <p>Das Schnittbild kann bei einfachen- oder halbautomatischen Maschinen noch von Hand durch die Entscheidung des Bedieners entschieden und eingestellt werden. Dabei wird die visuelle Beurteilung des Bedieners durch einen Laser, welcher die Schnittfugen und den Anschlag anzeigt, unterstützt.</p> |
|---------|---|

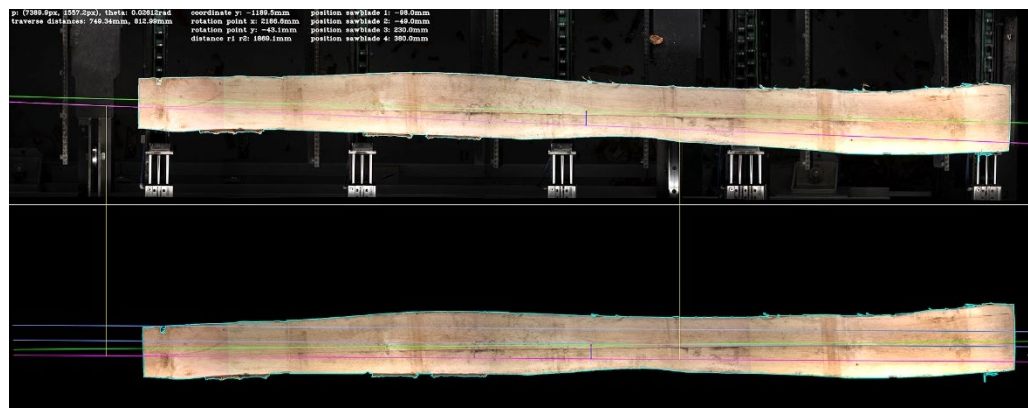


Abbildung 94: Automatische Vermessung und Ausrichtung (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

Bei vollautomatischen Nachschnittkreissägen hat das Bedienpersonal noch eine reine Überwachungsaufgabe. In der Regel ist das Vorschubtempo des Werkstückes auch viel zu hoch für einen manuellen Eingriff. Das aufzutrennende Werkstück wird entweder im Querdurchlauf einfach vermessen oder kontinuierlich im Längsdurchlauf gemessen. Aufgrund der Stückliste, welche im System hinterlegt ist, schlägt der Optimierung Computer ein Schnittbild vor. Anschliessend wird das Holz eingezogen und gesägt. Natürlich kann das Bedienpersonal noch eingreifen, sofern es mit dem Vorschlag nicht zufrieden ist.



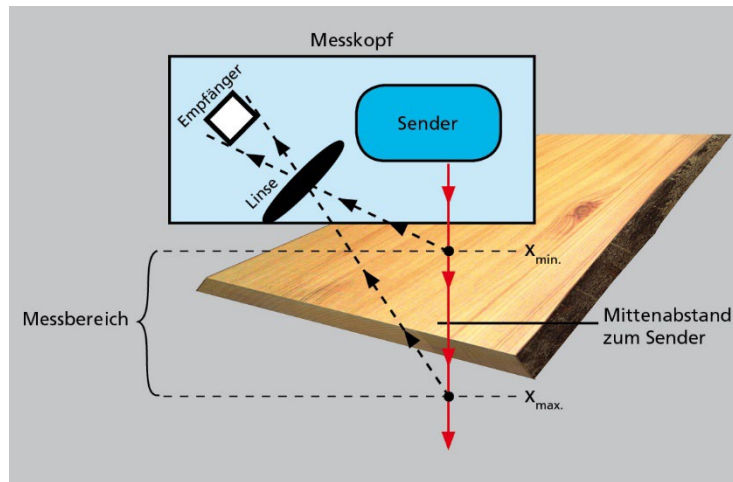


Abbildung 95: Werkstückvermessung (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

## Beschickung

Auch bei der Beschickung ist eine konventionelle Lösung von Hand durchaus noch möglich. Es wird heute aber möglichst eine halbautomatische oder gar automatische Beschickung angestrebt, auch da die Werkstücke zum Teil extrem schwer sind. Zudem unterstützen automatische Beschickung den Materialfluss und sorgen für maximale Holzausbeute.



Abbildung 96: Manuelle Beschickung (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

Das zu sägende Holz kann einlaufseitig auf einem Kettenbett, auslaufseitig auf einem Plattenband transportiert werden, wahlweise sind auch Rollen (Walzen) im Einsatz. Verschiedene Druckrollen, welche teilweise angetrieben sind, halten das Werkstück während des Schnittes von oben und der Seite sicher fest.



Abbildung 97: halbautomatische Beschickung (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

## Sägewelle und Breitenverstellung

Meistens ist die obere Sägewelle elektronisch höhenverstellbar, hingegen die unter starr angeordnet. Die Sägewellen sind im Durchmesser stark dimensioniert und oft als Vollwellen oder Hohlwellen lieferbar je nach dem, was für Anforderungen an die Breitenverstellung gestellt werden.

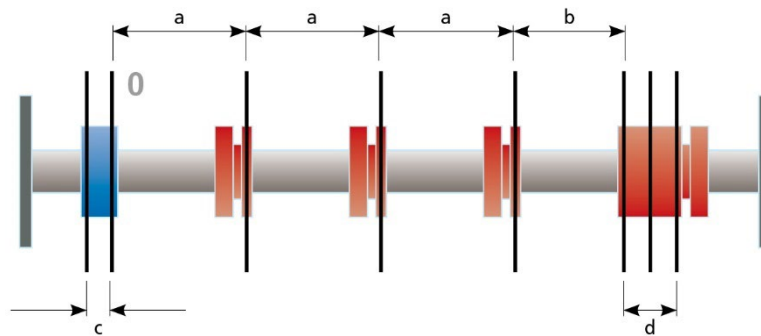


Abbildung 98: Sägebüchsenanordnungen (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

Die zwei oder vier Hauptmotoren, welche auf dem Maschinengestell festgemacht sind, treiben die Sägewellen mittels Keilrippenriemen an. Dabei arbeitet die obere Welle im Gleichlauf und die untere im Gegenlauf. Damit es möglichst keinen Zahnversatz gibt und man eine gute Oberflächengüte hat, sind die beiden Sägewellen horizontal leicht zur Einschnittseite, bzw. Ausschnittseite versetzt. Je nach Maschinenmodell können auf die Sägewelle bis zu sechs variabel positionierbaren Kreissägebüchsen gespannt werden. Die Verstellung der einzelnen Sägeblattbüchsen funktioniert servo-hydraulisch. Dabei garantiert der frei programmierbare Spaltkeil eine problemlose Separierung von Haupt- und Seitenware.

## Vorschub

Der Vorschub der Doppelwellen - Nachschnittkreissäge ist gerade bei den neuen Maschinen stufenlos einstellbar und erreicht eine Vorschubgeschwindigkeit von bis zu 350m/min.

## Einsatzmöglichkeiten

- Nachschnittmaschine als Ergänzung zur Hauptmaschine
- Modelnachschnitt
- Kantholz Einschnitt
- Fräsen von Latten und Brettern
- Vollautomatische Maschinen als Teil einer Produktionslinie mit Hauptmaschine

### 5.8.3. Trennbandsäge

Die Spalt- und Trennmaschinen erlangen im modernen Holzindustriebetrieben immer grössere Bedeutung. Vor allem aber in den Hobel und Leimholzbetrieben. Mit diesen Maschinen wird sowohl eine bessere Ausbeute erzielt als auch eine rationellere und schnellere Produktion des Hauptproduktes ermöglicht. Zudem können mit der Trennbandsäge oft ein bis zwei Arbeitsschritte bei der Hauptmaschine eingespart werden, was zu einer Entlastung der Hauptmaschine führt.

In Hobelwerken beispielsweise werden oft Rohhobler dicker eingekauft und dann mit der Trennbandsäge aufgetrennt. In Leimwerken kommt es oft vor, dass der Leimbinder breiter produziert wird und anschliessend in der Breite aufgetrennt wird, um einen doppelten Arbeitsschritt zu umgehen.



Abbildung 99: Trennbandsäge  
(Quelle: Schilliger Holz AG)

Je nach Einsatz der Maschine erfolgt das Auftrennen gleich anschliessend nach dem Durchlauf an der Hauptmaschine, beispielsweise beim Auftrennen von Bauholz, oder nach der Trocknung der Schnittware beim Auftrennen von Brettern.

#### Vorteile

- Kleinere Schnittfuge und somit bessere Ausbeute
- Geringere Verwindung beim Trocknen und somit bessere Ausbeute
- Auftrennen von trockenem Holz ist im Winter problemloser, da es nicht gefroren ist
- Hauptmaschinen werden entlastet
- Produzieren von sägeroher Oberflächenqualität

#### Schnittarten

Trennbandsägen werden für verschiedene (Nach) - Schnitte eingesetzt:

- Schwartennachschnitt
- Auftrennschnitt
- Modelnachschnitt
- Schwellennachschnitt
- Schrägschnitte
- Halb- und Viertelhölzer

#### Swartennachschnitt

Swarten werden zu Brettern und Latten verarbeitet, wenn an der Blockbandsäge nur die Hauptschnitte gemacht werden.

#### Auftrennschnitt

Auftrennen von Brettern, die an einer Hauptmaschine in doppelter oder mehrfacher Dicke, unter Berücksichtigung der Schnittfugen und Schwundmasse vorge-schnitten worden sind.

#### Modelnachschnitt / Schwellennachschnitt

Um die Hauptmaschine zu entlasten, wird je nach Hauptmaschine ein zusätzlicher Produktionsgang eingeschaltet, indem mit der Trennbandsäge nachgeschnitten wird.

Schrägschnitt

Die Trennbandsäge eignet sich besser als jede andere Haupt- oder Nebenmaschine, um Spezialschnitte mit komischen Winkelgraden zu produzieren - beispielsweise die Traufbretter für den Dachdecker.

Halb- und Viertelhölzer

Die Herstellung von Halb- und Viertelhölzer sowie Nachschnitt zu Rift- bzw. Halbriftbretter eignet sich die Trennbandsäge ebenfalls sehr gut.

### Einfachtrennbandsäge



Abbildung 100: Einfachtrennbandsäge Profisplit  
(Quelle: Weinig AG)

Die Arbeitsweise dieser Maschine ist im Prinzip dieselbe wie bei der Vertikalblockbandsäge (vgl. Kapitel Einschnitt). Wesentliche Unterschiede sind:

- Kein Blockwagen
- Kleinerer Maschinenständer (Platzersparnis)
- Dünnere Sägeblätter, d.h. die Regel von 1/1000 des Rollendurchmessers kann unterschritten werden (siehe Regel in Kapitel 6.6.2).
- Vorschub erfolgt über stehende Walzen
- Schnittgut läuft am Anschlag

Der Anschlag besteht aus stehenden Rollen oder Kettenband. Rollen oder Kettenband können angetrieben sein.

Schnittstärkeneinstellung

Die Einstellung der Schnittstärken erfolgt durch Verschieben des Anschlages. Die Einstellung kann erfolgen:

- mechanisch mit Handrad
- elektrisch
- hydraulisch

Vorschub

Der Vorschub des Schnittgutes erfolgt mit stehenden Einzugs- und Druckwalzen oder Riffel- oder Stachelwalzen. Je nach Grösse und Beschaffenheit des zu trennenden Materials sind die Maschinen mit einer oder mehreren Einzugs- und Druckwalzen versehen. Die Vorschubwalzen sind beweglich (auf einem Schwenkarm) und passen sich den unterschiedlichen Schnittstücken an, z.B. beim Schwartenachschnitt.

Der Anpressdruck der Vorschubwalzen erfolgt:

- Hydraulisch
- Pneumatisch
- Früher mit Andruckfeder

Durch den Druck der Einzugs- oder Vorschubwalzen entsteht eine genaue Führung am Anschlag und gewährleistet die Dickengenauigkeit. Die Einzugswalzen können für die Einstellung der Maschine ausgeschwenkt werden (Schwenkarm). Der Antrieb der Vorschubwalzen erfolgt über ein mechanisches oder hydraulisches Getriebe. Die Vorschubgeschwindigkeit liegt dabei stufenlos bei 0–120m/min.



Maschinen-  
bedienung

Die ganze Steuerung der Maschine inkl. Beschickung und Schnittguteinzug kann heute auch fernbedient werden. Die Art und die Beschaffenheit des Schnittgutes bestimmt die Anschaffung des geeigneten Maschinentyps. Unterschiede bestehen allerdings hauptsächlich in der Ausführung des Einzugs- und Trennaggregates. Beispielsweise hat ein Hobelwerk andere Anforderungen an die Einzugsvorrichtung und Bedienart als ein Sägewerk, das die Trennbandsäge direkt in die Produktionslinie der Hauptmaschine einbindet.

Trennvorrichtung

Diese Einrichtung besteht aus stehenden Rollen oder einem Kettenband links und rechts vom Blatt. Die Rollen und das Kettenband sind angetrieben und dienen für folgende Zwecke:

- Dem Einzug und der genauen Führung des Trenngutes
- Dem Zentrieren der Schnittstücke
- Dem genauen Trennen in der Mitte oder versetzt, unabhängig von anderen Dickenungenauigkeiten
- Dem Einsatz in Einschnittlinien als Nachschnittmaschine

Schnittfugentrenner

Für das Auftrennen von spannungsreichen Hölzern kann ein sogenannter Schnittfugentrenner, der in der Schnittfuge rotiert, montiert werden. Dadurch kann das Erwärmen des Sägeblattes durch die Klemmwirkung verhindert werden. Bei Nichtgebrauch wird der Schnittfugentrenner ausgeschwenkt.

### Doppeltrennbandsäge



Die Doppeltrennbandsäge, auch Twinbandsäge genannt, wird hauptsächlich in Einschnittlinien für den Nachschnitt und in Hobelwerken für das Trennen von Rohhoblern in mehrfacher Dicke eingesetzt.

Diese Einrichtung besteht aus zwei nebeneinanderstehenden Einfachbandsägen oder ist als Tandembandsäge montiert. Für die Einstellung der Schnittdicke können eine, eventuell auch beide Trennbandsägen seitlich verschoben werden. Der Einzug des Schnittholzes erfolgt mittels Rollen und funktioniert ähnlich wie die Mittelschnitt- und Trennvorrichtung bei der Einfach-Trennbandsäge.

Abbildung 101: Doppeltrennbandsäge Profisplit (Quelle: Weinig AG)

#### 5.8.4. Kappsäge

Das Kappen ist einer der ersten wichtigen Schritte in der Massivholzverarbeitung und ist in der Holzindustrie als Längenzuschnitt zu verstehen. Das Schnittstück wird dabei auf den Millimeter genau abgelängt. Manuelles Kappen ist mühsame Handarbeit und birgt ein hohes Unfallrisiko. Deswegen sind heute die meisten Maschinen zumindest Halbautomaten.

Die Kappanlagen dienen zum Absägen des Schwartenanteiles bei Seitenbrettern, zum Auskappen fehlerhafter Stellen und zum Kappen des Schnittholzes auf genormte Längen. Kappsägen werden heute in der Holzindustrie fast überall eingesetzt, sei es als manuelle / mobile Kappsäge wie auch in einer Anlage vollintegriert beispielsweise zum Kappen der Seitenbretter.

Eine grosse Auswahl verschiedener Fabrikate und Ausführungen sind auf dem Markt. Allerdings werden hier nur Maschinen behandelt, die vor allem in Sägewerken / Hobelwerken und Leimwerken eingesetzt werden.

Wir unterscheiden zwischen:

- Untertischkappsägen
- Obertischkappsägen



Abbildung 102: Untertischkappsäge (Quelle: Lang-Sägewerk AG)

#### Schutteinrichtung

Wird der Kappvorgang durch einen Taster oder ein Fusspedal ausgelöst, dann müssen diese Bedienungselemente 1.80 m von der Schnittstelle entfernt und fest montiert sein. Zudem werden Trittmatten verlegt. Beim Betreten der Matte wird der Arbeitsvorgang abgebrochen, und das Sägeblatt versinkt in die Ausgangslage unter den Tisch. Diese Massnahmen verhindern das Eingreifen in den Gefahrenbereich (gem. [www.suva.ch/67114.d](http://www.suva.ch/67114.d)).

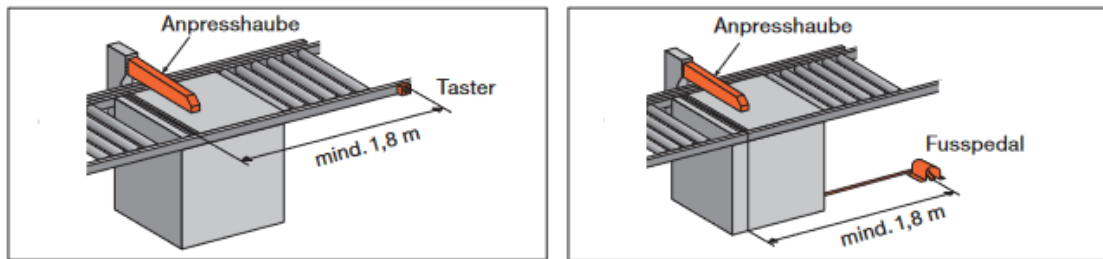


Abbildung 103: Schalteinrichtung zum Auslösen des Schneidvorgangs (Quelle: SUVA)

## Untertischkappsäge

Untertischkappsägen sind vor allem bei mechanisierten Anlagen in Förderstrassen integriert, da keine störenden Aufbauten den Arbeitsfluss hindern. Im geschlossenen Maschinengestell ist auf der Motorenwelle mittels eines Flansches das Sägeblatt montiert.

Die Pendelbewegung des Kreissägeblattes kann hydraulisch oder pneumatisch erfolgen. Der Kappvorgang wird vom Bediener durch Knopfdruck (Fuss- oder Handbedienung) ausgelöst. Die Auslösung des Kappvorganges kann durch die Zweihandbedienung der Druckschalter erfolgen, die hinter der Verdeckung des Sägeblattes montiert sind. Wenn keine Anpresshaube oder Klemmvorrichtung vorhanden ist, muss das Werkstück am Queranschlag anliegen.

Optimierungs-  
kappsäge

Für serienmässigen Einsatz werden heute Kappsägen mit Computersteuerung verwendet, sogenannte Optimierungskappsägen.



Abbildung 104: Optimierungskappanlage C11  
(Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

Die Befehle werden an die Maschine mit einem Strichcode auf das Holz gezeichnet. Eine optische Zelle erkennt die Markierung und leitet sie an den Computer weiter. Dieser ruft das jeweilige Programm mit der entsprechenden Stückliste auf. Dadurch ist eine lückenlose Kontrolle über den Betrieb dieser Anlage möglich.

Ebenso häufig in der Holzindustrie anzutreffen sind Kappanlagen mit einem Sensor, der sichtbare und unsichtbare Markierungen erkennt, die unter UV-Licht aufleuchten. Fluoreszierende Materialien und Markierungen werden unabhängig von Muster, Farben oder Oberflächenbeschaffenheit auf jedem beliebigen Schnittholz zuverlässig erkannt. Das Holz muss lediglich richtig markiert und in den Einzug der Maschine gelegt werden. Selbstverständlich kann auch eine vollautomatische Fehlererkennung (Scanner) in die Optimierungskappanlage integriert werden, dies ist allerdings eine Kostenfrage.

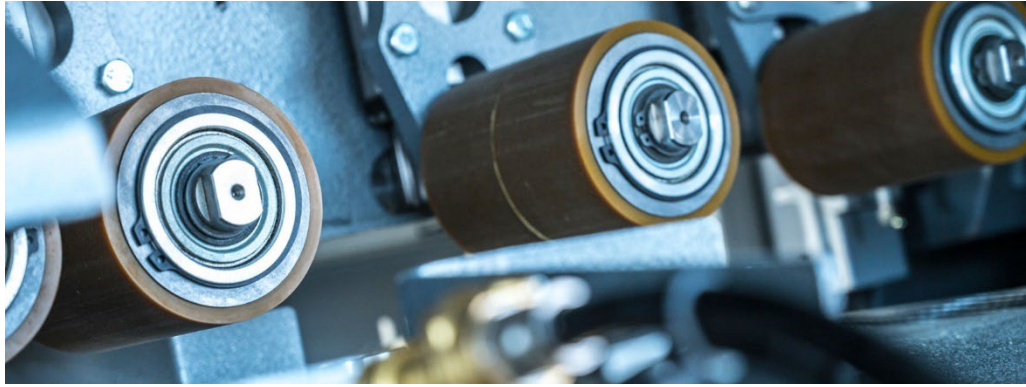


Abbildung 105: Detail Kappanlage CNC (Quelle: Paul Maschinen Fabrik GmbH & Co. KG)

## Obertischkappsäge

Obertischkappsägen sind hauptsächlich Pendelkreissägen. Sie werden dort eingesetzt, wo der Aufbau den Arbeitsablauf nicht hindert. Es gibt fahrbare und stationäre Ausführungen, öfters sind sie an einer Hallenwand montiert. Die fahrbaren Maschinen sind überall einsetzbar (Sägehalle, Verladeplatz, Schnittwarenplatz, Hobelwerk usw.)

Diese Maschinen dienen zum rechtwinkligen Kappen, aber häufiger auch für das Ablängen und Zuschneiden mit verschiedenen Winkelmassen. Rollentische ermöglichen ein müheloses Fördern des Schnittgutes. Fixe oder verstellbare Längenanschläge sind sehr zweckmässig. Das zu kappende Holz muss am Anschlag anliegen. Der Kappvorgang kann von Hand oder hydropneumatisch ausgeführt werden.

### Doppelablängssäge

Mit Doppelablängssägen werden die Bretter in einem Arbeitsgang beidseitig rechtwinklig abgelängt. Mit vier Kreissägen können drei verschiedene Teillängen aus einem Brett gekappt werden. Die Kreissägemotoren sind auf Supporten montiert, die auf zwei Führungen laufen. Je nach Kapplänge werden diese seitlich verschoben.

Das Schnittgut wird mit endlosen Ketten, die mit Nocken bestückt sind, vorgeschoben. Der Vorschub erfolgt ab dem Getriebemotor über eine Verbindungswelle auf die 2 bis 4 Kettenräder. Damit wird ein linearer Vorschub erreicht. Die Vorschubgeschwindigkeit reicht von 2,8 bis 13,7 m/min.

### Paketkappsäge

Der Produktveredelung und Wertschöpfung nach dem Einschnitt kommt heute eine immer stärkere Bedeutung zu. Zum Kappen der Pakete auf Fixlängen oder individuelle Sonderlängen bieten sich die Paketkappsägen an.

Dies hat diverse Vorteile beim Transport, und man hat dadurch die Holzabschnitte bei sich und kann sie als Energieholz nutzen.



Abbildung 106: Paketkappsäge (Quelle: Schilliger Holz AG)



#### Seitenwarenkapp- säge

Mobile Paketkappsägen machen ein flexibles Paketkappen an unterschiedlichen Standorten möglich. Die mobile Schwenksäge erlaubt neben An- und Endschnitten das individuelle Aufteilen von Schnittholzpaketen.

Das Hochleistungssägeaggregat sorgt in Verbindung mit frequenzgesteuerten Paketwagen für höchste Schnittgenauigkeiten.

Die Maschine zum Kappen der Seitenware kann in praktisch alle Hauptmaschinenstrassen integriert werden, bei Gatter- und Kreissägelinien ist dies zwischen Spaltkeil und Rollengang verbaut. Beide Schwenkarmständer sind mit dem Spaltkeil verbunden und folgen jeder ihrer Bewegungen. Auch bei vorhandener Schnittbreitenverstellung werden die Schwenkarmständer von den Spaltkeilen mitgesteuert.

Für den jeweiligen Kappschnitt wird der Vorschub wenige Sekunden lang automatisch unterbrochen. Die Klemmarme zum Festhalten der seitlichen Schwarten und die beiden Schwenkarme mit den Kreissägen werden vollhydraulisch oder pneumatisch gesteuert. Das Kappaggregat kann an jeder Hydraulik- oder Pneumatikstation angeschlossen werden, falls diese ausreichend dimensioniert ist.



Abbildung 107: Seitenwarenkappsäge (Quelle: Scierie Codoourey SA)

## 5.9. Allgemeine Sicherheitsaspekte

Beim Arbeiten mit den oben vorgestellten Nebenmaschinen besteht ein erhebliches bis hohes Verletzungsrisiko durch:

- Schneiden am Werkzeugkörper während Arbeitsvorgang
- Schneiden am Werkzeugkörper während Reinigung & Werkzeugwechsel
- Rückschläge von Schnittholzstücken
- Herausschleudern von Schnittholzstücken beim Sägen im Gleichlauf
- Einziehen der Kleidungsstücke an Kettenauflaufstellen und Rollenbahnen
- Stolpern und Abstürzen bei Störungsbeseitigungen und Instandhaltung

Deshalb ist es wichtig, dass folgende Sicherheitsregeln eingehalten werden:

- Persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, Gehörschutz, Handschuhe, Sicherheitsschuhe und evt. Staubmaske) muss getragen werden
- Lederschürze tragen bei Vielblatt-Kreissäge mit Walzenvorschub (SUVA-Merkblatt 67085) und Vielblatt-Kreissäge mit Plattenband (SUVA-Merkblatt 67086)
- Betriebsanleitungen muss gelesen und verstanden werden
- Stossholz benutzen
- Enge Kleidung tragen und lange Haare zusammenbinden
- Schaltmatten, Zweihandschaltungen oder - Bedienung oder Schutzgitter müssen vorhanden sind
- Sofern keine Schutzgitter vorhanden sind, braucht es genügend Sicherheits-sensoren
- Rückschlag- und Splitterfangeinrichtung müssen täglich auf Leichtgängigkeit und Scharfkantigkeit kontrolliert werden
- Geschlossenes Maschinengehäuse oder Kabine, die die Maschine umgibt
- Elektrische Verriegelung muss installiert sein, die zum Stillstand des Werkzeuges führt
- Beim Sägen im Gleichlauf eine Fangeinrichtung auf der Auslauseite anbringen
- Bei Störungsbehebungen und Wartungsarbeiten ist der Hauptschalter abgeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert
- Es sind genügend Notausschalter zu montieren
- Sichere Zugänge (Treppen, Laufstege) sind einzubauen und zu benutzen

Den hundertprozentigen Schutz gibt es nie, deshalb ist eine hohe Konzentration beim Arbeiten mit diesen Maschinen notwendig. Ablenkungen durch Drittpersonen oder Musik ist dafür nicht förderlich.

## 5.10. Exkurs: Mathematische Grundlagen

Genormte Rechenzeichen und Symbole ermöglichen eindeutige mathematische Aussagen.

Die im Holzgewerbe notwendigen Zeichen und Symbole mit Anwendungsbeispielen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Symbol	Bedeutung	Anwendungsbeispiel
+	addiert, plus	$4 + 5 + 9$
–	subtrahiert, minus	$9 - 5 = 4$
x x	multipliziert, mal	$3 \times 5 = 15$ ; $3 \times 5 = 15$
: — /	dividiert, geteilt durch	$12 : 2 = 6$ ; $\frac{12}{2} = 6$ ; $12/2 = 6$
=	gleich	$3 + 5 = 10 - 2$
≠	ungleich, nicht gleich	$5 \neq 7$
≈	nahezu gleich, ungefähr	$\frac{2}{3} \approx 0.667$
<	kleiner als	$9 < 11$
>	grösser als	$11 > 9$
≤	kleiner oder gleich	Brettdicke $\leq 18$ mm
≥	grösser oder gleich	Brettdicke $\geq 18$ mm
≐	entspricht	Kräftemassstab: $1 \text{ cm} \hat{=} 3 \text{ N}$
⇒	daraus folgt	$\frac{50}{5} = 8.33 \Rightarrow 8 \text{ Bretter}$
$\sqrt{\quad}$	Quadratwurzel, Wurzel aus ...	$\sqrt{2} = 1.414$
$\sqrt[n]{\quad}$	n-te Wurzel aus	$n = 3$ ; $\sqrt[3]{8} = 2$
%	Prozent (pro Hundert)	7% von 50 = 3.5
‰	Promille (pro Tausend)	7‰ von 50 = 0.35
	parallel	zur Holzfaserrichtung
$\pi$	Pi, Kreiszahl	$3.14159... \approx \frac{22}{7}$

### 5.10.1. Grundoperationen

#### Addition

$$6 \text{ (Summand)} + 9 \text{ (Summand)} = 15 \text{ (Summe)}$$

Merken:

In einer Summe darf man die Summanden vertauschen und zu Teilsummen zusammen-fassen, ohne dass der Wert der Summe ändert.

Beispiel

$$5 + 16 + 24 + 13 + 9 = 67$$

$$24 + 5 + 9 + 13 + 16 = 67$$

#### Subtraktion

$$15 \text{ (Minuend)} - 6 \text{ (Subtrahend)} = 9 \text{ (Differenz)}$$

Merken:

In einer Differenz darf man Minuend und Subtrahend nicht vertauschen, sonst ändert sich der Wert der Differenz.

Beispiel

$$36 - 9 = 27$$

$$9 - 36 = - 27$$

#### Terme

Zahlen, Grössen und Variablen welche durch Operationszeichen verknüpft sind, nennt man «Term». Oft kann der Wert des Terms bestimmt werden.

Term	Wert des Terms
$14 + 36$	50

#### Klammern

Stehen innerhalb eines Terms Klammern, ist zuerst die Rechnung innerhalb der Klammer auszuführen. Sind mehrere Klammern innerhalb eines Terms, werden die Klammern schrittweise von innen nach aussen aufgelöst.

Wir unterscheiden runde ( ) eckige [ ] und geschweifte { } Klammern.

$$7 - \{47 + [17 - (16 - 9) - 12]\} = 37$$

Merken:

Bei der Addition und Subtraktion kann eine Klammer, vor welcher kein Vorzeichen steht oder das Vorzeichen «+» steht, ohne Einfluss auf das Resultat weggelassen werden.



## Variablen

Zahlen können durch Variablen ersetzt werden, wobei alle Regeln der Addition, Subtraktion, des Rechnens mit Klammern und mit negativen Zahlen gelten.

**Es können nur gleiche Variablen addiert und subtrahiert werden.**

Ein Rechteck hat eine Länge von 4.00m und eine Breite von 6.50m. der Term zum Berechnen des Umfanges lautet demnach

$$U = 4.000m + 6.500m + 4.000m + 6.500m$$

Nun werden für die Länge die Variable a und für die Breite die Variable b eingesetzt.

$$U = a + b + a + b \quad \rightarrow \quad U = 2a + 2b$$

## Multiplikation

$$6 \text{ (1. Faktor)} * 9 \text{ (2. Faktor)} = 54 \text{ (Produkt)}$$

Merken:

Faktoren eines Produktes dürfen vertauscht werden. Der Wert des Produkts ändert sich dabei nicht.

Beispiel

$$5 * 16 * 24 * 13 = 24'960$$

$$24 * 5 * 13 * 16 = 24'960$$

Merken:

Multiplikationszeichen (\*) zwischen Zahlen und Variablen, zwischen ungleichen Variablen, zwischen Zahlen oder Variablen und Klammern werden nicht geschrieben.

## Division

$$36 \text{ (Dividend)} / 12 \text{ (Division)} = 3 \text{ (Quotient)}$$

Merken:

Dividend und Divisor dürfen nicht vertauscht werden, weil sonst der Wert des Quotienten ändert, man erhält den Kehrwert.

Beispiel

$$36 / 9 = 4$$

$$9 / 36 = 0.25$$

Merken:

Im Gegensatz zur Addition und Subtraktion können auch ungleiche Variablen multipliziert und dividiert werden.

### 5.10.2. Der Taschenrechner

Im Gegensatz zum manuellen Rechnen mit Papier und Bleistift können Taschenrechner sehr schnell und genau arbeiten. Sie sind in der Regel klein und tragbar und können daher leicht in einer Tasche oder einem Rucksack mitgenommen werden.

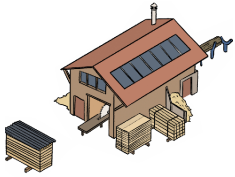
Taschenrechner gibt es in vielen verschiedenen Ausführungen, von einfachen Grundrechnern bis hin zu fortgeschrittenen wissenschaftlichen und grafischen Rechnern. Einige Taschenrechner können auch programmierbar sein und erlauben somit das Schreiben und Ausführen von komplexen mathematischen Algorithmen.

Ein einfacher Taschenrechner hat in der Regel mindestens folgende Tasten:

Zifferntasten	0 bis 9, zum Eingeben von Zahlen.
Additionstaste (+)	Addiert zwei Zahlen.
Subtraktionstaste (-)	Subtrahiert eine Zahl von einer anderen.
Multiplikationstaste (*)	Multipliziert zwei Zahlen miteinander.
Divisionstaste (/)	Teilt eine Zahl durch eine andere.
Gleichheitstaste (=)	Zeigt das Ergebnis einer Berechnung an.
Klammertasten (( und ))	Um Teilausdrücke in Berechnungen zu gruppieren.
Vorzeichenwechseltaste (+/-)	Ändert das Vorzeichen einer Zahl, um sie positiv oder negativ zu machen.
Löschtaste (C oder CE)	Löscht den zuletzt eingegebenen Wert (C) oder alle eingegebenen Werte (CE).
Punkt (.) oder Komma (,)	Wird verwendet, um Dezimalzahlen einzugeben.

Nicht alle Taschenrechner sind gleich aufgebaut und haben die gleichen Tasten und Zeichen. Es empfiehlt sich, im Internet beim jeweiligen Hersteller des Taschenrechners nach Bedienungsanleitungen zu suchen.

## 6. Einschnitt



Sägerei

### HK c2: Schnittholz produzieren

Eine der zentralen Arbeiten eines Sägewerks besteht darin, aus Rundholz Schnittholz zu produzieren. Dieser Prozess wird in der Industrie «Einschnitt» genannt. Zwischen dem Stamm und dem rohen Schnittholz liegen viele Tätigkeiten, die durch Holzindustriefachleute umgesetzt werden: Sie schätzen den einzuschneidenden Stamm ein, beurteilen seine Wuchsmerkmale, untersuchen ihn nach Schäden. Mit all diesen Informationen entscheiden Sie, was aus dem Stamm hergestellt werden kann/soll. Aufgrund dieser Entscheidung definieren Sie dann ein entsprechendes Schnittbild. Auf der vorhandenen Hauptmaschine (Einschnittstechnologie) führen sie den geplanten Einschnitt durch. Während diesem Prozess benutzen Sie die vorhandenen Hilfsmittel zur Beförderung des Holzes.



Abbildung 108: Eingeschnittenes Rundholz (Quelle: Blumer Lehmann AG)

Bei all diesen Arbeitsschritten versuchen Sie stets den Energieverbrauch so tief als möglich zu halten. Ausserdem beachten Sie die Sicherheitsregeln und manipulieren, wenn nötig bewusst und auf korrekte Art die Schutzeinrichtungen der eingesetzten Maschinen.

## **Praxisaufträge im Betrieb**

### **Produktionsstufe 1:**

- Unter Aufsicht Auftrag rüsten
- Fachgerechte Lagerung ausführen
- Einschnitttechnik und Schnittbild mit Unterstützung für verschiedene Produkte bestimmen
- Einschnitt selbstständig vorbereiten, Hauptmaschine selbstständig bedienen
- Auf Energieverluste hinweisen, durch Massnahmen Energieverbrauch reduzieren

### **Praktikum Produktionsstufe 1 (unter Aufsicht):**

- Auftrag rüsten inkl. Dimensionen berechnen
- Einschnitttechnik und Schnittbild bestimmen
- Einschnitt vorbereiten
- Rundholz zu Schnittholz verarbeiten an einfacher Hauptmaschine, Berechnungen für Einstellungen/Umstellung durchführen, fachgerechte Lagerung ausführen

## **Überbetrieblicher Kurs 3**

- Rundholz und Waren sicher verschieben
- Betriebsbereitschaft und -sicherheit der Einschnittmaschinen prüfen
- Einschnitt einstellen, Probeschnitt durchführen (Vollgatter, Blockbandsäge)

## **Überbetrieblicher Kurs 4**

- Rundholz nach Handelsgebräuchen prüfen und sortieren
- Holzarten bestimmen (Rundholz), Schadorganismen erkennen und Massnahmen besprechen
- Einschnitt vorbereiten
- Einteilung Rundholz, Berechnung Zopfdurchmesser, Einschnitttechnik und Schnittbild, Masslisten
- Ausbeute beurteilen und berechnen



## Berufliche Situationen

- Eine Bestellung von Bauholz geht ein. Sie müssen das entsprechende Holz für den Einschnitt vorbereiten.
- Eine Bestellung von Buchenholzbrettern geht ein. Sie müssen das entsprechende Holz bereitstellen.
- Beim Rundholzeinschnitt kontrollieren/überwachen Sie, dass die korrekte Holzart verwendet wird.

## Lernziele

- Sie können anhand der Holzmerkmale deren Bedeutung für das Schnittprodukt richtig einschätzen.
- Sie unterscheiden zwischen Nasslagern und Trockenlagern und nennen deren Vor- und Nachteile.
- Sie erklären den Aufbau sowie die Funktion und die Einsatzbereiche der für den Einschnitt geeigneter Hauptmaschinen (Vollgatter, Blockbandsäge, Kreissägezentrum und Profilspanerlinie)
- Sie können die Funktion und Einsatzbereiche der verschiedenen Fördermittel richtig einschätzen.
- Sie beschreiben die Bedeutung der Arbeitssicherheit an den Hauptmaschinen und Anlagen sowie die Hilfsmittel dazu (Betriebsanleitung, SUVA-Checklisten, Sicherheitsregeln).
- Sie machen Flächenberechnungen, Massumwandlungen und Volumenberechnungen mit dem Taschenrechner
- Optimierungen und Reduktion des Energieverbrauchs an den Hauptmaschinen sind Ihnen bekannt.

## 6.1. Aus rund wird eckig

In den Sägewerken wird das Rundholz zum ersten Mal bearbeitet und hauptsächlich zu Schnittholz verarbeitet. Schnittholz wird anschliessend je nach Verwendungszweck sortiert, getrocknet und weiterverarbeitet.

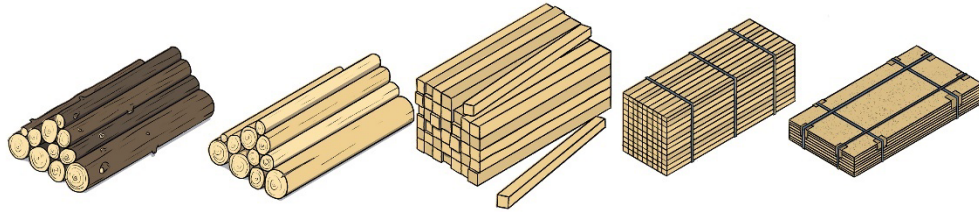


Abbildung 109: Vom Rundholz zu den holzbasierten Produkten (Quelle: HIS)

Kennt man die Beurteilung des Rundholzes bezüglich der Holzart, der Merkmale in der Stammform und im Aufbau des Holzes, kann man das Rundholz für das geeignete Schnittholzsortiment aussortieren. Für diese Beurteilung muss man die Schweizer Handelsgebräuche für Rohholz kennen und richtig einsetzen können.

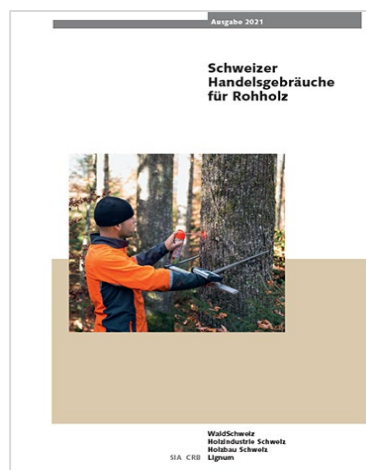


Abbildung 110: Schweizer Handelsgebräuche für Rohholz (Lignum)

Die Schweizer Holzhandelsgebräuche für Holz und Holzwerkstoffe sind für ein korrektes Einteilen des Rohstoffes ein ausgezeichnetes Hilfsmittel. Ohne diese Kenntnisse kann man keine Qualitätsausscheidung vornehmen und das Rundholz nicht optimal in Bezug auf die Qualitätssortierung einteilen.



Abbildung 111: Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau (Lignum)

In diesen Handelsgebräuchen haben sich Verbände wie Wald Schweiz, Lignum und die Holzindustrie Schweiz zusammen auf Kriterien geeinigt, welche für den Verwendungszweck des richtigen Rundholzes bzw. des Einsatzes des richtigen Schnittholzes und Holzwerkstoffes von allen Seiten einzuhalten sind.

Damit Sie diese beiden Dokumente einsetzen und anwenden können ist es wichtig, dass Sie u.a. auch die Holzmerkmale bzw. Wuchsmerkmale sowie mögliche Schäden durch Einflüsse von aussen kennen. Diese werden nun im Folgenden erläutert.

## 6.2. Holzmerkmale oder Wuchsmerkmale

Holzmerkmale, auch Wuchsmerkmale genannt, sind nicht nur für den Rundholzeinteiler und bei der Schnittholzsortierung von grosser Bedeutung, sondern beispielsweise auch für den Bediener einer Hauptmaschine. So können wir das Rundholz richtig in die Maschine eindrehen und das Maximum an qualitativ gutem Schnittholz aus dem Rundholz rausholen.

Es ist zentral, dass wir die unten genannten Holzmerkmale erkennen und richtig einzuordnen wissen. Denn bei der Nutzung von Rundholz für bestimmte Verwendungen ist es massgeblich, dass gewisse Holzmerkmale, die beim Einteilen nicht berücksichtigt werden konnten, möglichst bei der Hauptmaschine oder dann bei der Nebenmaschine rausgeschnitten werden und im Restholz landen. Wir unterscheiden zwischen Holzmerkmalen, welche für die Erscheinungsklassen, und jenen, die für die Festigkeitssortierung problematisch sind.

Oft wird fälschlicherweise von Holzfehlern gesprochen. Es ist wichtig zu verstehen, dass der Baum als Lebewesen eigentlich keine Fehler hat, sondern Merkmale. Unter Holzmerkmalen am Holz verstehen wir alle Mängel struktureller und ästhetischer Abweichungen von der Beschaffenheit des 'normalen' Holzes, welche sich nachteilig auf die Verarbeitung und Einsatzmöglichkeit bei der Verwendung von Holz auswirken. Aus einem Baumsamen (z.B. Eichennüsschen) kann sich nur unter idealen Bedingungen ein einwandfreier Baum entwickeln. Ein Baum ist jedoch während des Wachstums unzähligen Einflüssen ausgesetzt.

Einflussfaktoren auf die Holzbildung sind:

- Trockenheit
- Winddruck
- Schneedruck
- Frost
- Steinschlag / Lawinen / Murgänge
- Sturm
- Wuchsstandort
- Erbveranlagung
- Beschädigungen durch Mensch und Tier



Abbildung 112: Lärchen und Weisstanne  
(Quelle: Lang Sägewerk AG)

Es können folgende drei Gruppen unterschieden werden:

- Wuchsmerkmale in der Stammform
- Wuchsmerkmale im anatomischen Aufbau
- Wuchsmerkmale und Schäden durch äussere Einflüsse

### 6.2.1. Wuchsmerkmale in der Stammform

Für eine grosse Ausbeute des Hauptproduktes sollte ein Stamm möglichst gerade und vollholzig sein. Merkmale eines normalen und regelmässigen Holzaufbaus sind:

- Kreisrunde Jahresringe
- Etwa gleiche Jahresringbreiten
- ähnliche Früh- und Spätholzanteile
- Markröhre (Herz) läuft mittig
- Nahezu zylindrische Stammform (Vollholzigkeit)
- Keine Schädigung durch äussere Einflüsse
- Holzartentypische Färbung

Im Folgenden werden die wesentlichen Wuchsmerkmale, welche von der Norm abweichen, beschrieben. Diese werden auch in den Schweizer Handelsgebräuchen für Rohholz für die Sortierung verwendet:

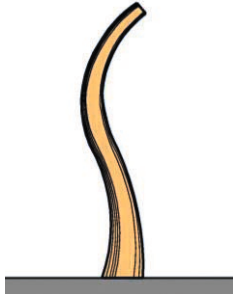
Krummschaftigkeit		
Ursache	Standort (Hanglage), Windeinwirkung, Schneedruck, schlechter Boden, Vererbung	
Nachteil	Schräger Faserverlauf, viel Verschnitt, geringe Festigkeit, schlecht zu bearbeiten, abnormale Schwindmasse	

Abbildung 113: Krummschaftigkeit  
(Quelle: Holzbau Schweiz)



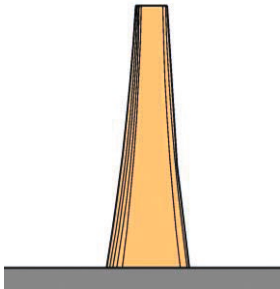
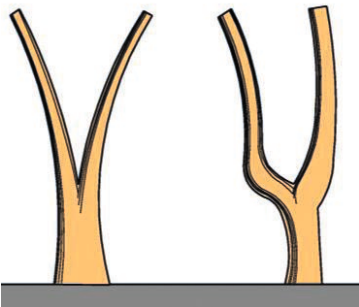
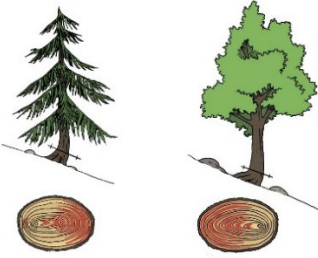
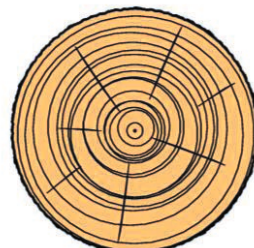
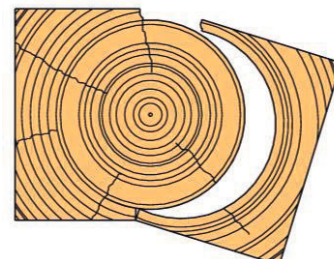
<b>Abholzigkeit</b>		 <p>Abbildung 114: Abholzigkeit (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
Ursache	Stark konische Stämme (kegelförmig) bezeichnet man als abholzig. Freistehende Bäume sind meistens abholzig, weil sie schnell wachsen und gegen Witterungseinflüsse wie Wind und Schnee ankämpfen müssen. Abholzige Stämme haben oft einen tiefen Astansatz und sind auch stark astig.	
Nachteil	Schräger Faserverlauf, viel Verschnitt, geringe Festigkeit, schlecht zu verarbeiten, abnormale Schwindmasse	
<b>Gabelwuchs / Zwieselwuchs</b>		 <p>Abbildung 115: Gabelwuchs / Zwieselwuchs (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
Ursache	Teilt sich ein Stamm in zwei oder mehrere in etwa gleichstarke Haupttriebe, so spricht man von Gabelwuchs. Aus der Verzweigung kann bei gewissen Holzarten das begehrte Pyramidenfurnier geschnitten werden. Zwieselwuchs bildet sich dann, wenn zwei Bäume so dicht nebeneinanderstehen, dass sie vollständig miteinander verwachsen. Verletzung der Wipfeltriebe durch Schnee, Tiere oder Menschen oder infolge Vererbung. Grund können auch Hierarchieverhältnisse zwischen den Bäumen oder durch Ablösung dominanter Grundtrieb sein.	
Nachteil	Häufig Fäulnis in der Verzweigung	

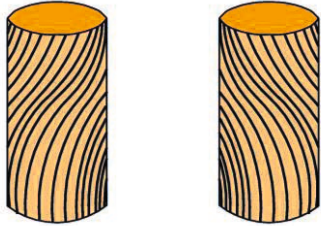
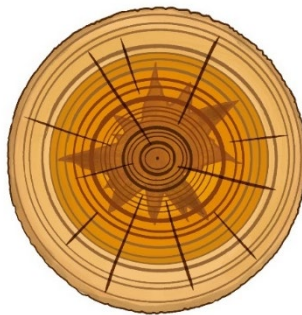
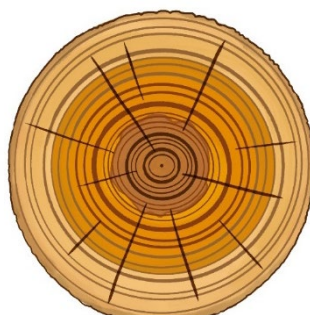


Abbildung 116: Gabel-/Zwieselwuchs, Krummschaftigkeit und Abholzigkeit (Quelle: Schilliger Holz AG)

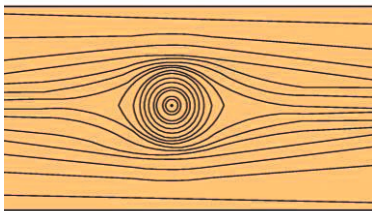
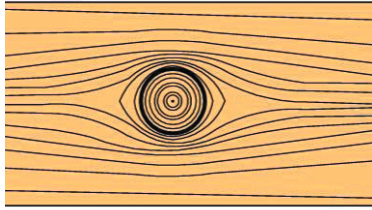


### 6.2.2. Wuchsmerkmale im anatomischen Bau

Mit Wuchsmerkmalen im anatomischen Bau sind effektive Merkmale gemeint, die während dem Wachstum des Baumes entstehen und damit Teil des Gedeihens des Baumes sind. Kann je nach dem auch durch holzersetzende Pilze begleitet werden.

<b>Reaktionsholz (Buchs)</b>		 <p>Abbildung 117: Buchs (Quelle: HIS)</p>
Ursache	Buchs entsteht bei Bäumen in Hanglage oder starker einseitiger Belastung von Randbäumen. Äste sind ebenfalls buchsig. Der sich aufrichtende Nadelholzbaum bildet auf der Unterseite Druckholz, Laubholzbäume bilden auf der Oberseite Zugholz. Dadurch wird der Stamm senkrecht gehalten. Durch die einseitige Reaktionsholzbildung entsteht ein exzentrischer Wuchs. Holz mit hohem Reaktionsholzanteil hat durch die dickeren Zellwände eine höhere Rohdichte als normales Holz.	
Nachteil	Geringe Zugfestigkeit bei Nadelhölzern, hartes, sprödes Holz, grosses Längsschwindmass, starke Verformung, dies ist vor allem beim Trocknungsprozess zu beachten – für bestimmte Arbeiten unbrauchbar.	
<b>Unregelmässiger Jahrringbau</b>		 <p>Abbildung 118: Unregelmässiger Jahrringbau (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
Ursache	Leichte Unterschiede in der Jahrringbreite kommen bei jedem Baum vor. Die Unregelmässigkeiten werden erst als Fehler betrachtet, wenn sie plötzlich und in sehr extremer Form auftreten. Beim Auftreten schädlicher Einflüsse, die den Baum schwächen, wie beispielsweise plötzliche Freistellung des Baums, trockene und sehr nasse Jahre, Änderung des Grundwasserspiegels, Insektenbefall, Kronenverlust, etc. kann ein abrupter Jahrringbreitenwechsel erfolgen.	
Nachteil	Unterschiedliche Schwindmasse, mangelnde Festigkeit, das Holz wird gerne schälrisig (Ringschäle)	
<b>Schälrisigkeit</b>		 <p>Abbildung 119: Schälrisigkeit (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
Ursache	Schälrisse verlaufen entlang der Jahrringe. Durchgehende Schälrisse führen zur Ringschäle. Beim sprunghaften Wechsel der Jahrringbreiten erhöht sich das Risiko von Ringschäligkeit. Kann auch durch Frost entstehen	
Nachteil	Schälrisiges Holz ist unbrauchbar	

<b>Drehwuchs</b>		 <p>Abbildung 120: Drehwuchs (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
Ursache	Die Holzfasern verlaufen nicht achsparallel, sondern in der Form einer Schraubenlinie. Spiralförmiger Verlauf der Holzfasern infolge Drehung der Baumkrone in der Laufrichtung der Sonne. Kann auch durch Vererbung entstehen. Stark drehwüchsige Hölzer sind Rosskastanien und Obstbäume. (Bei manchen Arten gibt es eine Vorzugsrichtung, z.B. der Birnbaum ist rechtsdrehend und Apfelbaum linksdrehend)	
Nachteil	Bretter und Balken werden windschief, lassen sich schlecht hobeln, haben nur geringe Festigkeit und sind als Konstruktionsholz nur bis 12% Faserneigung brauchbar.	
<b>Falschkern</b>		 <p>Abbildung 121: Falschkern (Quelle: HIS)</p>
Ursache	Von Falschkern spricht man, wenn bei einer Holzart, die normalerweise keinen Kern bildet, eine unregelmässige Kernfärbung vorkommt. Tritt bei den fakultativen Kernhölzern auf, beispielsweise bei Buche der Rotkern, bei Esche der Braunkern. Vererbung oder durch Pilzbefall nach Lufteintritt durch Verletzung möglich, als Abwehrmassnahme verstopft der Baum die Poren mit Schutzstoffen	
Nachteil	Verfärbungen, Falschkern lässt sich nicht imprägnieren. Ist ein eher gezählter oft sternförmiger Falschkern zu erkennen, handelt es sich um einen Spritzkern.	
<b>Nasskern</b>		 <p>Abbildung 122: Nasskern (Quelle: HIS)</p>
Ursache	Als Nasskern wird Kernholz bezeichnet, das überdurchschnittlich viel Wasser enthält. Im Nasskern kann der Wassergehalt jenen im Splintholz gar übersteigen. Nasskerne entstehen durch die Präsenz von Bakterien, die als Stoffwechselprodukte Wasser und übelriechende Gase ausscheiden, das nicht abfließen kann.	
Nachteil	Nasskern kommt hauptsächlich bei der Weisstanne, aber auch bei der Pappel, Platane, Kastanie und Birke vor und stellt uns beim Trocknen vor erhöhte Schwierigkeiten.	



<b>Astigkeit</b>		 <p>Abbildung 123: Astigkeit (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
Ursache	Der «gesunde Ast» ist im Holz verwachsen, bildet jedoch Hirnholz mitten im Längsholz, was den regelmässigen Faserverlauf stört und zum entscheidenden Problem wird	
Nachteil	Der Grad der Astigkeit ist ein mitbestimmendes Qualitätsmerkmal. Astnester und grosse Äste vermindern die Festigkeit.	
<b>Ausfallast / Schwarzäste</b>		 <p>Abbildung 124: Ausfallast / Schwarzast (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
Ursache	<p>Der tote Ast oder Ausfallast ist ein abgestorbener Ast, welcher mit seiner Rinde eingewachsen ist. Ausfalläste müssen je nach Verwendung ausgeflickt werden (Astflickzapfen). Sogenannte Schwarzäste fallen beim Trocknungsprozess, spätestens aber beim Hobeln raus, da sie ein anderes Trocknungsverhältnis als das umgebende Längsholz und Rindeneinwuchs haben.</p> <p><b>Je nach Schnittart unterscheidet man zwischen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rundäste</li> <li>• Ovaläste</li> <li>• Flügeläste</li> </ul>	
<b>Harzgallen</b>		 <p>Abbildung 125: Harzgallen (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
Ursache	<p>Harzgallen oder Harztaschen sind mit Harz gefüllte, flache Hohlräume. Sie sind in den harzhaltigen Nadelhölzern wie Fichte, Lärche und Douglasie anzutreffen, SELTEN bis NIE in Tanne und Eibe.</p> <p>Sie entstehen in der Hauptwachstumszeit, wenn zu viel Harz zum Füllen der Hohlräume anfällt, oder bei kleinflächigen Holzverletzungen, die durch Quetschungen von Rinde und Kambium verursacht werden. Bei der Reibung der einzelnen Holzschichten durch Wind können sich auch Harzgallen bilden. Man spricht auch von einem Erguss aus den Harzzellen.</p>	
Nachteil	Unterbrochene Holzstrahlen, Qualitätsverminderung, grösserer Verschnitt und Mehrarbeit.	
<b>Kienholz</b>		 <p>Abbildung 126: Kienholz (Quelle: Baljer &amp; Zembrod GmbH &amp; Co. KG)</p>
Ursache	<p>Bei Föhrenholz und Pitchpine (Kieferhölzer) können ganze Holzpartien mit Harz durchtränkt sein, dies nennt man Kienholz. Ersichtlich beim Stirnholz</p> <p><b>Kienhölzer eignen sich gut zum Anfeuern sowie auch gut für Fackeln und Finnenkerzen.</b></p>	
Nachteil		



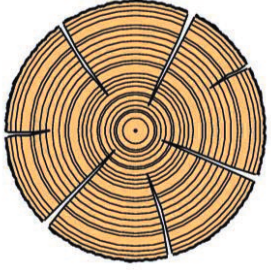
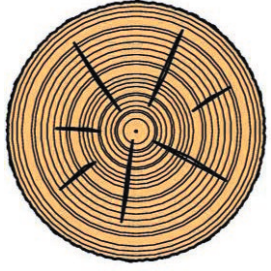
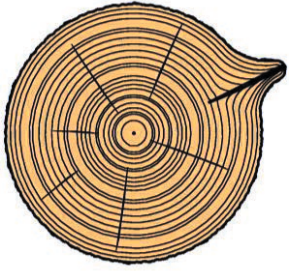
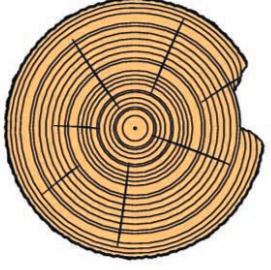
<b>Spanrückigkeit</b>		 <p>Abbildung 127: Spanrückigkeit (Quelle: HIS)</p>
Ursache	Entsteht durch sogenannte «Scheinmarkstrahlen», welche im Wachstum zurückbleiben oder erblich bedingt. Baumarten mit starker Neigung zur Spanrückigkeit sind Eibe, Weissbuche, Robinie.	
Nachteil	<b>Bretter aus spanrückigem Holz verziehen sich stark und sind schlecht bearbeitbar.</b>	
<b>Mondringe</b>		 <p>Abbildung 128: Mondringe (Quelle: HIS)</p>
Ursache	Der Mondring entsteht durch einen Spätfrostschaden und ist ein Verkernungsfehler. Es kann keine normale Verkernung mehr stattfinden. Unverkernete Stellen im Kern von Eichen- oder Lärchenholz (eingekapselter Splint). Nach einem Mondring kann der Stamm normal weiterwachsen.	
Nachteil	<b>Mondringe müssen weggeschnitten oder ausgeflickt werden.</b>	



Abbildung 129: Astigkeit, Ringschäle, Nasskern (Quelle: Schilliger Holz AG, Scierie Codourey SA)

### 6.2.3. Fehler und Schäden durch äussere Einflüsse

Hier kann am ehesten von Fehlern am Holz gesprochen werden, da diese Merkmale durch externe Einwirkungen entstanden sind.

<b>Schwundrisse</b>		
Ursache	Radiale Trocknungsrisse, von aussen in Richtung Mark gehend. Entsteht durch Austrocknung unter den Fasersättigungspunkt vor dem Einschnitt.	
Nachteil	Führt zum Eindringen von Pilzsporen, Bakterien (Verfärbung), Eiablage von Insekten	<p>Abbildung 130: Schwundrisse (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
<b>Kern-, Mark- oder Herzrisse</b>		
Ursache	Vom Mark aus sternförmig verlaufende Risse, die von aussen nicht sichtbar sind. Verlaufen die Risse spiralförmig, so entsteht die sogenannte Fischhohrigkeit. Frühere Spannungen im Stamm. Häufig an «überalterten» Bäumen, vor allem am Bodestück. Der Baum ist wie in einem Korsett, welches er nach dem Fällen sprengt und sich ausdehnt.	
Nachteil	Starke Entwertung des Nutzholzes, geringe Festigkeit, geringe Ausbeute beim Sägen. Aufmerksamkeit bei der Wahl des Schnittbildes nötig	<p>Abbildung 131: Markriss (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
<b>Frontrisse</b>		
Ursache	Infolge grosser Kälte und Wind entstanden. Durch mehrmaliges axiales Aufreissen (Querzugspannungen) und wieder Überwallen entsteht eine Frostleiste. Eindringende Pilzsporen und daraus entstehende Pilze zerstören das Holz unter der Frostleiste.	
Nachteil	Das Holz unter der Wundstelle ist meist durch Verfärbung und Faulstellen entwertet und muss rausgeschnitten werden.	<p>Abbildung 132: Frontriss (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>
<b>Rindenbrand / Sonnenbrand</b>		
Ursache	Infolge plötzlicher Freistellung von Bäumen mit dünner Rinde (Buchen, Birken, Fichten, Ahorn etc.), welche dann über längere Zeit Temperaturen von über 40°C ausgesetzt sind.	
Nachteil	Das Holz unter der Wundstelle ist meist durch Verfärbung und Faulstellen entwertet.	<p>Abbildung 133: Rindenbrand / Sonnenbrand (Quelle: Holzbau Schweiz)</p>

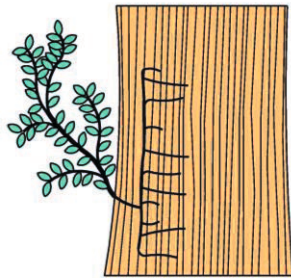
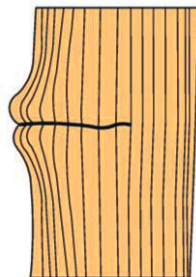
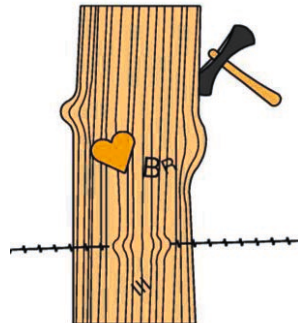
<b>Misteln</b>		
Ursache	Die Kerne der weissen Beeren werden durch Misteldrosseln (Vögel) weiterverbreitet. Misteln weisen meist auf unterirdische Wasseradern hin.	
Nachteil	Die Senkwurzeln der Misteln verursachen grosse Fehler im Holzinne, welche zu ästhetischen Unregelmässigkeiten, aber auch Festigkeitsfehlern führen.	
<b>Stauchungsrisse (Quer- oder Windenwurfrisse)</b>		
Ursache	Durch Stürme, Unwetter und Steinschläge werden die Holzfasern zertrennt. Diese Risse sind am rohen Holz nur schwer erkennbar und eine grosse Herausforderung für die Sortierung. Bei Nadelhölzern mit Harz entstehen in der Folge Harzstellen.	
Nachteil	Beeinträchtigen die Zug- und Biegefestigkeit, ist unbrauchbar für tragende Teile.	
<b>Fremdkörper</b>		
Ursache	Entstehen durch Nägel, Schrauben, Drähte Geschossteile oder aber auch durch Spechtlöcher, Wildverbiss und auch Narrenhände (Vandalismus).	
Nachteil	Entwertung durch Verfärbung des Holzes. Beschädigung der Holzbearbeitungswerkzeuge durch metallene Fremdkörper.	

Abbildung 134: Misteln  
(Quelle: Holzbau Schweiz)

Abbildung 135: Stauchungsrisse  
(Quelle: Holzbau Schweiz)

Abbildung 136: Fremdkörper  
(Quelle: Holzbau Schweiz)

Abbildung 134: Misteln  
(Quelle: Holzbau Schweiz)

Abbildung 135: Stauchungsrisse  
(Quelle: Holzbau Schweiz)

Abbildung 136: Fremdkörper  
(Quelle: Holzbau Schweiz)

Abbildung 137: Trocknungsrisse und Ringschäligkeit, Rindeneinwuchs (Quelle: Schilliger Holz AG)



#### 6.2.4. Übrige Holz- / Wuchsmerkmale

Bis hierhin wurden die gängigsten und damit auch wichtigsten Holzmerkmale bzw. Wuchsmerkmale erklärt. Es gibt aber noch jene anderen Merkmale, welche aber hauptsächlich spezifisch für einzelne Holzarten sind. Dies sind zum Beispiel:

- Keilwuchs, Haselwuchs
- Wundüberwallungen
- Wechselwuchs / Wimmerwuchs (Weisstanne, Buche, usw.)
- Maserwuchs / -knollen (Linde, Ahorn, Buche, Eiche usw.)
- Krebs
- Siegel- / Chinesenschnauz (Birke, Buche)
- Rosen (Eiche)
- T-Flecken (Eiche, Buche)
- Blitzschäden
- Textur «Schlicht, gefladert, geflammt usw.» (Laubholz)



Abbildung 138: Blitzschaden, Wimmerwuchs (Quelle: Schilliger Holz AG)

#### 6.3. Schadensmanagement

Rundholz ist ein verderbliches Material und kann bei unsachgemässer Lagerung schnell an Qualität verlieren. Besonders anfällig ist das Holz gegenüber Feuchtigkeit und Schädlingen wie Pilzen und Insekten. Feuchtigkeit kann zu Schimmelbildung führen, während Schädlinge das Holz von innen heraus zerstören können. Durch fachmännische Lagerung reduzieren wir das Risiko von Lagerschäden auf ein Minimum. Die Holzpflegemassnahmen beginnen sofort nach der Fällung im Wald.

##### 6.3.1. Fällzeitpunkt

Der richtige Fällzeitpunkt hat einen grossen Einfluss auf die Qualität des Rundholzes. Wird das Holz zu früh oder zu spät gefällt, kann dies zu Qualitätseinbussen führen. Der ideale Fällzeitpunkt hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie beispielsweise der Holzart, dem Standort des Baumes sowie der geplanten Verwendung des Holzes.

Generell gilt jedoch, dass Rundholz im Winter gefällt werden sollte. In dieser Zeit ist das Holz in einem Ruhezustand und enthält weniger Feuchtigkeit. Dadurch kann



das Holz besser trocknen und ist weniger anfällig gegenüber Schädlingen. Zudem ist das Holz im Winter weniger anfällig für Risse und Verformungen, die durch den Transport und die Lagerung entstehen können.

**Rundholz, das im Spätherbst und Winter (während der Safruhe) gefällt wird, ist weniger anfällig auf Lagerschäden.**

Transportschäden

- Fällen und Rücken im Wald
- Transport zur Sägerei
- Umschlag auf dem Rundholzplatz
- Förderung zur Hauptmaschine
- Durch unsachgemässen Umgang mit den Fördergeräten

Lagerschäden

- Verfärbungen
- Schädlingsbefall
- Risse

Verfärbungen sind Pilzschäden und führen zu Qualitäts- und z.T. Festigkeitsverluste bis 1/3 des Wertes, oder sogar bis zur totalen Entwertung.

**Wachstumsbedingungen für Pilze:**

- Wärme 4–33°C (optimal 25°C)
- Holzfeuchtigkeit 20–80% (optimal 30%)
- Geringe Luftzirkulation



Abbildung 139: Rundholzlager (Quelle: Florinett AG)

### 6.3.2. Sachgerechte Lagerung von Rundholz

Im Folgenden werden die wichtigsten Lagermethoden mit ihren Vor- und Nachteilen erklärt.

**Auf dem Rundholzplatz erfolgt die Sortierung bzw. Lagerung nach:**

- Holzart (Nadel- Laubholz)
- Sortiment
- Verwendung
- Durchmesser
- Längen

Eine Sortierung des Rundholzes verbessert nicht nur die Ausbeute, sondern vereinfacht auch das Bilden von Schnittsätzen, also beispielsweise bei der Produktion von Schalungware etc. Es hilft aber auch, bei kurzfristigen Aufträgen möglichst rasch das richtige Holz zu finden.

Die Menge des zu lagernden Rundholzes ist von Betrieb zu Betrieb verschieden und muss an die Einschnittmenge und den Platzbedarf des Sägewerks angepasst werden.

Bei der Rundholzlagerung unterscheidet man zwischen Landanlagen (Trockenlagerung) und Wasseranlagen (Nasslagerung).

### Landlagerung / Trockenlagerung

Aus arbeitstechnischen Gründen sowie Kostengründen werden Landlager gegenüber von Nasslagern bevorzugt. Beispielsweise ist das Handling mit den Förderfahrzeugen und den Sortierboxen (gerade bei Nasslagerung im Gewässer) bei der Trockenlagerungen viel einfacher. Auch kommen bei den Nasslagern grosse Kosten für Wasser und allenfalls Korrosionsschäden hinzu. Ein weiterer Grund sind die Umweltvorschriften, welche bei der Nasslagerung strenger sind. Für die Landlagerung bevorzugt man Polteranlagen nach dem System der Sortierboxenpolterung.



Abbildung 140: Kleines Rundholzlager (Quelle: Blumer Lehmann AG)

Häufig werden stehende, entrindete Rundhölzer mit 20–30 cm Durchmesser oder besser Metallstützen verwendet.

Bei Trockenlagern darf das zu lagernde Rundholz möglichst nicht auf dem Erdboden liegen. Dazu ist der Humusboden abzutragen, eine Planierung vorzunehmen und eine verdichtete Kiesschicht oder ein Beton- oder Teerboden zu erstellen, welcher periodisch geräumt und gereinigt wird. Ausserdem werden Bodenaufleger aus Rundhölzern oder Stahlträgern ausgelegt. In einzelnen Fällen wird auch Beton verwendet.

Die Sortierboxenpolterung soll so gestaltet sein, dass sie mit dem Hauptfördermittel (Kran, Bagger, Sortierwagen und Frontstapler) leicht beschickt und entleert werden können.



Abbildung 141: Polteranlage auf dem Rundholzplatz (Quelle: Blumer Lehmann AG)

#### Vorteile

- kostengünstig
- grosse Lagerkapazität

#### Nachteile

- Gefahr von Schäden am Rundholz

### Folienabdeckung

Diese Methode wird eigentlich nur im Wald angewendet. Vor allem nach grösseren Stürmen wird das Holz so möglichst gut vor Schädlingen geschützt. Das verpackte Holz wird durch den Luftabschluss nach aussen permanent feucht gehalten und bleibt deswegen länger in einem guten Zustand.

#### Vorteile

- Guter Schutz gegen Insekten- und/oder Pilzbefall.
- Lange Lagerungsdauer möglich, unabhängig von Wetter, Klima und Vorhandensein von Wasser.
- Das Verfahren kann vor allem dort zum Einsatz kommen, wo eine Nasslagerung aus verschiedenen Gründen nicht in Frage kommt.

#### Nachteile

- Aufwändiges Verfahren, hoher Kontrollaufwand.
- Schäden an der Folie durch Mäusefrass, Vandalismus und Wind können aufwändige Reparaturen nach sich ziehen.
- Die Konservierungsmethode eignet sich aufgrund des hohen Aufwands eher für wertvolles Stammholz. Für ein Standardverfahren mit breiter Anwendung ist es nicht geeignet.
- Viele Standorte sind für die Folienlagerung ungeeignet. Beste Ergebnisse werden auf ebenen, windstillen Plätzen mit festem Untergrund erzielt.





Abbildung 142: Folienabdeckung (Michael Blaschke, Wald und Holz NRW)

### Wasseranlagen / Nasslagerung

Den Vorteil der Nasslagerung hat man früh erkannt. Flüsse und Seen waren lange ein komfortabler Transportweg, um das Rundholz vom Wald in das Sägewerk zu transportieren. Man hat dabei die Vorteile der Wasseranlagen schnell erkannt. Diese Art der Lagerung wird heute hauptsächlich in den skandinavischen Ländern und in Nordamerika angewendet. Bei uns kennt man höchstens die Beregnung des Rundholzes.

#### Vorteile

- Keine Risse
- Keine Pilze
- Keine Insekten
- Sauberes Rundholz

#### Nachteile

- Rundholz kann sinken
- Mechanisierung wird aufwändiger
- Gefrierpunkt

Das Rundholz soll bei Wasseranlagen möglichst sofort nach der Fällung ins Wasser und erst kurz vor dem Einschnitt herausgenommen werden.

### Beregnung / Berieselung

Eine Beregnungsanlage kann aus dem Grundwasser, aus einem Oberflächengewässer oder aus der öffentlichen Wasserversorgung gespeist werden. Für Lagerplätze und Wasserentnahmen müssen Bewilligungen eingeholt werden. Nasslagerung darf einzig auf den dafür vorgesehenen und eingezeichneten Flächen betrieben werden. Bei Holz mit Gerbsäuren und Zusatzstoffen ist die Nasslagerung verboten. Nadelholz kann über 5–6 Jahre, Laubholz über 2–3 Jahre gelagert werden, ansonsten nimmt es wieder an Qualität ab.





Abbildung 143: Nasslager (Quelle: Lerchholz Sägewerk + Kistenfabrik AG)

### 6.3.3. Schutzmassnahmen bei gängigen Schadorganismen

Schadorganismen sind einerseits holzbewohnende Insekten und andererseits holzbewohnende Pilze. Diese werden im Detail im Kapitel Rundholz und Schadorganismen behandelt (2. Lehrjahr). Hier geht es um eine erste Einführung in die wichtigsten Schadorganismen und mögliche Schutzmassnahmen.

#### Rot- und Braunstreifigkeit

Trocknungsrisse sind die Eingangspforte für diese Pilzarten. Verfärbung in Form von braunen, geflammten Streifen. Sie verfärben nicht nur das Holz, sondern sie zerstören mit der Zeit die Zellulose. Es sind also holzerstörende Pilze.

**Chemischer Schutz ist schwierig, Risse verhindern ist einfacher.**



Abbildung 144: Rot- und Braunstreifigkeit (Quelle: Schilliger Holz AG)

#### Ersticktes Holz

Beim Laubholz sprechen wir vom Ersticken, Verstocken oder von Einläufen. Wärmeempfindliche Laubhölzer werden bevorzugt befallen wie zum Beispiel Ahorn und Buche

Schutzmassnahmen

- Rechtzeitiger Einschnitt (Sägespäne sauber abwischen, sofort stapeln, luftig lagern)
- Berieselung, Wasserlagerung
- In Rinde lagern, Abdeckung
- Chemische Mittel

## Bläuepilz

Vor allem sind Nadelhölzer wie z.B. die Föhre gefährdet, Pilze entwickeln sich am besten bei warmen Temperaturen und einer Holzfeuchte von 28–80%.

Der Fasersättigungspunkt liegt bei 28–32%.

**Die Bläue hat keine Verminderung der Festigkeit des Holzes zur Folge, ist aber ein Farbfehler.**

Schutzmass-  
nahmen

- Rechtzeitiger Einschnitt
- Berieselung, Wasserlagerung
- In Rinde lagern, Abdeckung
- Chemische Mittel



Abbildung 145: Bläue an Föhre (Quelle: WSL)

## Holzbewohnende Insekten

Schäden

- Frassgänge von 1,0 bis 10 mm Ø

Auswirkungen

- Qualitäts- und Festigkeitsverlust

Lebensbeding-  
ungen

- Krankes Stehendes Rundholz
- Gefälltes Rundholz 1–3 Monate
- Temperatur ca. 5°C und mehr
- Holzfeuchtigkeit 20 bis 80%
- Schlechte Luftzirkulation

Schutzmass-  
nahmen

- Rechtzeitiger Einschnitt
- Berieselung, Wasserlagerung
- In Rinde lagern, Abdeckung
- Chemische Mittel

Bockkäfer

Bohrlöcher bis 10 mm Ø, oval, meist Hakengänge, befällt alle Holzarten.

Holzwespe

Bohrlöcher 3–7 mm Ø, rund, unregelmässig, befällt vorwiegend stehendes und gefälltes Nadelholz.

Borkenkäfer

Bohrlöcher ca. 1–2 mm Ø, Bohrmehl aussen, Frassgänge verfärbt, befällt Nadelholz





Abbildung 146: Von Borkenkäfer befallene Lärche (Quelle: Thomas Reich, WSL)

## 6.4. Einschnittvorbereitung

Bei der Vorbereitung des Einschnittes wird nun das eingelagerte Rundholz begutachtet und gemäss den vorgegebenen Kriterien (Qualität, Dimension, Länge) eingeteilt. Von der Qualität des Rundholzeinteilens hängt in grossem Masse die Ausbeute und damit der Ertrag des Sägewerks ab. Vor dem Einschnitt werden dann die Wurzelanläufe reduziert und das Holz entrindet.



Abbildung 147: Einteilstation (Quelle: Schilliger Holz AG)

In einem Hobel- oder Leimwerk sind die Hauptmaschinen Keilzinke, Hobelmaschine und Leimpresse.

Anschliessend wird das Rundholz auf einer sogenannten Hauptmaschine eingeschnitten. Diese ist in einem Sägewerk für den ersten Produktionsschritt zuständig. Nebenmaschinen hingegen erledigen den zweiten, dritten oder sogar vierten Produktionsschritt. Hauptmaschinen tragen meist massgeblich zur Wirtschaftlichkeit des Holzindustrieunternehmens bei. In der Sägeindustrie kennen wir folgende Hauptmaschinen, welche im Folgenden erklärt werden:

- Vollgatter
- Blockbandsäge
- Kreissägezentrum
- Profilspaner

Die ganze Einschnittvorbereitung, sprich das Einstellen für den effektiven Einschnitt des Rundholzes, ist sehr komplex. Sie fängt bereits bei der Wahl der Hauptmaschine an. Vielleicht hat ein Sägewerk zwei oder gar drei Hauptmaschinen und muss sich betriebsspezifische Gedanken machen, mit welcher Hauptmaschine das Rundholz eingeschnitten wird.

Als nächstes geht es um die Wahl des Schnittbildes (vgl. Kapitel Rundholzeinteilen). Wird beispielsweise Lärchenholz für eine Aussenwandschalung eingesägt, muss man bedenken, dass dies splintfrei und womöglich sogar markfrei sein muss. Das sind ganz andere Voraussetzungen an die Vorbereitungen des Einschnittes, als wenn «nur» Schalungskanthölzer produziert werden. Auch muss berücksichtigt werden, dass der Einschnitt mit einem Vollgatter wegen Harzausfluss problematisch sein kann. Deshalb ist es wichtig, dass die geeignete Hauptmaschine für den Einschnitt ausgewählt wird.

## 6.5. Einschnitteinstellungen

Bei den Einstellungen für den Einschnitt geht es in erster Linie um die Hauptmaschine. Diese muss vor dem Einschneiden des Rundholzes für das jeweilige Schnittholz eingerichtet und vorbereitet werden. Je nach Holzart oder Qualität des Schnittholzes müssen einzelne Anpassungen vorgenommen werden.

Es handelt sich dabei um wichtige Arbeitsschritte, damit die Präzision, Effizienz und die Qualität der Hauptmaschine gewährleistet werden kann.

Folgend wird eine mögliche Abfolge der Einschnitteinstellung vorgestellt:



1. Reinigen der Maschine
2. Schmieren und Auffüllen des Schmiermittels
3. Führungselemente einstellen / wechseln
4. Wahl des geeigneten Sägeblattes (Winterzahn, etc.)
5. Werkzeugwechsel (Sägeblatt / Fräser) sofern nötig
6. Richtige Einstellung der Sägeblätter (Leerenabstand, Sägeblattspannung, Überzahn, Kalibrieren, etc.)
7. Allgemeine Vorbereitungen, beispielsweise laufendes Wasser organisieren
8. Überhang / Rollenneigung einstellen
9. Schnittgeschwindigkeit einstellen
10. Spaltkeil einstellen / Schnittholzboxen freiräumen / Paketieranlage einstellen usw.

Abbildung 148: Werkzeugwechsel Spanerscheibe  
(Quelle: Blumer Lehmann AG)



Je nach Holzart, Jahreszeit oder Schnittholzprodukt müssen spezielle Einschnitteinstellungen und Parameteränderungen vorgenommen werden, damit Qualität und Effizienz der Schnittholzverarbeitung gewährleistet werden kann. Die genauen Einstellungen können von Sägewerk zu Sägewerk variieren und sind auch von Erfahrungswerten und dem Fachpersonal abhängig.

## 6.6. Die Hauptmaschinen

In den Sägewerken werden, wie bereits erwähnt, vier Hauptmaschinentypen eingesetzt:

Vollgatter	Blockbandsäge	Kreissägezentrum	Profilspaner
Vollgatter	vertikal		
	geneigt / schräg		
	horizontal		

### 6.6.1. Vollgatter

#### Geschichtlicher Teil

Vor der Erfindung des Sägens wurde das Holz noch von Hand behauen. Schnittholz wurde unter grossem Materialverlust mit der Breitaxt aus dem Stamm gehauen. Zum Herstellen von Balken durch Behauen von Baumstämmen mit der Breitaxt benötigten die Arbeiter eine Markierung der Schnittlinie. Eine mit Russ geschwärzte Schnur war das Hilfsmittel. In ähnlicher Weise wurden die Bretter gefertigt. Die Baumstämmen wurden mit Keilen gespaltet, anschliessend wurden die Spaltstücke mit der Axt behauen. Diese Bretter hatten eine höhere Festigkeit, da kaum Fasern durchschnitten werden, der Abfall war andererseits recht erheblich.

Nachweise für mechanisch betriebene Sägen gibt es ab dem Jahr 1200. Sie wurden laufend weiterentwickelt (Gnepfe, Klopfsäge oder Schlegelsäge, Venezianer- oder Augsburger-Säge). Zahlreiche Erfindungen an der Venezianer-Säge werden dem Künstler und Universalgenie Leonardo da Vinci (1452–1519) zugeschrieben.

**Die ersten Sägemaschinen wurden meist durch Wasserräder angetrieben oder durch das System der Gnepfe (einem Waagenbalken mit Wasser und Gegengewicht).**

Die Gnepfe braucht im Gegensatz zu den mit Wasserrädern betriebenen Sägen wesentlich weniger Wasser. Die Hubzahl lag bei zirka zehn Mal pro Minute, da das Auffüllen des Gefässes merkliche Verlustzeiten ergab. So entstanden die ersten Sägegatterarten.

Ausgediente  
Gatterarten

- Mittelgatter oder Einfachgatter
- Seitengatter
- Horizontalgatter

Das Vollgatter (Vertikalgatter), die älteste Sägewerkmaschine entstand mit dem Aufkommen der Dampfmaschinen und damit der Industrialisierung Anfang des 19. Jahrhunderts. Bis zur Nachkriegszeit Mitte des 20. Jahrhundert war das Vollgatter in Betrieben aller Grössenordnungen in Europa, Südamerika, Kanada und den USA dominierend und damit die erste Hauptmaschine für die Massenproduktion von Schnittholz.

Seit den 1960er-Jahren wird das Vollgatter aufgrund der begrenzten Schnittleistung und mangelnder Flexibilität durch andere Einschnittstechnologien immer mehr zurückgedrängt.

### Vor- und Nachteile des Vollgatters

#### Vorteile

- Die Werkzeuge, also die Sägeblätter sind einfach zu pflegen und instand zu halten, demzufolge kostengünstiger gegenüber anderen Werkzeugen.
- Die Sägeblattspannung ist optimal einstellbar.
- Mit Ring- oder Magnetlehren sichert man einen genauen Werkzeugabstand und erhält somit massgenaues Schnittholz.
- Die Vorschubgeschwindigkeit ist heute meist stufenlos regulierbar.
- Bei Winterbetrieb gibt es meistens keine wesentlichen Werkzeugprobleme, allerdings muss der Vorschub den Umständen angepasst werden.
- Grosse Anzahl von Brettern möglich mit relativ kleiner Schnittfugenbreite.
- Gegenüber Doppelwellenkreissägen relativ stromsparend.

#### Nachteile

- Der maximal mögliche Stammdurchmesser von ca. 65 cm (am Stock gemessen) wird durch die Durchlassbreite des Gatters begrenzt.
- Die mittlere Schnittgeschwindigkeit ist mit etwa 8,0 m/min gegenüber Kreis- und Bandsägen (mit bis zu 100 m/min) aus konstruktiven Gründen begrenzt.
- Die Schnittgeschwindigkeit ist gegenüber der Vorspaltgeschwindigkeit der meisten europäischen Hölzer (etwa 40 m/min) zu niedrig, was keine glatte Schnittoberfläche ergibt.
- Die Schnittmassflexibilität ist gegenüber anderen Einschnittstechnologien begrenzt und die Verstell-Geschwindigkeit relativ gering.
- Der Vorschub ist mit max. 14 m/min. nicht konkurrenzfähig mit den anderen Maschinen.
- Störungen können durch das Festklemmen von Schwarten und Brettstücken zwischen den Sägeblättern entstehen, insbesondere beim Zopfvoran-Schnitt.



Abbildung 149: Vollgatter (Quelle: Blumer Lehmann AG)

## Wichtige Teile eines Vollgatters

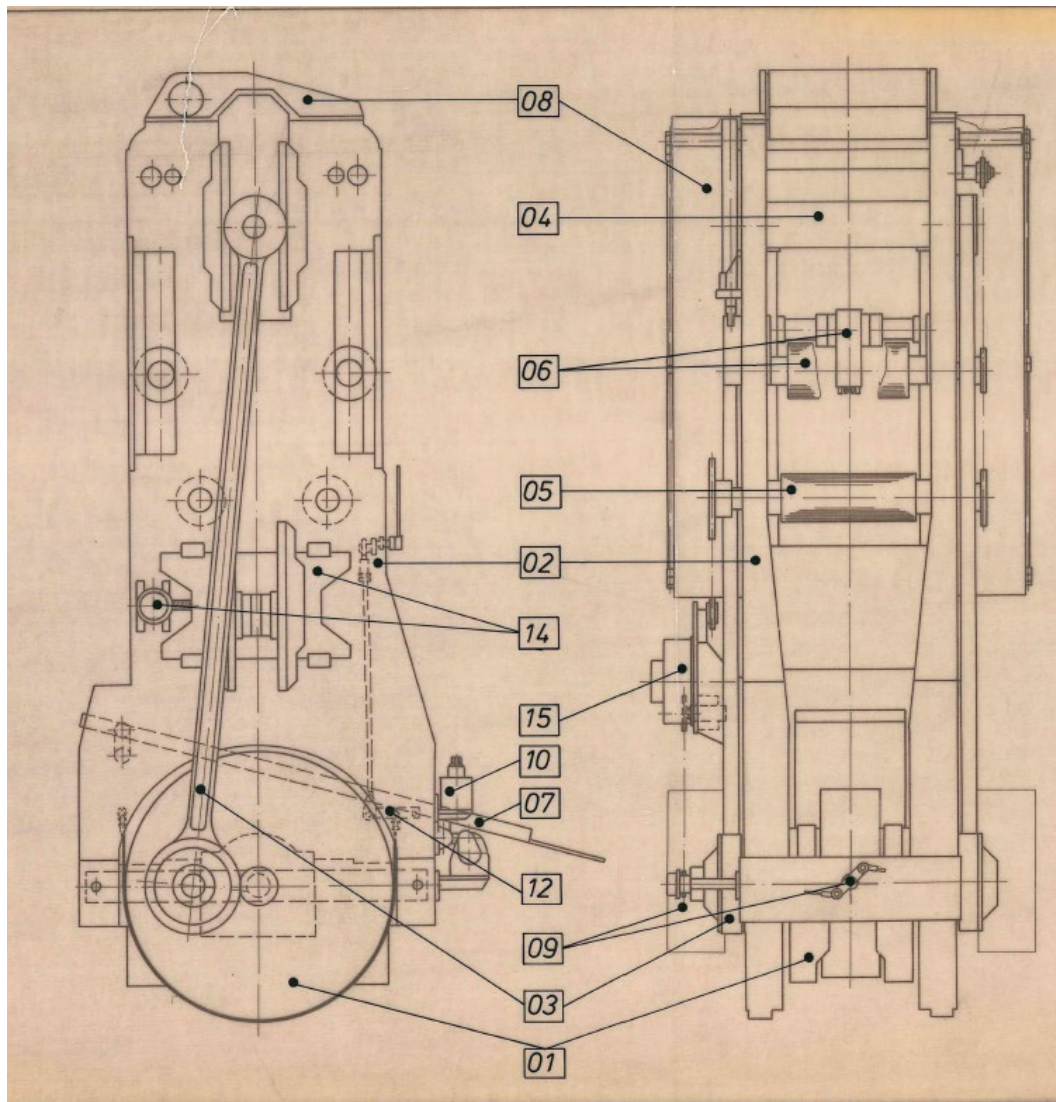


Abbildung 150: Teile eines Vollgatters (Quelle: Linck Holzverarbeitungstechnik)

### Die wichtigsten Teile sind (Auswahl):

- 01L Schwungrad (Kurbelscheibe)
- 01R Antriebsscheiben (Volllaufrolle / Leerlaufrolle)
- 02 Seitenständer
- 03 Stelze (Kurbelstange)
- 04 Sägerahmen (oberer- & unterer Rahmenbalken, Rahmensäulen)
- 05 Untere Einzugswalze (Vorschubwalzen)
- 05 Untere Auszugswalze (Vorschubwalzen)
- 06 Obere Einzugswalze (Vorschubwalzen)
- 06 Obere Auszugswalze (Vorschubwalzen)
- 14 Überhangverstellung



## Wahl der Gattergrösse

Das Vollgatter ist vornehmlich eine Hauptmaschine für Schwachholz. Um die optimale Gattergrösse zu finden, müssen wir die Spannbreite der einzuschneidenden Durchmesser kennen. Dabei sollte der Gatterdurchlass so weit als möglich nach oben begrenzt werden. Denn je kleiner das Gatter dimensioniert ist, desto leistungsfähiger wird eingeschnitten (Hub wird kleiner).

Die Gattergrösse wird durch den Sägerahmen beziehungsweise den Abstand der Rahmensäulen bestimmt. Für den Bau von Vollgattern sind gewisse Normgrössen in der DIN 8801 festgelegt. Diese Angaben enthalten Orientierungswerte für die zu erwartenden Schnittleistungen und die maximalen Durchlassgrössen.

**Die lichte Rahmenweite, also die Distanz zwischen den beiden Rahmensäulen, bestimmt die Gattergrösse.**

Die praktische Durchlassbreite ergibt sich aus:

Rahmenweite abzüglich 2 x 5 cm Sicherheitsabstand.

Das wäre bei einem 71er Gatter:  $71 \text{ cm} - 2 \times 5 \text{ cm} = 61 \text{ cm}$  Durchlassbreite

Die maximale Öffnung der Vorschubwalzen ist meistens die Schnitthöhe = Durchlasshöhe.

## Sägerahmen

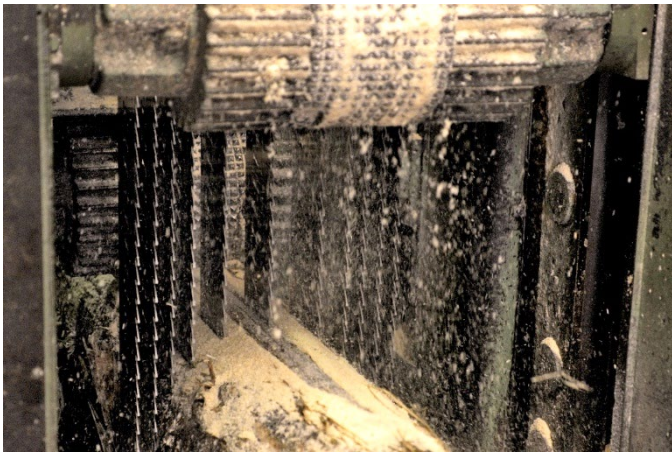


Abbildung 151: Sägeblätter (Quelle: Blumer Lehmann AG)

Der Sägerahmen dient zum Einspannen der Sägeblätter. Das verlangt vom Sägerahmen die zwei folgenden Eigenschaften:

Der Rahmen muss so stark gebaut sein, dass er der Zugkraft der maximal eingehängten Sägeblätter ohne Deformierung (Durchbiegung) standhält (z.B. 15 Gatterblätter à 6'000 kg Zug = 90'000 kg = 90 Tonnen).

Der Rahmen soll möglichst leicht sein, um das Gewicht der kraftbewegten Massen auf einem Minimum zu halten (Krafteinsparung und geringere Erschütterungen). Der Stabilität und der Stärke des Stammdruckes beim Sägen muss der Vorzug gegeben werden, wenn dies auch auf Kosten des Gewichtes geht. Die Abmessungen des Rahmens sind von der Grösse des Vollgatters abhängig.

## Einzelheiten des Sägerahmens

- Oberer und unterer Rahmenbalken (Joch)  
(die Distanz zwischen den beiden Rahmenbalken nennt man die lichte Höhe des Rahmens)



- Führungsklötze, die an den Rahmenbalken montiert sind
- Die beiden lagerhaltenden Achselzapfen, die am oberen Rahmenbalken befestigt sind
- Die beiden Rahmensäulen (sind Träger des Registers / Druckplatten zum Zusammenpressen der eingehängten Sägeblätter mit den Distanzlehren)

Die Rahmenbalken sind aus einem Stück hochwertigem Stahl geschmiedet, die der starken Belastung ohne sichtbare Durchbiegung standhalten.

### Führungselemente des Sägerahmens

Der Sägerahmen muss in seiner vertikalen Auf- und Abwärtsbewegung sehr genau geführt werden, was durch die Führungselemente gewährleistet wird.

Die Führungselemente sind:

- 8 Führungsschienen
- 8 Führungsklötze

Die Führungsschienen sind am Maschinenständer montiert.

Die Führungsklötze sind an den beiden Rahmenbalken befestigt und gleiten mit dem Sägerahmen in den Führungsschienen auf und ab. Sie sind aus Metall- und Speziallegierungen hergestellt, hauptsächlich für Flach- und Prismenführungen.

Die Anordnung der Führungselemente wurde ständig den neuen Erfahrungen angepasst. Heute gilt mehrheitlich:

- Ausschnittseite: 2 Prismenführungen übereinander und 2 Flachführungen übereinander
- Einschnittseite: 4 Flachführungen

Die Schmierung der Führungselemente erfolgt über die Führungsschienen, die mit Schmierrillen oder Filzstreifen versehen sind, ab der Zentralschmieranlage. Die richtige Ölverwendung (meistens Haftöle) in Mass und Qualität entscheidet über die Lebensdauer der Führungen. Durch die ständigen Auf- und Abwärtsbewegungen und den Schnittdruck werden die Führungselemente vor allem auf der Ausschnittseite abgenutzt, was zu einem Spiel zwischen Führungsschuh und -schiene führt. Dies ist durch ein leichtes Klopfen hörbar. Wenn dies der Fall ist, müssen die Führungen auf der Ausschnittseite nächstens durch geschultes Personal nachgestellt werden.



Abbildung 152: Hub des Sägerahmens (Quelle: Blumer Lehmann AG)

## Fundament

Das Fundament muss die statischen und dynamischen Kräfte des Gatters aufnehmen und in den Boden ableiten. Die statischen Kräfte basieren auf dem Eigengewicht der Maschine und des Fundamentes selbst.

Problematisch sind die dynamischen Kräfte, welche durch das Gewicht des Gatterrahmens samt Einhang und die Auf-und-ab-Bewegung durch die beiden Stelzen erzeugt werden. Die Auf-und-ab-Bewegung wird durch eine sehr hohe Drehzahl des Schwungrades ausgelöst. Diese grossen Kräfte müssen über das gut bemessene Fundament in den Boden abgeleitet werden und sind trotzdem noch mehrere 100 m weit spürbar.

### Anforderungen an das Gatterfundament:

- Aufnahme des Maschinengewichts
- Aufnahme der freiwerdenden Massenkkräfte
- Den erschütterungsfreien Lauf garantieren

Die Grösse des Fundamentes wird im Weiteren durch die geologische Beurteilung des Baugrundes mitbestimmt. Man rechnet in der Regel je nach Baugrund das 8 bis 12-fache des Eigengewichtes der Maschine.

### Beispiel:

Das Eigengewicht des Gatters beträgt 10'000 kg.  
Der Baugrund verlangt das 12-fache des Vollgattergewichtes.

Raumgewicht Stahlbeton: 2'400 kg/m<sup>3</sup>

#### *Grösse des Gatterfundament*

$$12 \times 10'000 \text{ kg} = 120'000 \text{ kg} : 2'400 \text{ kg/m}^3 = 50 \text{ m}^3 \text{ Stahlbeton}$$

## Seitenständer (Maschinengestell)

Die Form des Gatters wird durch die Seitenständer geprägt. Sie bilden das Hauptstück für den Gatteraufbau. Die Seitenständer sind auf die Grundplatte aufgebaut und mit ihr verschraubt. Die Ständer sind aus Spezialguss oder Stahl und haben meist eine Kastenform. Für die horizontale Verbindung der beiden Ständer werden Querstege oder Querbalken eingesetzt und verschraubt.

## Der Schwungsatz / Schwungrad

Auf der Hauptwelle sind die Hauptlager und Schwungräder mit Gegengewicht und Kurbelzapfen montiert. Zwischen den Schwungrädern sind zudem die Voll- und Leerlaufscheiben angebracht.

Die Kurbelzapfen dienen der Aufnahme der unteren Stelzenlager, die meistens Pendelrollen- oder Walzenlager sind. Die Kurbelkreisbewegung führt zu einer linearen Auf- und Abwärtsbewegung des Sägerahmens, die mittels Stelzen übertragen wird.

- Die Stelzen sind in der Regel aus einem Stück hartem Stahl in H- Profil gefertigt

- Für einen garantierten Rundlauf müssen sich die Kurbelzapfen genau gegenüberstehen, das gleiche gilt für die Gegengewichte
- Die Gegengewichte dienen für einen optimalen Schwungausgleich, sie stehen in einem Gewichtsverhältnis zum Sägerahmen mit Sägeneinhang
- Die Schwungräder sind aus Spezialguss oder Spezialstahl gefertigt
- Der Kurbelkreisdurchmesser ist gleich dem Hub des Sägerahmens, also in etwa der Distanz vom unteren Totpunkt (uT) zum oberen Totpunkt (oT), was die Hubhöhe ergibt

### Grundplatte

Die Grundplatte ist mit dem Fundament direkt verankert. Sie wird mit Zementmörtel ausgegossen und dient als Bindeglied zwischen Fundament und Maschine. Die Grundplatte dient gleichzeitig zur Aufnahme der Hauptlager mit der Hauptwelle und der Seitenständer.

### Überhangverstellung

Eine Eigenschaft des Gatters ist, dass durch die Auf- und Abwärtsbewegung des Sägerahmens auf den Lasthub ein Leerhub folgt, was gegenüber dem Sägeblatt einen diskontinuierlichen Stammvorschub fordert. Da dies insbesondere bei leistungsfähigen Anlagen nicht praktikabel ist, wird mit einem Sägeblatt-Überhang gearbeitet. Das führt dazu, dass sich die Sägen beim Leerhub vom Schnittgut (Rundholz) abheben. So wird der Aufwärtsschnitt vermieden.

Es gibt Gatterfabrikate mit fixem und solche mit verstellbarem Überhang. Bei einigen Fabrikaten sind die unteren Führungsschienen auf seitlich verstellbaren Überhangplatten montiert. Diese Verstellung ist meistens an eine Vorschubsteuerung gekoppelt.

Je nach Vorschubgrösse wird die Neigung der Sägeblätter gegen die Schnittrichtung grösser oder kleiner.

### Blatteinhang

Sägeblattangeln dienen zum Fassen und Spannen der Sägeblätter. Kastenangeln, auch Einschubangeln genannt, ermöglichen ein schnelles Auswechseln der Sägeblätter. Die Angeln bleiben beim Wechseln der Werkzeuge im Gatterrahmen. Die Angeln müssen sehr genau gefertigt sein, damit sich die Blattleisten nicht biegen und die Mindestdicke gewährleistet ist.

Als Distanzlehren zwischen den Angeln werden heute meist Magnet- oder Ringlehren eingesetzt, die keine Registerstangen erfordern, sondern Druckplatten zum seitlichen Festklemmen der Sägeblätter und Distanzlehren.

Die durch Keile vorgespannten Sägeblätter werden über Exzenter mittels Spannhebel fertiggespannt. Mit hydraulischen Blattspannern



Abbildung 153: Angel mit Sägeblatt und Keilen  
(Quelle: S. Codourey)

erreicht man gleichmässig gespannte Sägeblätter, zudem bringt dies eine Arbeits-  
erleichterung und einen Zeitgewinn gegenüber dem manuellen Spannen.



Abbildung 155: Sägeblattangeln und Keile (Quelle: Yerly Bois SA)



Abbildung 154: Sägeblattangeln und Keile auf oberem Rahmenbalken  
(Quelle: Yerly Bois SA)

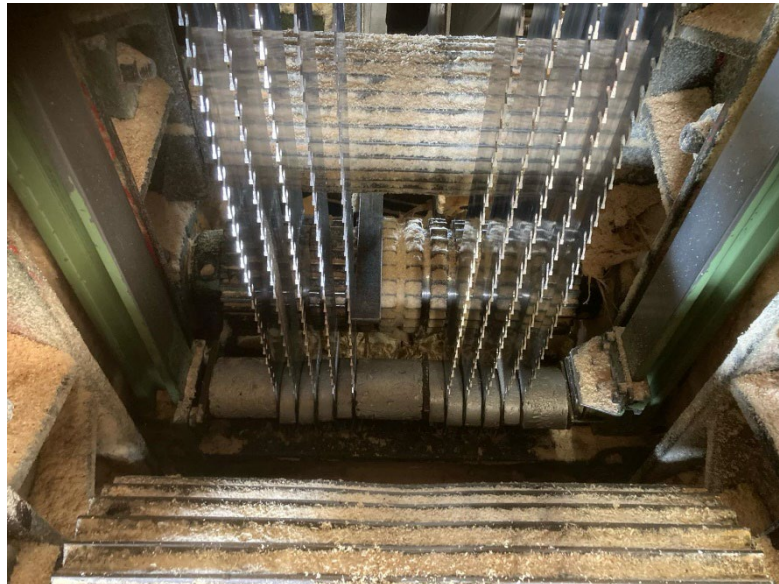


Abbildung 156: Blatteinhang und unteres Register mit Ringlehren  
(Quelle: Yerly Bois SA)



## Breitenverstellung

Der Sägerahmen einer Gatteranlage mit automatischer Breitenverstellung ist speziell gefertigt. Die Rahmenbalken dienen als Gleitbahnen für die zwei bis vier verstellbaren Sägepakete. In diese Sägepakete können bis zu fünf Sägeblätter eingehängt werden, zudem sind individuell verstellbare Einzelblätter möglich.

Mit Gewindespindeln und Hydraulikzylindern werden die Verstellungen ausgeführt, angetrieben durch links- und rechtsdrehende Getriebemotoren, die oben auf dem Rahmen aufgebaut sind, und durch Hydraulikpumpen.

Die in den Rahmensäulen eingebauten Verbindungswellen übertragen die Bewegungen synchron auf die unteren Sägepakete. Gleichzeitig wird auch der Spaltkeil neu positioniert. Die gewählten Dimensionen werden durch Messuhren oder auf dem Display angezeigt.

Gatteranlagen mit automatischer Breitenverstellung haben gegenüber einer normalen Gatteranlage eine deutlich bessere Schnittmassflexibilität, da das Umrüsten von einer Dimension auf die nächste zum grössten Teil entfällt. Deshalb ist dies heute in den meisten Betrieben unabdingbar.

Wichtig sind die tägliche Reinigung und Schmierung der Breitenverstellungselemente. Nur so kann störungsfrei eingeschnitten werden und die Lebensdauer der Breitenverstellung verlängert werden.

## Vorschubwalzen

Die Vorschubwalzen haben drei Aufgaben:

- Angetrieben vom Vorschubgetriebe übertragen sie die Vorschubbewegung auf den Stamm
- Sie garantieren die Einschnitttrichtung
- Sie halten den Stamm in der horizontalen Ebene

Die Walzen sind aus Stahl oder Guss gefertigt und längsgerillt. Die unteren Walzen sind fix montiert und werden meistens vom Vorschubgetriebe direkt angetrieben. Ihre Laufrichtung ist gegen den Uhrzeiger. Die oberen Walzen sind, je nach Stammdurchmesser in der Höhe verstellbar. Ihr Rundlauf ist mit dem Uhrzeiger.

Die Vorschubübertragung erfolgt über grosse Kettenräder der oberen Walzen, die in die Umlaufkette greifen. Normalerweise sind vier Walzen montiert, zwei auf der Einzugsseite und zwei auf der Auszugsseite. Von da auch der Name obere- und untere Einzugswalze und Auszugswalze.

Das Heben und Senken der oberen Walzen sowie der Walzendruck können elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch erfolgen. Die Stärke des Druckes kann verstellt werden.



Abbildung 157: Vorschubwalzen eines Vollgatters (Quelle: Lang Sägewerk AG)

### Antriebsarten

Als Hauptantrieb dient meistens ein der vorgegebenen Leistung entsprechender Elektromotor. Die Kraftübertragung auf die Voll- beziehungsweise Leerlaufrolle kann mit einem Riemen direkt oder indirekt über ein Vorgelege erfolgen (Transmission-Wellen).

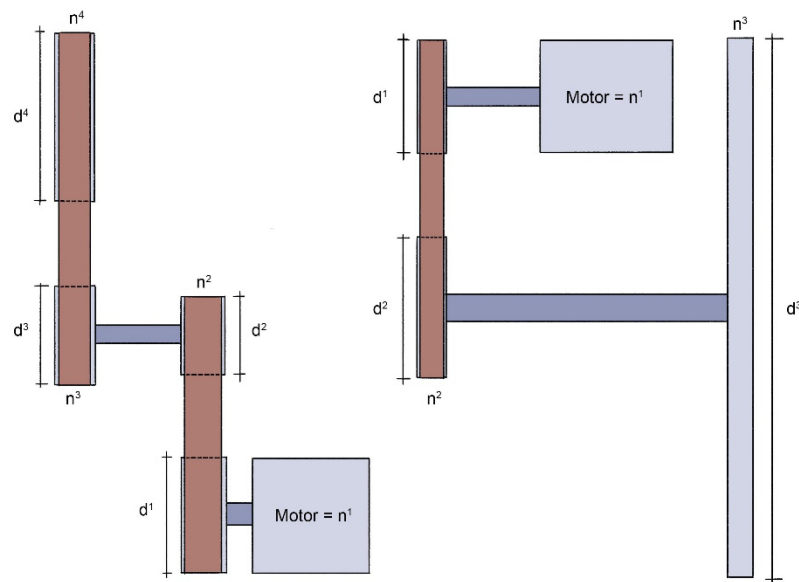


Abbildung 158: Indirekter und direkter Antrieb (Quelle: HIS)

## Direktantrieb

Der Direktantrieb «Elektromotor-Vollgatter» erfolgt meistens mit Flachriemen über die Riemenscheibe des Motors direkt auf die Vollscheibe des Vollgatters. Wenn der Motor eingeschaltet wird, bewegt sich der Gatterrahmen auf und ab.

## Indirekter Antrieb

Der Indirektantrieb «Elektromotor - Vorgelege – Vollgatter» erfolgt meistens mit Keilriemen von der Riemenscheibe des Motors auf die Keilriemenscheibe des Vorgeleges. Mit einem Flachriemen wird die Kraft dann vom Vorgelege entweder auf die Leer- oder die Vollrolle der Hauptwelle des Gatters übertragen. Mit einer Riemengabel wird der Flachriemen von der Leerlaufrolle auf die Vollrolle geschoben, dadurch wird der Gatterrahmen in Bewegung gesetzt.

Dieser sogenannte Transmissions-Antrieb kommt vor allem aus der Zeit des Wasserrades, da man auf diese Art mit einem Wasserrad mehrere Maschinen antreiben konnte. Vorteile eines indirekten Antriebs (Transmissions-Antriebs) sind:

- Leiser als der Direktantrieb
- Schonendes Anlaufen und danach ruhiges Laufen des Gatters
- Kosten- sowie Energieeffizienz

## Gatterbremse

Für den Blattwechsel oder bei Unfallgefahr muss der Gatterrahmen zum Stillstand gebracht werden können. Je nach Gattertyp muss der Sägerahmen für den Blattwechsel in einer vorgegebenen Position gehalten werden. Dazu dient eine Stahlbandbremse, die auf ein Schwungrad wirkt. Die Betätigung der Bremse kann mit einem Handrad über eine Spindel oder einem Bremshebel erfolgen, bei neueren Vollgattern auch fernbedient mittels eines Hydraulikzylinders.

Die Gatterbremse muss mit Gefühl betätigt werden.

## Rundholzbeschickung

Die Vorschubleistung eines Vollgatters kann nur dann voll ausgenutzt werden, wenn eine lückenlose Beschickung, das heisst Stamm an Stamm, gewährleistet wird. Dies ist nur über ein ausreichend grosses Pufferlager, zum Beispiel auf dem Rundholzquerförderer möglich. Andererseits ist auch die Ausschnittseite dementsprechend einzurichten. Damit schnurgenaues Schnittholz produziert werden kann, muss die Schnittlinie gerade, durch die Mitte des Gatterrahmens und im rechten Winkel zu den Förderwalzen verlaufen. Diese Linie ist massgebend für die Montage der Schienen für den Spann- und den Hilfswagen, ebenso für den Spaltkeil, so dass sie genau zur Mittelachse des Gatters laufen.



Abbildung 159: Rundholzbeschickung auf ein Vollgatter (Quelle: Lang Sägewerk AG)

### Span- und Hilfswagen

Sämtliche Funktionen werden vom Spannwagen oder vom Steuerpult aus per Knopfdruck fernbedient.

#### Funktionen des Spann- und Hilfswagens:

- Vor- und Rückwärtsfahren
- Stamm fassen und spannen
- Stamm nach rechts oder links drehen (360°)
- Stamm vorne und hinten seitlich ausrichten, nach rechts oder links
- Absenken des Hilfswagens
- Automatische Zangenauslösung
- Automatische Rückführung des Hilfswagens in die Beschickungsposition
- Fernsteuerung von Stammausstosser, Gatterwalzen heben und senken, Vorschubregulierung vor- und rückwärts, Breitenverstellung usw.

#### Technik für Spann- und Hilfswagen:

- Auflage wechselbar für Rundholz und Model
- Antrieb Elektromotor oder hydraulisch
- Energiezuleitung unter oder über dem Boden
- Vorwählbare Rücklauf- und Ausschaltpositionen

#### Die Bedienung der Vollgatteranlage kann erfolgen:

- Ab dem Spannwagen über Tastaturen, Bedienungshebel und -pedale
- Ab der erhöhten, festen oder vorfahrbaren Kabine über dem Spannwagen (fahrbare Kabine ist vorteilhaft beim Einschnitt von unterschiedlichen Stamm-längen).



### **Vollautomatische Beschickung:**

Ein Kettenband oder Riffelkegelrollen fördern das Rundholz zum Gatter, der Gatterführer dreht die Stämme mit den schwenkbaren Stachelwalzen in die günstige Schnittlage. Die hydraulischen Zentrier- und Druckwalzen führen und fördern das Rundholz durch die Sägen.

### **Schnittgutaufnahme**

#### **Spaltkeil**

Das eigentliche Hauptprodukt wird im Spaltkeil geführt, dadurch verbessern wir den Arbeitsablauf, erhalten ein gerades Schnittprodukt und können die Seitenware gut vom Hauptprodukt trennen.

Die Aufnahmevorrichtung besteht aus zwei spitz zulaufenden Führungsplatten. Diese sind aus Spezialstahl gefertigt und werden auf zwei kräftigen Wellen geführt. An den Enden der Führungsplatten sind Federpakete montiert, die das Hauptprodukt zusammenhalten.

Zwei stehende, meistens hydraulisch angetriebene Stachelwalzen drücken die Schwarten mit den Seitenbrettern an die Führungsplatten. Der Walzenandruck kann hydraulisch, pneumatisch oder mit Gegengewicht geregelt werden.

Der Abstand zwischen den Führungsplatten entspricht der Einhangbreite des Hauptproduktes und wird von Hand oder mechanisch eingestellt. Bei Gattern mit automatischer Breitenverstellung ist der Dimensionswechsel synchron gekoppelt.

#### **Rollengang**

Die rationelle Förderung des Schnittholzes erfolgt über einen Rollengang, Haupt- und Seitenware werden separat gefördert. Die Steuerung des Förderablaufes kann programmiert sein.

#### **Beispiel:**

Wenn die Walze auf der Ausschnittseite angehoben wird, laufen die Seitenware- Auszugswalzen und der Rollengang an.

**Je nach Platzverhältnissen und Ablaufkonzepten braucht es unterschiedliche Förderkonzepte.**

### 6.6.2. Blockbandsäge

Blockbandsägen waren lange Zeit in vielen Betrieben praktisch nur als Nebenmaschinen im Einsatz. In Regenwald und Urwaldreichen Gegenden der Kontinente Afrika sowie Nord- und Südamerika standen sie bereits mehr im Zentrum. Hingegen schnitt man in Europa mit ihnen dasjenige Holz, welches für das Vollgatter zu gross oder ungeeignet war. Durch den Zwang, infolge der steigenden Lohnkosten die Arbeiten rationeller zu gestalten, wurden immer raffiniertere Maschinenkonzepte und Mechanisierungen entwickelt.



Abbildung 160: Einschnitt an einer vertikalen Bandsäge (Quelle: Scierie SYB Sàrl)

Erst in den 1960er-Jahren gelang es, diese Maschinen durch eine Reihe konstruktiver Verbesserungen sägetauglich zu machen. Dank der Verwendung modernster Computertechnik sowie Schnitt- und Fördertechnik gelang es, sie zu leistungsfähigen Hauptmaschinen zu entwickeln. Dazu gehört auch die enorme Entwicklung des Werkzeugstahles. Durch das ständige Biegen unter hoher Drehzahl, wird dieser stark beansprucht.

#### Vor- und Nachteile der Blockbandsäge

##### Vorteile

Bei Blockbandsägen ist der kontinuierliche Rundlauf des Werkzeuges, also des Sägeblattes, das wesentliche Merkmal und ein Vorteil gegenüber den Gattersägen. Im Weiteren:

- Die hohe Schnittgeschwindigkeit und damit verbunden der Vorschub
- Gute Oberflächengüte des Schnittholzes
- Hohe Dimensions-Flexibilität, die Holzqualität kann nach jedem Schnitt neu beurteilt werden
- rationelle Herstellung bei kleinen Losgrößen (einzelnen Stämmen)
- Einfache und damit kostengünstige Konstruktion
- Grosse Rundholzdimensionen und Spezialschnitte möglich
- Für Kurzholz geeignet

## Nachteile

Bei der Blockbandsäge ist der grösste Nachteil das Schneidewerkzeug der Maschine, was vermehrt im Winter zu Problemen führen kann.

- Sägeblatt kann verlaufen, damit ist die Masshaltigkeit nicht immer gegeben
- Sägeblatt muss in den meisten Betrieben täglich gewechselt werden
- Ohne eingebaute Nebenmaschinen ist Massenproduktion schwierig
- Nicht effizient bei Rundholz mit kleinem Durchmesser (Schwachholz)

## Bandsägearten

Eine Blockbandsäge ist vom Prinzip her ähnlich wie die eher bekannte Schreiner-Bandsäge im Werkunterricht - nur, dass diese keinen Blockwagen vorab benötigt. Wir unterscheiden bei den Blockbandsägen auf Grund der Stellung ihres Maschinenständers drei Arten.



Abbildung 161: Bandsägetechnik (Quelle: EWD)

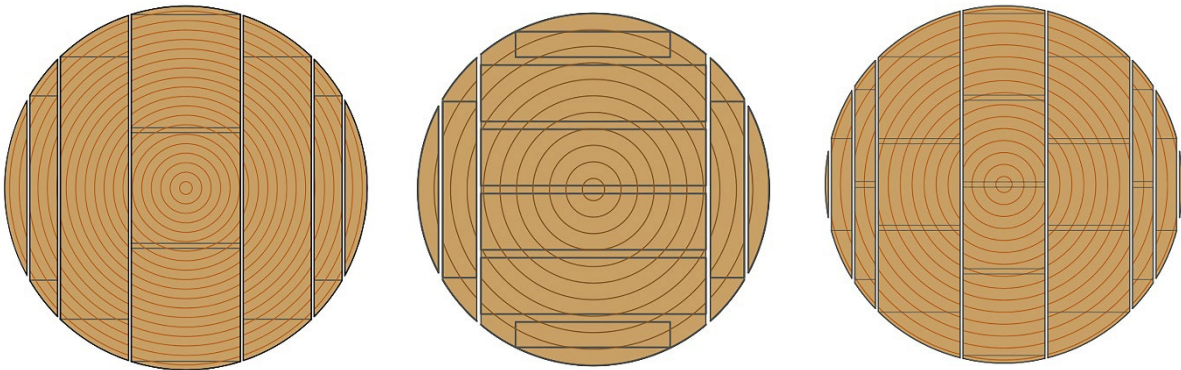


Abbildung 162: Schnittbilder Bandsägetechnik (Quelle: EWD)



## Vertikale Blockbandsäge

Diese ist in Europa die meist vorkommende Blockbandsägeart.



Abbildung 163: vertikale Blockbandsäge (Quelle: EWD)

### Einsatz

Auf ihr können alle Holzarten, Rund- und Schnittholzdimensionen geschnitten werden.

- Sie zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität der einzustellenden Schnittmasse aus
- Sie ist gut mechanisierbar
- Ein grosser Teil des Sägemehls fällt automatisch runter

## Schräge / geneigte Blockbandsäge

Diese ist erst vor einigen Jahren entwickelt worden und wird bei Neuanlagen immer mehr eingebaut. Gerade in Frankreich ist sie sehr häufig im Einsatz.



Abbildung 164: Schräge / geneigte Blockbandsäge (Quelle: EWD)

### Einsatz

Durch das schräge Abfallen des Schnittgutes auf den Rollengang hat diese Bandsäge ihren Vorteil beim Einsägen von schweren und edlen Hölzern, da so Abdrücke durch den Aufprall auf dem Rollengang verhindert werden können. Auch auf ihr können alle Holzarten, Rund- und Schnittholzdimensionen geschnitten werden.



- Gut mechanisierbar
- Schonend für das Schnittprodukt
- Lebensdauer der Fördermittel / Mechanisierung verlängert sich

### Horizontale Blockbandsäge

Einsatz

Wird vor allem beim Schneiden von grossen Durchmessern eingesetzt.

- Keine Kippgefahr beim Wagen
- Leichtere Bauweise
- Sofern Bandsäge fährt > platzsparend
- Sehr lange und sehr kurze Stämme möglich



Abbildung 165: Horizontale Blockbandsäge (Quelle: Ingold Holz AG)

Weitere Bandsägearten sind:

### Reduzierbandsäge

Diese Bandsägearten haben sich vor allem im Nordamerikanischen Kontinent durchgesetzt und sind vergleichbar mit dem Prinzip einer Profilsänerlinie, einfach mit Bandsägen und nicht mit Kreissägen.

Einsatz

Massensortimente.

- Doppel- oder sogar Vierfach-Bandsägen in Sägelinien integriert (Twin / Quatro)
- Der Kombination von Bandsäge-, Kreissäge- und Zerspanertechnologie sind keine Grenzen gesetzt
- Vorschubgeschwindigkeiten von über 120 m/min

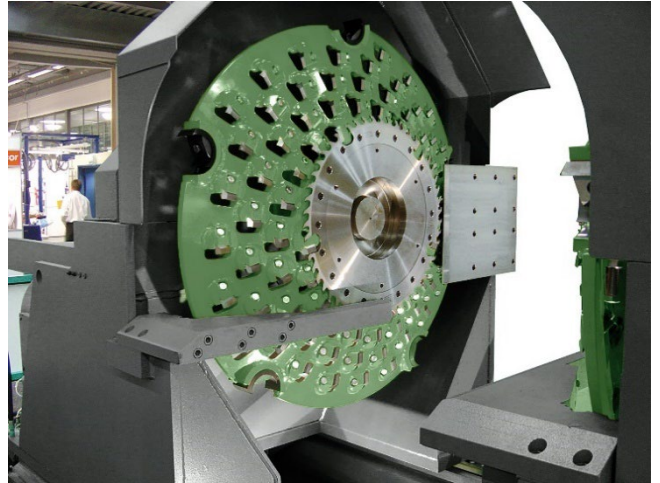


Abbildung 166: Reduzierbandsägetechnik (Quelle: EWD)

### Trennbandsäge

Diese Maschine ist etwas kleiner als die Blockbandsäge und auch nur für Schnittholz konstruiert. Sie gehört in die Kategorie Nebenmaschinen.



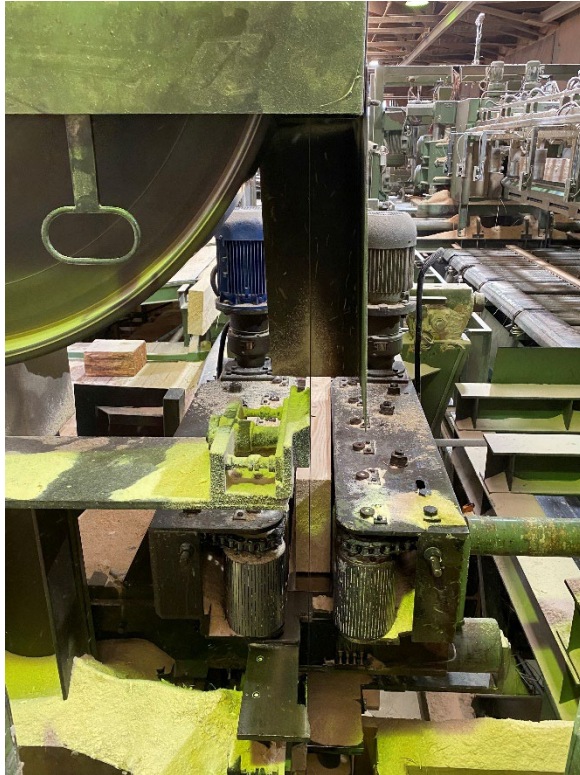


Abbildung 167: Trennbandsäge (Quelle: Schilliger Holz AG)

Im Kapitel Besäumen wird vertieft auf diese Maschine eingegangen.

Einsatz

Massensortimente auftrennen und Schwarten weiterverarbeiten.  
Ist in Hobel- und Leimwerken eine sehr wichtige Nebenmaschine.

### Leistungsdaten

Die Kennzeichen einer leistungsfähigen Bandsäge sind:

- Grosser Rollendurchmesser (je nach Schnittprogramm)
- Breite Rollen und breites Sägeblatt
- Gute Technik, automatisierte Abläufe
- Gute Stabilität von Maschinenständer und Blockwagen
- Ausreichend bemessene Antriebskraft
- Hoher Mechanisierungsgrad
- Grosse Vorschubgeschwindigkeit ohne Qualitätseinbusse
- Regulierbare Schnittgeschwindigkeit
- Im Optimalfall Vor- und Rückschnitt
- Im Optimalfall Spaner vorgeschaltet

### Schnittvoraussetzung

Um massgenaue Schnittwaren zu erzeugen, sind folgende Voraussetzungen zu berücksichtigen:

- Qualifizierte Maschinenführer mit guten Holzkenntnissen
- Qualifizierte Werkzeugschärfer
- Gut eingerichtete Schärferei oder guter Schärfservice
- Qualitativ hochstehendes Werkzeug
- Sauberes Rundholz ohne innere und äussere Fremdkörper

## Bestandteile einer Blockbandsäge

### Fundamentierung

Das Maschinenfundament soll mit dem der Schnittbahn in einem Stück gegossen sein. Dann kann es nicht vorkommen, dass Winkelveränderungen zwischen Schnittbahn und Sägeblatt auftreten.

Das Fundament ist armiert und wird nur statisch beansprucht. Die Fundamentgrösse und -masse werden von der Maschinenbaufirma bestimmt. Erst nach der Montage von Maschinenständer und Schnittbahn / Blockwagen werden die Fundamentbolzen der Bandsäge und der Schnittbahn in einer genauen Auswinkelung vergossen.

### Maschinenständer

Neuzeitliche Maschinen werden fast ausschliesslich in Schweiss-/Stahlkonstruktion gefertigt. Auftretende Vibrationen sollen möglichst auf kürzestem Weg in das Fundament abgeleitet werden.

Eine Spezialausführung gestattet, das Oberteil des Maschinenständers und das Spanngetriebe für das Sägeblatt teleskopartig auszufahren, um die maximale Schnitthöhe zu erweitern. Sie ist nur in Sonderfällen zu wählen, wenn hin und wieder extrem grosse Durchmesser zu schneiden sind.

### Sägerollen

Die Sägerollen sind aus Spezialguss hergestellt. Sie laufen auf stark dimensionierten Achsen und müssen statisch und dynamisch ausgewuchtet sein. Ihre Laufflächen sind der besseren Haltbarkeit wegen vergütet und ausserdem leicht bombiert, weil damit eine stabilere Führung des Sägeblattes erreicht wird. Die Rollenlager müssen ausreichend dimensioniert sein.





Abbildung 168: Sägeblattwechsel (Quelle: Schilliger Holz AG)

Besonders wichtig ist die Sauberhaltung der Laufflächen beider Rollen und des Sägeblattes, insbesondere der Zahnflanken. Beim Einschnitt harzreicher Hölzer setzt sich leicht ein Harz/Späne-Gemisch an, bei anderen Hölzern sind es andere Substanzen. Auf diesen Ablagerungen läuft dann das Sägeblatt, wenn keine geeigneten Vorkehrungen getroffen wurden. Die Folge ist, dass die Innenspannung des Sägeblattes nachlässt und Blattrisse auftreten können.

Ein mit Reinigungsmittel getränktes Filzkissen hält zwar die Laufflächen der Sägerollen ständig sauber, genügt jedoch nicht für die Reinhaltung des Sägeblattes und besonders der Zahnflanken.

In Fällen, in denen starke Verkrustungen an den Zahnflanken zu befürchten sind, wird das Sägeblatt zusätzlich durch ein Sprühaggregat mit einem Flüssigkeitsnebel mit verdünntem Bohrerl besprüht. Dadurch wird der Krustenbelag breiig und in der Schnittfuge abgestreift. Nach Schnittbeendigung muss der anhaftende Brei abgewischt werden, da er nach dem Verdunsten des Lösemittels am Sägeblatt antrocknen würde.

## Bombierung

Die Bombierung ist eine wölbende Verformung auf der Bandsägerrolle, welche die Aufgabe hat, das Sägeblatt zu stabilisieren und das Runterlaufen ab der Rolle zu verhindern. Im Weiteren unterstützt es die innere Sägeblattspannung.

Der höchste Punkt der Bombierung befindet sich im ersten Drittel der Zahnseiten-Laufflächenbreite.

1 = Obere Rolle

2 = Sägeblatt

3 = Untere Rolle  
(Schwungrad)

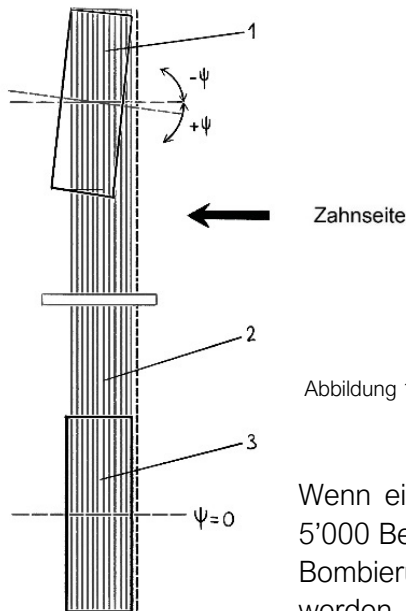


Abbildung 169: Bombierung (Quelle: HIS)

Wenn ein gewisser Abnutzungsgrad nach etwa 3'000 bis 5'000 Betriebsstunden erreicht ist (ca. 3–4 Jahre), muss die Bombierung durch Nachschleifen der Laufflächen erneuert werden. Andernfalls steigt die Gefahr von Blattrissen.

Die untere angetriebene Rolle dient wegen ihres relativ hohen Eigengewichtes als Schwungrad. Bei grösseren Zerspanungswiderständen wirkt sie ausgleichend und hilft uns, eine konstante Blattspannung bei wechselnden Schnittdrücken zu sichern.

Die obere Rolle ist leichter, zur Verringerung des Luftwiderstandes jedoch ebenfalls als Vollscheibe ausgeführt. Ausserdem muss die obere Rolle zur Regulierung des Sägeblattverlaufes (Sägeblattüberstand über die Laufrolle) aus der Vertikalen geschwenkt werden können. Bei gewissen Konstruktionen kann auch die untere Rolle mit Hilfe eines Servomotors geschwenkt werden. Man erreicht damit eine noch straffere Zahnlinie.

Die Drehzahl der Rollen ist bei modernen Maschinen stufenlos regulierbar, um die Schnittgeschwindigkeit an die Holzhärte anzupassen. Antrieb und Rollen müssen aus Sicherheitsgründen sofort abgebremst werden können.

## Sägeblattüberstand

Der Sägeblattüberstand muss so gross sein, dass der Zahngrund noch etwa 1–5 mm vom Rollenrand entfernt ist.

## Spannvorrichtung

Die Spannvorrichtung muss zwei Aufgaben erfüllen.

- Das Sägeblatt nach dem Einhängen insgesamt zu spannen
- Durch äussere, mechanische Einflüsse vorkommende Erschütterungen, Stösse und Schwingungen, wie sie zum Beispiel beim Schneiden von Ästen oder Fremdkörpern entstehen, schnell aufzufangen und zu neutralisieren.

Das Blatt ist so zu spannen, dass es satt auf den Rollen aufliegt. Die Spannung muss den Betriebserfordernissen entsprechen (bis 20 kN/mm<sup>2</sup>) und muss einen ruhigen und geraden Lauf des Blattes gewährleisten. Durch das Nachschärfen schmaler gewordene Blätter muss die innere Spannung verschoben und kleiner gehalten werden.

Das Spannen des Sägeblattes wird wie folgt durchgeführt:

- Bei einfachen Maschinen mittels Ratschen-Schlüssel
- Bei grösseren und besser ausgestatteten Maschinen mit einem Elektromotor, wobei die erforderliche Spannung je nach Blattbreite und Blattdicke angezeigt wird. Der Motor dieses Antriebes schaltet sich bei Erreichung der vorgegebenen Spannung selbstständig ab
- Pneumatisch oder hydraulischer Ausgleich der Sägeblattspannung; der Längenausgleich des Sägeblattes wird durch ein Kolbensystem bewirkt. Die Spannung selbst wird durch Kurzkolben konstant gehalten

### Sägeblattführung

Bandsägeblätter neigen aufgrund ihrer geringen Steifigkeit zum seitlichen Auslenken. Diese Auslenkungen werden hervorgerufen durch statische und dynamische Kräfte. Die statischen Kräfte entstehen durch:

- Die Inhomogenität des zu sägenden Holzes.
- Die ungleichmässige Beschaffenheit einzelner Zahnschneiden

Zu den dynamischen Kräften zählen alle Grössen, die das Sägeblatt zu Schwingungen anregen können. Beispiele sind unruhig laufende Sägerollen, Sägeblattunebenheiten oder ungleicher Zahneingriff.

Ein Sägeblatt kann aufgrund der Einwirkung vorgenannter Kräfte verlaufen und von der geraden Schnittlinie abweichen, was zu Untermässigkeit des erzeugten Schnittholzes führen kann. Wird infolge des Verlaufs ein Zumass für das Schnittholz gewählt, sinkt die Ausbeute und damit die Wirtschaftlichkeit durch höheren Holzverlust. Eine Möglichkeit, diesen Verlust gering zu halten, ist die Wahl der geeigneten Sägeblattführung:

Konventionelle  
Führung

Sie besteht aus Kunststoffelementen, die das Blatt beidseitig ober- und unterhalb des Werkstückes führen. Die Führungsbacken müssen immer so eingestellt sein, dass das Sägeblatt nicht an ihnen reibt (0,2–0,5 mm Luft); sie sollen nur bei grösseren Blattabweichungen führen und müssen in gewissen Zeitabständen nachgeprüft werden. Bei älteren Bandsägen können diese Führungen sogar noch aus Hartholz sein.

Bei konventionellen Führungen ist auf das richtige Spiel zu achten, das 0,1–0,2 mm betragen soll. Bei Leerlauf muss das Blatt kalt bleiben (nicht reiben). Bei Druckführungen ist zu prüfen, ob das Blatt genau senkrecht und parallel zur Schnittrichtung läuft.

Die Sägeblattführungen sind wöchentlich auf genaues Mass zu überprüfen und bei Notwendigkeit in der Werkzeugschärferei nachzuschleifen. Der Austausch ist sehr schnell durchführbar.

Statische und dynamische Sägeblattauslenkungen steigen mit zunehmender Vorschubgeschwindigkeit. Wenn es gelingt, Sägeblattamplituden und statische



Sägeblattauslenkungen möglichst gering zu halten, verkleinern wir damit den Schnittverlust, und die Wirtschaftlichkeit des Bandsägens wird erhöht.

Unten konventionelle, oben Langführung

Die Langführung besteht aus verschleissfesten und temperaturbeständigen Kunststoffelementen und ist oberhalb des Werkstückes montiert; unterhalb des Werkstückes wird dagegen eine konventionelle Führung eingesetzt. Der Vorteil dieser Führung besteht zum einen darin, dass das schwingende Sägeblatt auf grosser Länge geführt und beruhigt wird. Zum anderen wirkt sie den Fliehkräften entgegen, die das Sägeblatt beim Ablaufen von der oberen Bandrolle senkrecht zur Blattebene auslenken. Durch die Führung des Blattes in der Nähe des Ablaufpunktes (AP) kann die Fliehkraftwirkung bereits in ihrer Entstehung verhindert werden.

Druckführung

Die Druckführung besteht aus dem gleichen Material wie die Langführung, jedoch mit Selbstschmier-effekt. Die obere und untere Führung wird seitlich hydraulisch um 8–10 mm herausgedrückt (120–150 kg Druck auf das Blatt), was Führungen sehr auf Reibung beansprucht, aber dem Sägeblatt innerhalb der freien Sägenlänge ( $L_f$ ) eine hohe Steifigkeit vermittelt. Die untere Sägeblattführung ist fest und hat einen grösseren Verschleiss, da bei ihr auch Sägespäne mit durchgerissen werden.

Die obere Führung kann von Hand oder automatisch in der Höhe verstellt, also der jeweiligen Schnitthöhe angepasst werden. Bei selbsttätiger Verstellung wird die Höhe der Blattführung durch einen Kontakthebel oder eine Fotozelle automatisch der jeweiligen Schnitthöhe angepasst. Der Haltearm muss vibrationsfrei sein.



Abbildung 170: Druckführung  
(Quelle: EWD)

Magnetführung

Anstelle der bekannten Druckführungen sorgen zwei Magnetpaare für den geraden Lauf der Bandsägeblätter. Je ein Paar wird über und unter dem Holzdurchlass montiert. Durch die Kraft der Magnete wird das Sägeblatt beidseitig angezogen und in der Mitte gehalten. Je exzentrischer die Bewegung des Sägeblattes wird, umso fester zieht es jener Magnet, von dem das Sägeblatt weiter entfernt ist, zurück. Das geschieht innerhalb von Millisekunden. Für die Zentrierung ist eine ausgeklügelte Steuerung verantwortlich.



Abbildung 171: Magnetführung  
(Quelle: EWD)

Sägeblattdicke

Um den besten Kompromiss zwischen der Steifigkeit des Blattes und der Gefahr von Rissen zu finden, wird die Dicke des Blattes im Verhältnis zum Durchmesser der Schwungräder berechnet. Sie liegt zwischen 1/1000 und 1/1250 des Durchmessers. Bei Gestellen mit einem Durchmesser von weniger als 1300 mm wird eine Dicke von 1/1000 empfohlen, bei grösseren Durchmessern von 1/1250. Es



ist jedoch wichtig zu beachten, dass die Stahldicken immer in Zoll angegeben sind und nicht genau dem 1/1000 des Rollendurchmessers entsprechen. Beispiel:

- 1.47 = 58/1000 Zoll
- 1.65 = 65/1000 Zoll
- 1.83 = 72/1000 Zoll

### Schnittvorbereitung

#### Auflegen des Sägeblattes

Wie bereits mehrmals angesprochen ist das Herzstück dieser Hauptmaschine das Schneidewerkzeug. Mit diesem ist vorsichtig umzugehen und dazu Sorge zu tragen. Das Sägeblatt bestimmt die Wirtschaftlichkeit der Blockbandsäge. Bei diesem Arbeitsgang, aber auch beim Transport des Blattes von der Schärferei zur Bandsägemaschine, dürfen die Zahnspitzen nicht beschädigt werden. Vorteilhaft ist, wenn der Schärfraum über der Arbeitsmaschine liegt und die Sägeblätter mit einem Elektroaufzug der Bandsäge von oben zugeführt werden können; in umgekehrter Weise werden die stumpfen Blätter abtransportiert.

Die Zähne dürfen nie auf der Rolle aufliegen und der Zahngrund soll etwa 1–5 mm über die Vorderkante der Rollen vorstehen. Dies können wir durch die neigungsverstellbare obere Rolle regulieren.

Nie ohne Handschuhe Schneidewerkzeuge herumtragen!



Abbildung 172: Auflegen eines Sägeblattes (Quelle: Scierie SYB Sàrl)

#### Einlaufen des Sägeblattes

Sowohl neue als auch überholte (reparierte) Sägeblätter sind etwa eine halbe Stunde ohne Belastung einzufahren. Dabei wird das Blatt kontrolliert, ehe es den Belastungen des Betriebes ausgesetzt wird; es soll sich der Maschine anpassen können. Dies gilt insbesondere für breite Bandsägeblätter. Im Blatt vorhandene Beulen führen zu lokalen Erwärmungen. Ist dies der Fall, muss das Blatt abgenommen und in der Schärferei geprüft und gerichtet werden.

#### Schmierung

Moderne Maschinen haben Ölumlaufschmierung. Die automatische Ölzentrschmierung versorgt alle Gleitbewegungen am Wagen und den Gleisen und reduziert damit deutlich den Wartungsaufwand. Öl-Zentralschmierungen müssen speziell im Winter vor dem Schneiden warmgelaufen werden. Wenn sie auf normale Art und Weise gepflegt und gewartet werden, treten keine ernsthaften Störungen auf. Eine besondere Wartung und Kontrolle erfordern lediglich die beiden Rollenlager.

## Blockwagen

Der Blockwagen ist technisch betrachtet der aufwendigste Teil einer vertikal- und geneigten Blockbandsäge. Bei der geneigten Blockbandsäge beträgt der Winkel beim Blockwagen oder dem Sägeständer bzw. Maschinenständer ca. 18 Grad.

Der Blockwagen der Blockbandsäge sollte sehr stabil und schwer sein. Er muss nicht nur tragen, halten und längsfördern, sondern auch unter Einhaltung sehr enger Toleranzen von  $\pm 0,1$  mm nach jedem Schnitt um das Mass der nächsten Schnittdicke plus Schnittfuge zum Sägeblatt hin quergefördert werden.

### Konstruktion

- Blockrahmen in Schweissstahlkonstruktion mit Diagonalverstreben
- Radachsen und Laufräder mit Späneräumer in Doppelkegelrollenlager laufend ohne Seitenspiel
- Schienen aus Walzstahl mit grossem Querschnitt, beidseitig bearbeitet, so dass ein absolut gerader Lauf garantiert ist

### Antrieb

Für den Antrieb bieten die Hersteller eine grosse Palette an Möglichkeiten:

- Mechanisch mit Zahnrad und Zahnstange bei alten Modellen
- Hydraulikkolben bei kleineren Maschinen, sehr weich steuerbar
- Scherenführung (elektrische Energie und Druckluft)
- Hydrostatischer Antrieb mit Seiltrommeln (ist als perfekte Lösung zu bezeichnen)
- Frequenzgesteuerter Elektroantrieb

### Leistungsfähigkeit

Die Leistungsfähigkeit einer Blockbandsäge ist nicht wie beim Gatter durch einen Vorschub gegeben. Sie hängt vor allem davon ab, wie viel Zeit auf das

- Beschicken entfällt
- Ausrichten entfällt
- Aufspannen und Wenden eines Stammes entfällt
- Umspannen von Restschwarten und Auswerfen der Restschwarte entfällt

Deshalb macht Schwachholz-Verarbeitung auf der Blockbandsäge keinen Sinn!

Zeiteinsparungen bei diesen Teilarbeitsgängen setzen eine technisch aufwendige Blockwagenkonstruktion sowie eine entsprechende Erfahrung der Maschinenführerin oder des Maschinenführers voraus.



Abbildung 173: Tandem Blockbandsäge (Quelle: OLWO AG)

### Ausrüstung Blockwagen

Die Blockwagenlänge richtet sich immer nach der grössten erforderlichen Schnittlänge, meist sind das 6,0 m. Es werden aber auch Wagen bis 12,0 m gebaut.

Für selten vorkommende Überlängen kann ein zirka 3,0 m langer Anhänger, ebenfalls mit Spannböcken ausgerüstet, angekoppelt werden. Dieser wird, solange er nicht gebraucht wird, am Ende der Schnittbahn auf der Einschnittseite abgestellt. Standardausrüstung sind drei Spannböcke unter Berücksichtigung der kürzesten und grössten Stammlängen.

Das Teuerste am Blockwagen sind die vielseitigen Funktionen und nicht das Material. Thermostate sind für den Winterbetrieb unentbehrlich. Auf dem soliden Grundrahmen sind die Spannböcke und andere Vorrichtungen wie Blockwender usw. befestigt. Die Anzahl der Laufräderpaare entspricht meistens der Anzahl Spannböcke.

### Spannhaken

Zum Spannen der zu sägenden Stämme werden gehärtete Spannhaken eingesetzt. Es gibt aber auch Spannhaken, die speziell weich sind. Damit kann erreicht werden, dass bei einem allfälligen hineinschneiden das Sägeblatt nicht zu stark verletzt wird.

Die Bedienung erfolgt:

- Mechanisch über Gewindestangen
- Manuell
- Pneumatisch
- Hydraulisch

Bei neueren Anlagen ist jeder Spannbock mit einem unteren und zwei oberen Spannhaken bestückt. Die Einspannkraft kann entsprechend der Einschnittverhältnisse vom Bedienungspult aus stufenlos geregelt werden.

### **Kettenwender**

Kettenwender bestehen aus horizontalen und vertikalen Kettendreharmon anstelle eines Stammwenders. Damit können die Stämme auf die optimale Anschnittsseite gedreht werden. Auch Stammhälften, -viertel und Model können damit manipuliert werden.

### **Längsausrichtung**

Das Ausrichten des Stammes erfolgt entweder stufenlos, in vier Stufen durch hydraulisches Verfahren der Spannhaken (Verstellbereich 15 - 150 mm) oder durch verstellbare Spannböcke. Als "Wagenschoner" dienen spezielle Stossdämpfer, die an die Spannböcke angebaut sind. Die Stösse und Schläge werden so, beim Beschicken mit schweren Stämmen, besser aufgefangen.

### **Auffangen des Schnittgutes**

Besonders schwere Schnittstücke werden durch ausfahrbare Stützen aufgefangen, sogenannte Flipper.

### **Aufschneiden von Restschwarten**

Hierfür gibt es ausklappbare, doppelseitige Anschläge zum Reduzieren des Spannklauienüberstandes. Ausserdem werden Schwartenwender und Auswurfvorrichtung für die Restschwarten eingesetzt.

Nach dem Umdrehen wird das Holz gegen die Konsolen gedrückt. In diesem Moment muss die Klaue an die Grösse des letzten Bretts oder Werkstücks angepasst werden, das gesägt werden soll. Dies ist möglich, indem die Krallen von einer starken in eine feine Sägeposition bewegt wird. Bei Wagenkonstruktionen mit festen Greifern kann die Kratzstrecke durch Aktivierung der Klappen (versenkbare Anschläge) verkürzt werden.

### **Wagenrücklauf**

Beim Wagenrücklauf darf das Sägeblatt nicht auf der Schnittfläche reiben. Es muss ein mindestens 10 mm breiter Abstand zwischen Sägeblatt und Schnittfläche hergestellt werden. Das wird wie folgt erreicht:

- Die Spannböcke fahren den Stamm um vorgenanntes Mass zurück. Dieses Mass muss vor dem nächsten Schnitt wieder ausgeglichen werden.
- Durch Zurücknehmen der Druckführungen hebt sich das Sägeblatt von der Schnittfläche ab.

Die für den Vorschub erforderliche Arbeitsleistung ist abhängig von der Wagengrösse (Eigengewicht), dem Stammgewicht, der Fahrgeschwindigkeit und der Beschleunigung des Wagens. Sie beträgt bis zu 70 kW.

Alle Einschnitt- und Ablaufbefehle werden durch den Maschinisten vom Bedienungsstand aus, über Tastaturen und Steuerhebel eingegeben.



## Varianten bei vertikalen und geneigten Bandsägen

Zur Leistungssteigerung können vertikale Blockbandsägelinien mit folgenden Optionen und Zusatzaggregaten ausgerüstet werden, die sich grösstenteils auch kombinieren lassen:

- Ein Vorspanner spannt die Schwarte weg und so kann bereits beim ersten Schnitt ein Brett erzeugt werden. Das steigert nicht nur die Leistung, es entfällt auch das störungsanfällige Fördern der Schwarte und das anschließende Hacken.
- Eine Blockbandsägeanlage mit Tandemständer verfügt über zwei hintereinander positionierte Blockbandsägen. Damit können in einem Durchlauf zwei Schnitte durchgeführt werden.
- Doppelseitig gezahnte Bandsägeblätter und eine dafür ausgelegte Blockbandsäge ermöglichen es, auch bei der Rückfahrt einen Schnitt durchzuführen und so die Anlagenkapazität zu erhöhen.
- Mit einem zuschaltbaren horizontalen Kreissägeaggregat können beispielsweise breite Klotzbretter mittig aufgetrennt werden, was das Fördern und weitere Verarbeitungen vereinfacht.

## Bandsägelinien

Diese Bandsägearten haben sich vor allem auf dem nordamerikanischen Kontinent durchgesetzt und sind vergleichbar mit dem Prinzip einer Profilspannerlinie, einfach mit Bandsägen und nicht mit Kreissägen. Reduzierbandsägen stehen für grosse Volumenleistung bei gleichzeitig hoher Ausbeute und Flexibilität. Mit Reduzierbandsägen können grosse Schnitthöhen bei minimaler Schnittfuge bewältigt werden. Die Positionierung von Schnittfugen und damit die Produktion von beliebigen Schnittholzdimensionen ist praktisch nicht limitiert.

## Quadro-Bandsägen

Einsatz

Massensortimente.

- Doppel- oder sogar Vierfach-Bandsägen in Sägelinien integriert (Twin / Quadro)
- Der Kombination von Bandsäge-, Kreissäge- und Zerspanertechnologie sind keine Grenzen gesetzt.
- Mit Vorschubgeschwindigkeiten von über 120 m/min

Bei modernen Bandsägelinien wird der Stamm durch mehrere (meist vier = QUADRO) neben- und hintereinander positionierten Bandsägen geführt. Für den Vor- und Nachschnitt wird entweder im Rundlauf oder mit mehreren Bandsäge-Einheiten gearbeitet, in der Regel kommen zudem Spanner zum Einsatz. Entsprechende Fertigungsstrassen ergeben auch für Schwachholz hohe Leistungen.

Durch frequenzgeregelte Schnittgeschwindigkeiten kann die Produktion den unterschiedlichsten Schnittbedingungen ideal angepasst werden. Wegen des modularen Aufbaus der Quadro-Bandsägen kann jede Aufgabenstellung für die moderne Sägeindustrie gelöst werden. Mit Vorschubgeschwindigkeiten von über 120 m/min erfüllt die Reduzierbandsägetechnologie nicht nur höchste Ausbeuteansprüche, sondern auch den Bedarf nach grosser Volumenleistungen.

Die anspruchsvolle Werkzeugbehandlung wird von einer neuen Generation der Stellite-, Planier- und Schärfautomaten CNC-gesteuert und mit höchster Zuverlässigkeit übernommen. Neue Bandsägenstähle ermöglichen höhere Standzeiten bei noch geringeren Sägeblattdicken.

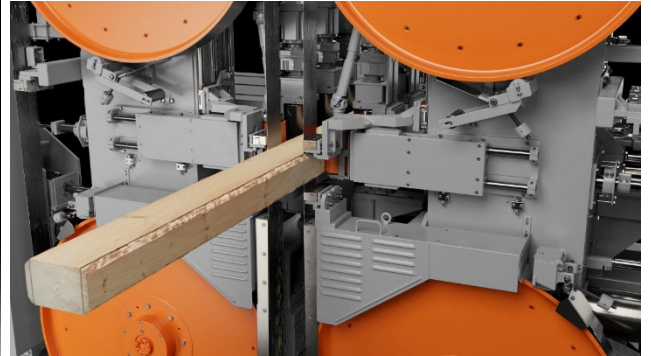
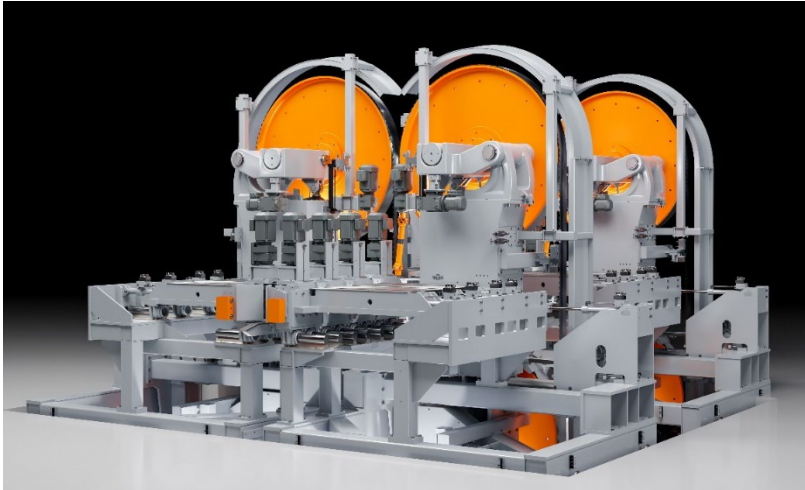


Abbildung 174: Bandsägelinie (Quelle: USNR)

### 6.6.3. Doppelwellenkreissäge (Kreissägezentrum)

#### Kreissägetechnologien

Das Vollgatter war bisher der Inbegriff für Massenproduktionsmaschinen. Da die Schnittleistung trotz Hochleistungsvollgattern aus konstruktiven Gründen nach oben begrenzt ist, wurden neue Technologien entwickelt. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhundert begannen erste Experimente bei der Rundholzverarbeitung mit Kreissägeblättern. Doch war die geringe Leistung und der grosse Sägemehlanteil beim aufsägen des Rundholzstammes, nicht konkurrenzfähig. Schliesslich entwickelten sich in den letzten Jahrzehnten die Werkzeuge immer weiter, und spätestens seit dem aktuellen Jahrhundert sind Hauptmaschinen mit Kreissägeblättern in der Holzindustrie nicht mehr wegzudenken.

Anstelle der auf- und abwärts bewegten Sägeblätter übernehmen nun übereinander angeordnete Kreissägeblätter die Schnittarbeit. Die Vorschubgeschwindigkeit ist mehrfach höher, was sich positiv auf die Einschnittmenge auswirkt, zudem ist die Masshaltigkeit perfekt.



Abbildung 175: Kreissägetechnik (Quelle: EWD)

## Kreissägezentrum

Das Kreissägezentrum ist eine Hauptmaschine in Doppelwellenausführung. Dabei ist der Produktionsablauf identisch mit jenem des Vollgatters. Auch die Zuführung des Rundholzes und die Abförderung des Schnittholzes kann wie bisher erfolgen, muss jedoch der Vorschubleistung angepasst sein.

Aus diesem Grund wird die Maschine auch Rotationsgatter oder gar Vertikalgatter genannt. Grundsätzlich kann das Kreissägezentrum mit wenigen Änderungen anstelle eines Vollgatters als Hauptmaschine eingesetzt werden. Es hat rotierende Werkzeuge und eignet sich für den Vor- und Nachschnitt.

Mit einer Schnitthöhe von bis zu 425 mm kommt diese Technologie als Hauptmaschine in mittelgrossen Betrieben zum Einsatz. Mit einer breiten Palette an möglichen Nadel schnittholzerzeugnissen und einer Jahres- Einschnittmenge von 20'000–80'000 fm erfüllt sie die Anforderungen entsprechender Unternehmen bestens. Die Maschine ist ausgelegt für den Einschnitt von Rundhölzern bis 80 cm Stockdurchmesser.

Die Maschine ist eine Kombination aus einer Vorschubwalzeneinheit auf der Einlaufseite, einer Doppelwellenkreissäge und einer Vorschubwalzeneinheit auf der Auslaufseite mit einer Separiervorrichtung.

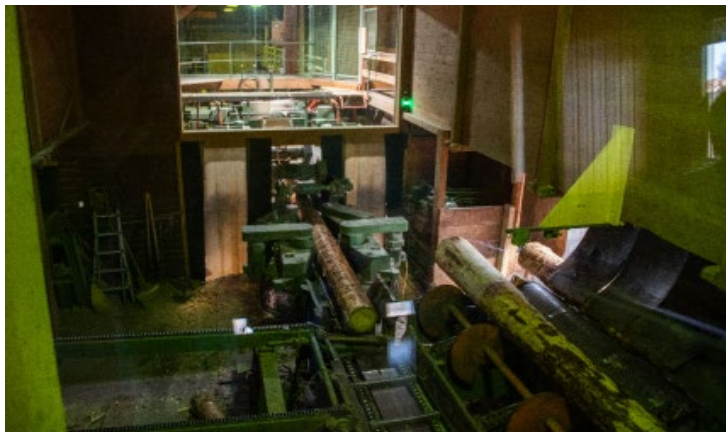


Abbildung 176: Kreissägezentrum (Quelle: Blumer Lehmann AG)

## Reduziertechnik

Das Kreissägezentrum gehört der Reduziertechnik an, da das Rundholz von aussen - nach innen mit Spanerscheiben und Sägewerkzeug im Durchmesser reduziert wird. Dafür werden Reduzier- oder Spanerscheiben den eigentlichen Hauptmaschinen vorgelagert und dienen dem Abspannen der Schwarte als Alternative zu einem ersten Schnitt. Spanerscheiben werden beispielsweise als Einzelmaschine vor vertikalen oder geneigten Blockbandsägen positioniert, aber auch bei Vollgatteranlagen und insbesondere bei der Doppelwellenkreissägen.

**Die Seitenware muss anschliessend noch separat mit einem Doppelbesäumer bearbeitet werden.**

## Vor- und Nachteile der Doppelwellenkreissäge

### Vorteile

- Erreichen von hohen Standzeiten der Werkzeuge
- Durch die servohydraulisch positionierbaren Sägeflansche ist ein genauer Werkzeugabstand gegeben und man erhält somit massgenaues Schnittholz
- Die hohe Schnittgeschwindigkeit und damit verbunden der Vorschub
- Hohe Dimensions-Flexibilität, durch die mindestens 6 variabel verstellbaren Sägeblätter
- Bei Winterbetrieb gibt es keine wesentlichen Werkzeugprobleme

### Nachteile

- Nicht geeignet für Laubholz
- Kein Rundschnitt möglich
- Breite Schnittfugen
- Bei schlechten Schärfarbeiten kann es bei den Werkzeugen zu Überzahn kommen
- Hoher Stromverbrauch

## Bestandteile der Doppelwellenkreissäge

### Vollautomatische Rundholzbeschickung

Ein Kettenblockzug fördert das Rundholz zum Kreissägecenter, der Maschinist wirft den Stamm in den Einzug der Maschine ein. Entweder wird der Rundholzstamm per fernbedienbare Schnellspannwagen-Kombination oder einer Einzug- und Zentriereinheit in das Doppelwellen-Sägeaggregat eingedreht. Wichtig ist die lückenlose Beschickung, das heisst, dass Stamm an Stamm eingeworfen wird, damit das Optimum aus der Maschine rausgeholt werden kann. Natürlich muss sich die Maschine bei einer allfälligen Massumstellung neu einstellen, doch dies dauert nur einige Sekunden.

### Fernbedienbarer Schnellspannwagen

Die fernbedienbare Schnellspannwagen-Kombination besteht aus einem Spannwagen mit den hydraulisch betätigten Funktionen Stammspannung, Stammdrehung, Seitenausrichtung sowie Fahrbewegung.

Die Fahrbewegung rückwärts ist für eine erhöhte Rücklaufgeschwindigkeit mit automatischer Abbremsung bei vorwählbaren Standposition ausgelegt

Der Hilfswagen ist ebenfalls mit einer Stammdrehvorrichtung sowie mit einer automatischen Abschwenkung der Stammauflage, einer Seitenausrichtung und einem hydraulischen Fährantrieb ausgerüstet. Eine automatische Auslösung in der vorderen und hinteren Endstellung des Hilfswagens begrenzt den Fahrbereich.

### Einzugs- und Zentriereinheit

Funktioniert das Eindrehen in das Doppelwellen- Sägeaggregat nicht über einen Spannwagen, dann mittels Kettenbett und Zentriereinheit. Diese werden vor dem Kreissägeaggregat montiert und bestehen aus mehreren seitlich angelegten Stachelwalzen und Niederhaltern.



## Ausrichtung und Positionierung

Das Ausrichten und Positionieren erfolgt mit bloßem Auge oder über Videokameras am Bildschirm. Über eine vor der Maschine angeordnete Kamera werden die Hölzer dann auf dem Bildschirm gezeigt. Die vollständige Vermessung eines jeden Stammes, für den Optimierungsrechner und zur Steuerung der Schwenkwalzen, dient für die automatische und exakte Eindrehung der Rundhölzer. Eingblendete Schnittfugen, entsprechend den Schnittbildern, ermöglichen eine genaue Ausrichtung und automatische Positionierung. Dies kann allerdings auch vom Bediener selbst gesteuert werden.



Abbildung 177: Kreissägezentrum (Quelle: Schilliger Holz AG)

### Monitor 1:

- Ausrichten und Positionieren des Rundholzes
- Optimaler Einschnitt durch ein Video-Overlay-System
- Anzeige der Rundhölzer auf dem Bildschirm über eine vor der Maschine angebrachte Kamera
- Exakte Ausrichtung und Positionierung der Stämme durch eingblendete Schnittlinien entsprechend den Schnittbildern
- Wesentliche Arbeitserleichterung für das Bedienungspersonal

### Monitor 2:

- Anlagenbild mit Ablaufschema und Stammverwaltung
- Anzeige Betriebsart / Auswahl mit Eingabemöglichkeit
- Pufferbetrieb
- Höhennachführung des Kreissägeaggregates. Schnittbildauswahl aus im PC hinterlegten Schnittbildern
- Schnittbildeingabe manuell entsprechend Dimensionen und Stieligkeit

## Spaner vorgeschaltet

Der vorgeschaltete Spaner ergibt eine problemlose Abförderung der Hackschnitzel anstelle sperriger Schwarten. Die Spanerscheiben zum Zerspanen von Holz sind in unterschiedlichen Bauarten und für unterschiedliche Schnitzelgrößen konstruiert. Die Scheiben sind kegelförmig und haben eine glatte Oberfläche, die mit unterschiedlichen Hackermessern bestückt werden können. Die Zentrumsscheibe hat einen hartmetallbestückten Kreissägering (Sägeringen). Astausrisse sollten dadurch vermieden werden, und die Oberflächen werden dadurch glatt.

### Vorschubwalzeneinheit

Auf der Einlaufseite ist die Vorschubwalzeneinheit angeordnet. Diese dient der Zuführung der Rundhölzer, Model und Kanthölzer in die Maschine. Auf der Auslaufseite zieht die zweite Vorschubwalzeneinheit das Holz aus der Maschine.

### Kreissägeaggregat

Das Kreissägenaggregat arbeitet nach dem Doppelwellenprinzip und ist mit sechs unabhängig voneinander positionierbaren Sägeflanschen ausgestattet. Die äusseren Sägeflansche können mit zusätzlichen Sägen bestückt werden.

Die oberen Sägewellen arbeiten im Gleich-, die unteren Sägewellen im Gegenlauf, wobei der Abstand zwischen den oberen und den unteren Sägewellen immer konstant gleichbleibt. Es kommen Kreissägeblätter mit gleichem Durchmesser für die oberen und die unteren Sägewellen zum Einsatz.

Entsprechend dem Rundholzdurchmesser oder der Schnitthöhe beim Nachschnitt werden die Sägewellen gleichmässig in der Höhe verteilt. Dadurch wird die Gesamtschnitthöhe gleichmässig auf die oberen und unteren Sägeblätter verteilt. Die Sägeflansche werden servohydraulisch verstellt.

**Antriebsleistung Sägewellen: 4 x 200 kW**

### Höhenbegrenzungsfräser

Die Begrenzungsfräser sind den Sägewelleneinheiten vorgeschaltete Fräser, die beim Einschnitt von grossem Rundholz mit Wurzelanläufen als Schutz der Sägewellen dienen. Sie fräsen das Rundholz so weit ab, dass es unter den Sägewellen durch passt.

### Separiereinheit

Nach dem Aufsägen des Rundholzstammes wird das Hauptprodukt mit dem Separierungssystem von der Seitenware getrennt. Sind die Seitenbretter zu lange, so werden sie mit der integrierten Seitenwarekappung abgelängt.

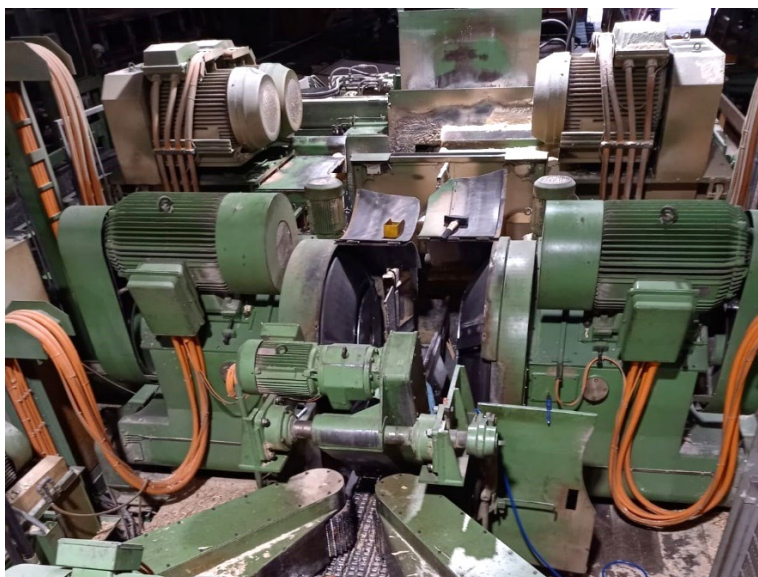


Abbildung 178: Spannerscheibe (Quelle: P. Schmider, Schilliger Holz AG)

#### 6.6.4. Profilspaner

Mit dem Umsetzen der Kreissäge-technologie für Hauptmaschinen in Sägewerken, nahm auch die Spanertechnik Fahrt auf. Ihr Ursprung liegt in der Bundesrepublik Deutschland, Schweden und Kanada. Ein Bedürfnis war die industrielle Verarbeitung von Schwachholz, was mit den bisherigen Technologien nur beschränkt möglich war. Vorläufer findet man in der Papier- und Zellstoffindustrie, wo schon seit Jahrzehnten Hackschnitzel aus Rundholz erzeugt worden sind. Im Vordergrund stand allerdings, geometrische Profile aus Rundholz zu erzeugen.

Diese Techniken hat man sich durch Umformung der Werkzeuge in sogenannte Spanerscheiben zu Nutze gemacht. Die in grossen Mengen anfallenden Hackschnitzel werden je nach Qualität von den Papier-, Cellulose- und Holzwerkstoffindustrie übernommen. Sie werden aber auch als Energieholz für die Wärmeerzeugung eingesetzt.

#### Profiliertechnik

Bei dieser Technik werden mit Profilfräsern, wie es der Name schon erahnen lässt, nach dem Abspannen der Schwarte Profile in das vierkantige Holz gefräst. Dadurch können anschliessend die bereits besäumten Seitenbretter nur noch vom Hauptprodukt abgetrennt werden und müssen nicht mehr durch die Doppelbesäumkreissäge. Diese Schnitttechnik setzt sich aus den folgenden vier Komponenten zusammen:

1. Anflachen des Rundholzes
2. Kantenfräsen der Seitenbretter (Profilausfräsen)
3. Abtrennen der Seitenbretter
4. Auftrennen der Hauptware

Das Ergebnis ist eine im Direktdurchlauf auf allen vier Seiten in verschiedenen Querschnittdimensionen gewonnene Haupt- und Seitenware.

**Die Haupt- und Seitenware werden in einem Durchlauf ohne eine separate Besäumanlage fertig bearbeitet.**

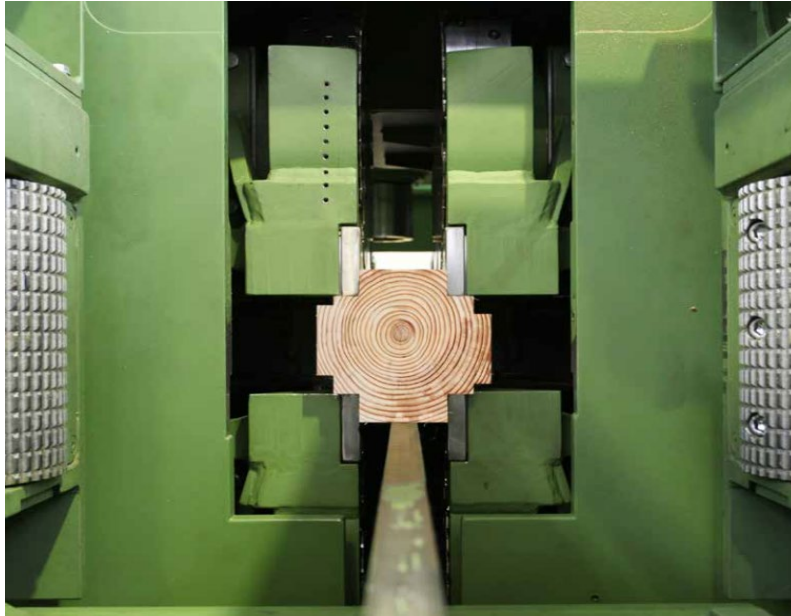


Abbildung 179: Schnittbild vor dem Abtrennen der Seitenware (Quelle: Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH)

### Vor- und Nachteile der Profilspanerlinie

#### Vorteile

- Sehr rationeller Einschnitt von Schwachrundholz ab 8 cm Durchmesser und grösseren Stämmen bis maximal 70 cm. Sie werden zu Kantholz oder fixbreiten Brettern mit hohen Vorschubgeschwindigkeiten von 40–180 m/min verarbeitet
- Wenig Werkzeugprobleme
- Hohe Schnittmassgenauigkeit
- Glatte Schnittoberfläche
- Problemlose Abförderung der Hackschnitzel anstelle sperriger Schwarte

#### Nachteile

- Grosser Platzbedarf
- Hohe Investitionen
- Für Starkholz und Laubholz ungeeignet
- Nur für Grossbetriebe
- Hohe Energiekosten

### Profilspanerlinie (Spanerlinie)

Eine Profilspanerlinie oder Profilierlinie ist das Nonplusultra der Profiliertechnik, es ist eine kompakte Produktionslinie, welche durchaus über 100 m lang sein kann, bestehend aus:



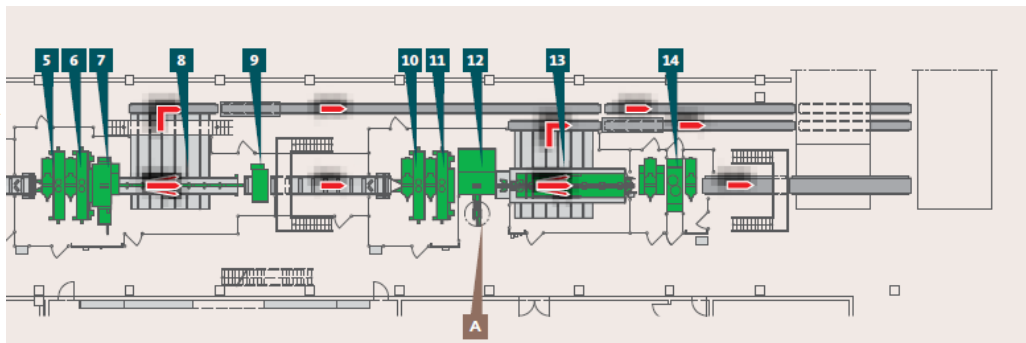
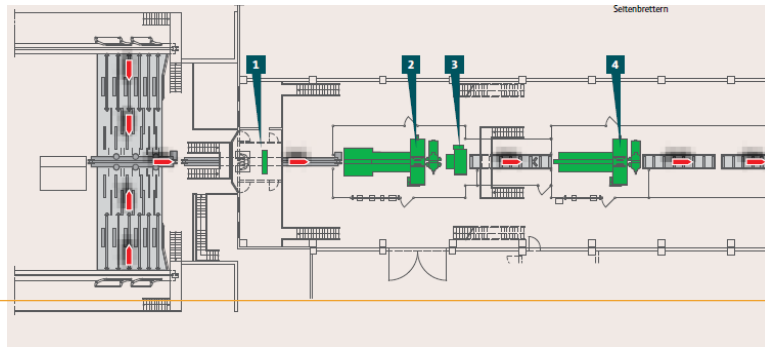
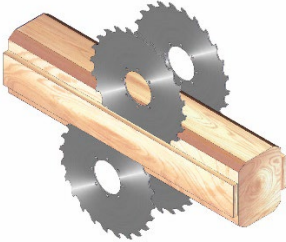
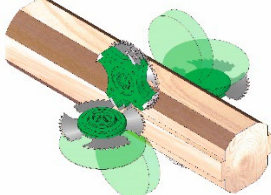
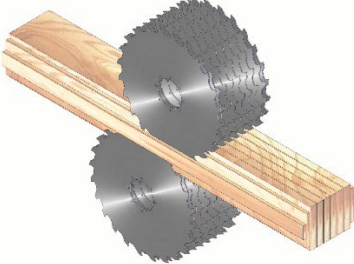
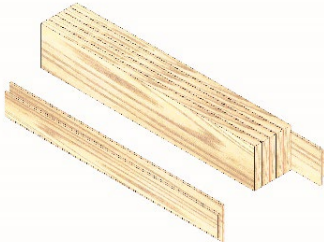


Abbildung 180: Profiliertechnik (Quelle: Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH)

Legende zur Abbildung:

1	Einzugs- und Zentriereinheiten (3D-Messsystem)	
2, 4	Spanen	
3, 9	Holzdrehvorrichtungen	

7	Sägeaggregaten	
5, 6, 10, 11	Profilieraggregaten	
12, 14	Kreissäge (Beispiel: Doppelwellenkreissäge)	
8, 13	Separiereinheiten	

So wird in **einem** gradlinigen Durchlauf, Rundholz zu Hauptware und besäumter Seitenware verarbeitet. Die einzelnen Bestandteile einer Profilieranlage sind modular aufbaubar und können je nach Erfordernis des Unternehmens zu einer Linie zusammengestellt werden. Je nach Rundholzdurchmesser und Schnittprogramm können bis zehn Schnittholzprodukte erzeugt werden. Diese Produktionsanlage eignet sich nur für Grossbetriebe, welche sich auf Schwachholz aus Nadelholz spezialisiert haben. Dabei werden oft mehrere Stunden pro Tag die gleichen Schnittholzprodukte gesägt. Hauptsächlich sind dies Kantholz, Bretter und Latten für die Massenproduktion.

**Zusätzliche Besäumanlagen sind bei Profilierlinien nicht erforderlich.**

## Profilspanen



Abbildung 181: Profilspanerlinie  
(Quelle: Schilliger Holz AG)

Mit einer Profilspanerlinie kann man je nach Endprodukt auch einfach nur Profilspanen, also einstiellige Kanthölzer erzeugen, ohne Seitenbrettergewinnung in lediglich zwei Arbeitsakten. Bei einem solchen Produktionsvorgang kommen nebst der Einzug- und Zentriereinheit einzig eine Spaner- und Drehvorrichtung zum Einsatz.

Die Maschine funktioniert nach dem einfachen Prinzip: **«Spanen – Drehen – Spanen»** und besteht aus:

- Einem stark dimensionierten, einseitig verlängerten Grundgestell
- Zwei Maschinenoberteilen, die der Aufnahme der Messerköpfe und deren Antriebsmotoren dienen

Diese Messerkopfeinheiten werden über hochpräzise Linearführungen entweder elektromechanisch oder servohydraulisch positioniert.

Bei Einsatz einer elektromechanischen Positionierung werden die Messerkopfeinheiten in ihrer Arbeitsposition hydraulisch fixiert. Somit wird eine perfekte Masshaltigkeit erreicht.

## Bestandteile einer Profilspanerlinie

### Rundholzplatz

Der Rundholzplatz ist in einem Sägewerk generell ein wichtiger Bereich. Bei einer Profilspanerlinie ist ein grosser Rundholzplatz allerdings von besonderer Bedeutung, denn das Holz soll möglichst im Zentimeter-Abstand nach Holzart, Sortiment und Verwendung sortiert werden. Nur so kann eine perfekte Ausbeute erreicht werden. Bei einer Jahresleistung auf dieser Maschine bis zu einer Million Festmeter ist dies zentral.



Abbildung 182: Rundholzplatz für Profilspanerlinie (Quelle: Schilliger Holz AG)

Auf dem Rundholzplatz beginnt der vollautomatische Verarbeitungsprozess bereits. Das sortierte Rundholz wird wurzelreduziert und entrindet auf eine Fördereinheit aufgegeben und vereinzelt. Bei Profilspanerlinien geschieht dies aus Kapazitätsgründen oft von beiden Seiten (links/rechts), damit der Materialzufuhr gewährleistet ist. Bei den hohen Stückzahlen ist die Rundholzbeschickung ein äusserst wichtiger Faktor.

### Rundholzdrehvorrichtung

Vorgängig wird jeder Stamm zwei- oder dreidimensional für den Optimierungsschwenkwalzen vermessen. Daraufhin erfolgt eine

automatische und exakte Eindrehung der Rundhölzer aufgrund der Messdaten im Längsdurchlauf.

Die Rundholzdrehvorrichtung (Vorschubeinheit) vor einem Profilspaner für Rundholz und Model besteht aus:

- Einem Auflagetisch im Bereich der Rundholz-Drehvorrichtung
- Einem anschliessenden angetriebenen Kettenbett
- Seitlich angeordneten Zentriereinheiten und Niederhalterollen von oben
- Ist jeweils elektrisch angetrieben und hydraulisch gesteuert

### **Vorschubvorrichtung**

Auf der Auslaufseite des Profilspaners wird das beidseitig angespannte Rundholz oder das Model von der Zentrier- und Vorschubvorrichtung aus der Maschine gezogen. Diese Vorrichtung steht separat, sodass der Profilspaner, sobald das Holz die Messerköpfe passiert hat, neu positioniert werden kann. Dadurch ist eine schnellere Holzfolge möglich.

### **Drehvorrichtung**

Die Drehvorrichtung dreht Model und Kantlinge im Längsdurchlauf um 90 Grad. Die Rotoren sind in Grosswälzlager gelagert und in einem in der Höhe verstellbaren Rahmen im Maschinengestell montiert. Durch den Einsatz eines hydraulischen Servozyinders für die Höhenverstellung kann der Rotor bei Einsatz einer entsprechenden Messung auf die Holzmitte vorpositioniert werden.

Während des Drehvorgangs wird der Rotor gemeinsam mit dem Holz angehoben, um eine Beschädigung der Kanten zu vermeiden. Die Drehbewegung der Rotoren wird über in den Motoren integrierten Drehgebern geregelt und mit externen Signalgebern überwacht. Auf den Rotoren ist jeweils ein hydraulisch angetriebenes Walzenpaar angebracht, das während des Längsdurchlaufes servohydraulisch an das Holz angepresst wird und für Führung und Vorschub sorgt. Die Walzen werden entsprechend dem zu drehenden Holz vorpositioniert, wodurch eine hohe Stückfolge erreicht wird.

### **Messung**

Die Messung bei einer Profilspanerlinie hat eine ganz wichtige Rolle, und zwar misst sie das Rundholz und Schnittholz immer wieder, damit mit der Hilfe des Optimierungsrechners das max. an Schnittholz aus dem Rundholz rausgeholt werden und dadurch eine optimale Ausbeute erreicht werden kann. Das Holz wird in der Regel zwei bis drei Mal gemessen.

Nach der 3D - Eingangsmessung des Rundholzes wird das Schnittholz noch ein bis zwei Mal vermessen, um die Ausbeute möglichst noch ein bisschen zu steigern.

Die Kantholzmessung hat folgende Aufgaben:

- Vermessung der Deckflächen
- Optimierung der Seitenware
- Vergleich und Kontrolle mit Eingangsmessung



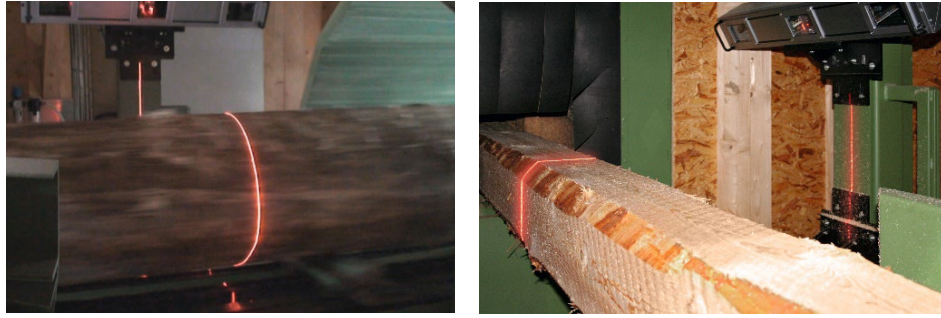


Abbildung 183: Eingangsmessung / Kantholzmessung (Quelle: Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH)

### Profilaggregat

Die Maschine dient zum Profilieren eines Seitenbrettes pro Seite am Rundholz, Model oder Kantholz. Die Werkzeugeinheiten jeweils einer Seite können gemeinsam in der Horizontalen verstellt werden. In der Vertikalen können alle vier Einheiten unabhängig voneinander positioniert werden.

Eine schwenkbare Holzauflage und weit öffnende Maschinenhälften ermöglichen ergonomische Arbeitsbedingungen beim Werkzeugwechsel. Pro Ecke ist eine Werkzeugeinheit bestehend aus einem Fräskopf und einem hierzu rechtwinklig angeordneten Sägeblatt im Einsatz- oder ein Stufenfräskopf.

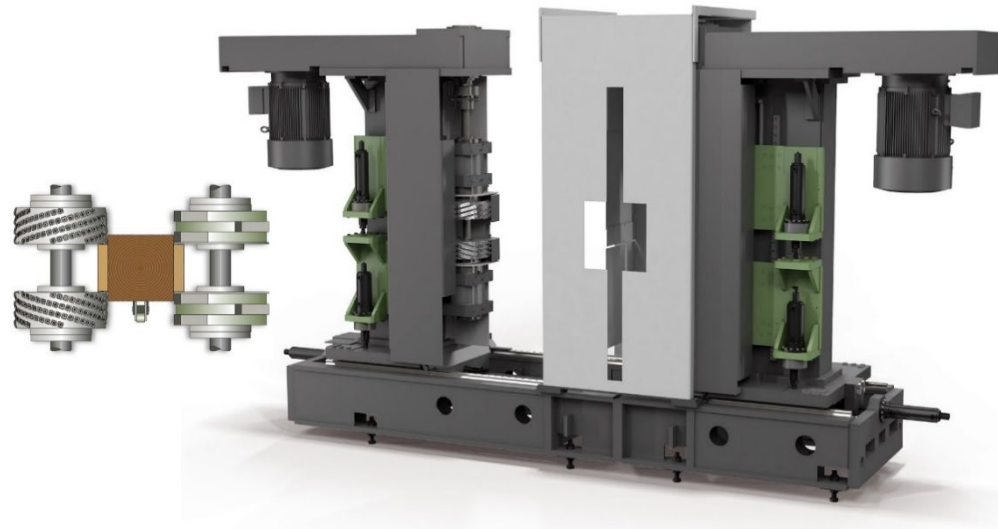


Abbildung 184: Profilaggregat (Quelle: EWD)

### Sägeaggregat

Das Kreissägenaggregat arbeitet nach dem Doppelwellenprinzip. Die oberen Sägewellen arbeiten im Gleich- und die unteren Sägewellen im Gegenlauf. Der Abstand zwischen den oberen und den unteren Sägewellen bleibt dabei immer konstant gleich. Es kommen Kreissägeblätter mit gleichem Durchmesser für die oberen und die unteren Sägewellen zum Einsatz. Entsprechend der Schnitthöhe beim aufsägen des Kantlings werden die Sägewellen gleichmässig in der Höhe verteilt. Dadurch wird die Gesamtschnitthöhe gleichmässig auf die oberen und unteren Sägeblätter verteilt. Die Sägeflansche werden servohydraulisch verstellt.

## Separieren der Seitenbretter

Die fertig besäumten (profilierten) Seitenbretter werden mit horizontalen Walzen gehalten, bis das Model in diesem Profilieraggregat fertig bearbeitet ist und die Seitenbretter durch Kreissägeblätter vom Hauptprodukt abgetrennt wurden. Anschliessend fallen die Bretter runter auf einen separaten Förderer. Somit kann das Hauptprodukt ohne Seitenbretter in der Produktionslinie zum nächsten Bearbeitungsaggregat weiterfahren.

## Horizontalkreissäge

Die Horizontalkreissäge trennt Kanthölzer mit waagrecht angeordneten Sägeblättern auf. Durch Verwendung des Doppelwellen-Prinzips wird die Gesamtschnittbreite gleichmässig auf zwei gegenüberliegende Sägeblätter verteilt.

Die Maschine ist mit zwei vertikal angeordneten Drehstrom-Flachmotoren ausgerüstet. Diese werden je nach Ausführung mit einem fest auf der Motorenwelle verschraubten Sägekopf oder sowohl mit einem fest verschraubten und einem unabhängig von der Motorwelle positionierbaren Sägekopf bestückt.

Alternativ können hier auch vertikale Kreissägen oder Kreuzschnitt-Kreissägen (horizontal und vertikal) positioniert werden, je nach Anforderung an die Sägelinie.

## Messerköpfe und Werkzeuge

Die verschiedenen Spanerscheibentypen werden über die Anzahl der angeordneten Messer dem geplanten Vorschubspektrum angepasst. Die Scheiben sind kegelförmig und haben eine glatte Oberfläche, die mit verschiedensten Messern bestückt sein können.

Beim Profilspaner sind die Messerkopf-Einheiten elektromechanisch über Absolutwertgeber oder servohydraulisch in der Höhe verstellbar. Dadurch ergeben sich optimale Schnittbedingungen bei unterschiedlichen Rundholzdurchmessern und Modelhöhen. Die Spanermesser zum Zerspanen von Holz sind in unterschiedlichen Bauarten und für unterschiedliche Einsätze bekannt.

In Richtung Spitze der kegelförmigen Spanerscheiben liegt die Zentrumsscheibe. Diese verfügt über einen hartmetallbestückten Kreissägering (Sägeringen). Dadurch sollten Astausrisse vermieden werden und die Oberflächen des Holzes werden dadurch glatt und Sägeroh.

## Verschiedene Messerarten der Spanerscheiben

### Langmesserscheibe

Die Spanermesser (2–6 Stück) ragen von der Zentrumsscheibe bis zum Kegelumfang hervor und sind gleichmässig auf der Scheibe verteilt. Alle Scheiben sind je nach Einsatzzweck mit vor- oder nachschneidenden Sägeringen bestückt.

**Zeitbedarf für den Messerwechsel üblicherweise ca. 15–20 min.**

### Spiralscheibe

Die Hackmesser (bis 114 Stück/Scheibe) sind in drei spiralförmigen Reihen am Kegel angeordnet. Die Messer hacken parallel zu den Holzfasern. Alle Scheiben sind je nach Einsatzzweck mit vor- oder nachschneidenden Sägeringen bestückt.

**Zeitbedarf für Messerwechsel 1,0 min pro Stück.**

### Stufenscheibe

Der Kegel ist in vier oder fünf Stufen mit drei, vier oder fünf Hackmessern in jeder Stufe aufgeteilt. Alle Scheiben sind je nach Einsatzzweck mit vor- oder nachschneidenden Sägeringen bestückt.

**Zeitbedarf für Messerwechsel ca. 25 min**

### Werkzeugwechsel

Beim Werkzeugwechsel wird eine Messerkopf-einheit nach aussen gefahren und eine Plattform zwischen den Messerköpfen im Grundgestell hydraulisch eingeschwenkt. Dadurch entsteht ausreichend Platz für einen schnellen Werkzeugwechsel und für Wartungsarbeiten.

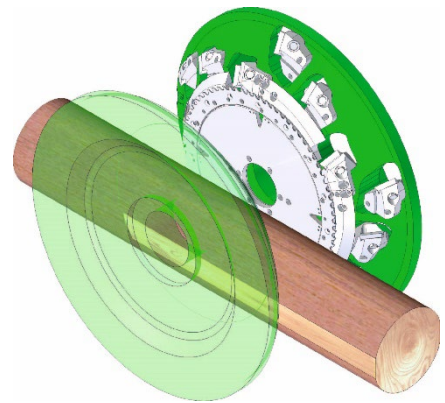


Abbildung 185: Messerkopf / Spanerscheibe  
(Quelle: Linck Holzverarbeitungstechnik GmbH)

## 6.7. Förderanlagen

Die Hauptmaschinen sind eigentlich fast immer eine Kombination aus Maschine und Förderanlagen. Es wird immer zentraler, dass eine Maschine möglichst gut mechanisiert (Förderanlagen) ist, damit der Herstellungsprozess effizient wird und man Personal einsparen kann.

Verschiedene Hersteller bieten von der Planung bis zur Inbetriebnahme alles aus eigener Hand an. Das Herstellungs- und Lieferprogramm umfasst die gesamten Mechanisierungen um die Anlage herum inklusive Förderanlagen, ob auf dem Rundholzplatz, im Sägewerk oder in der Weiterverarbeitung. Viele dieser Anlagen sind in der sogenannten modularen Bauweise konstruiert.

Als Ausrüster in der Holzindustrie konzipieren und liefern sie z.B. folgende Komponenten in der Fördertechnik für:

Rundholzplatz	Sägewerk	Hobelwerk / Leimwerk
Rundholzaufgabe Rundholzvereinzelungen Querförderer Zuteiler Messblockzüge Stufenschieber Stammwender Sortieranlagen	Walmdachvereinzelner Rollengänge Querförderer Förderband Trogkettenförderer Entsorgungsanlagen Stapelanlagen	Entstapelungsanlagen Rollengänge Querförderer Hobelzuführungen Abstapelanlagen

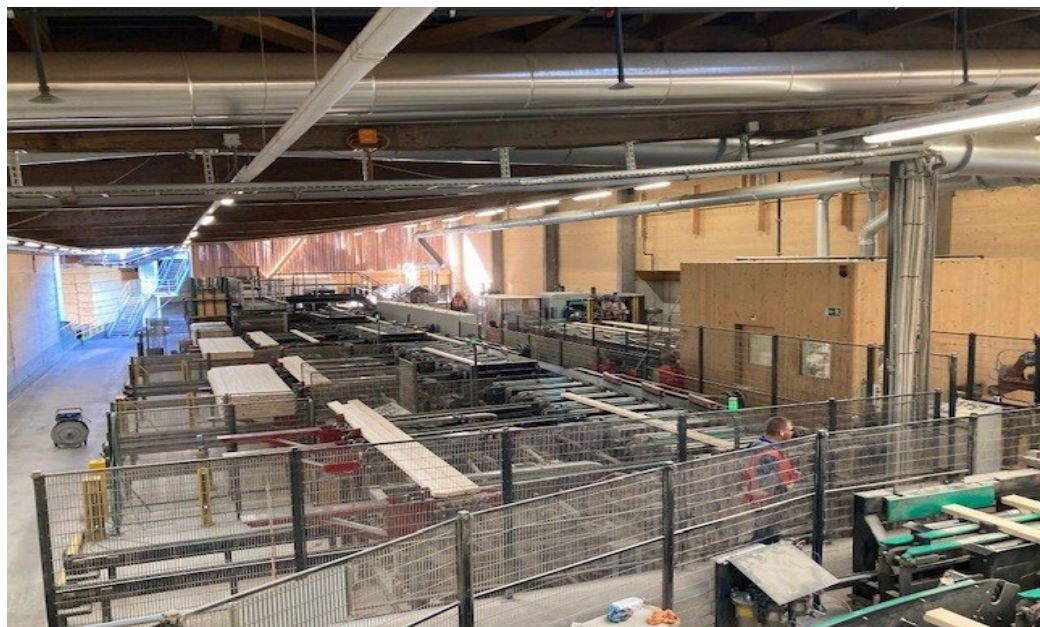


Abbildung 186: Diverse Fördermittel einer zusammenhängenden Mechanisierung (Quelle: Schilliger Holz AG)

Förderanlagen oder Fördermittel sind Maschinen und Anlagen, die zum Fördern von Fördergütern verwendet werden. In den heutigen Holzindustrie Betrieben sind vielfach nicht mehr nur einzelne Maschinen im Einsatz, sondern ganze Maschinen Linien, also sogenannte Anlagen. Diese Anlagen bestehen aus dem Herzstück der Produktionsanlage, der eigentlichen Maschine oder Maschinen und vielen verschiedenen Fördermitteln und Hilfsmaschinen.



Sie lassen sich nach der Art des Förderguts unterteilen in Förderer für Stückgut (z.B. Rundholz) und Förderer für Schüttgut (z.B. Sägespäne). Andere Einteilungen unterscheiden Stetig- und Unstetigförderer oder Förderer für Stückgut nach baulichen Gesichtspunkten.

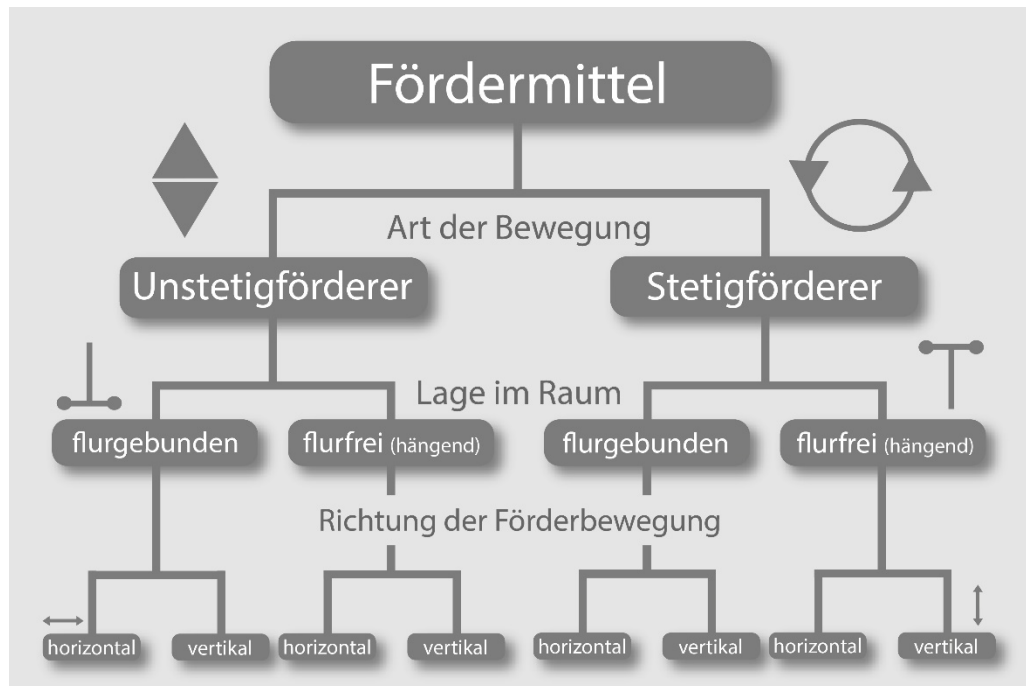


Abbildung 187: Stetig- und Unstetigförderer (Quelle: ASFL SVBL)

### 6.7.1. Stetigförderer

Stetigförderer fördern kontinuierlich (konstant) sowohl Schütt- als auch Stückgüter. Auch getaktete Montagebänder werden zu den Stetigförderern gezählt. Stetigförderer werden in vier Hauptgruppen eingeteilt.



Abbildung 188: Stetigförderer (Quelle: Blumer Lehmann AG)

#### Mechanische Stetigförderer mit Zugmitteln

Materialien werden von einem umlaufenden Gurt schonend und geräuscharm – auch über lange Strecken – transportiert.

- Bandförderer / Förderband (Gurtförderer)



Abbildung 189: Bandförderer (Quelle: Blumer Lehmann AG)

### Mechanische Stetigförderer mit Zugventil (Gliederförderer)

Gliederbandförderer haben als Tragelement anstatt eines Bandes Kettenförderer mit Stäben, Platten oder Kästen

- Trogkettenförderer
- Kratzerförderer
- Kreisförderer

### Mechanische Stetigförderer ohne Zugmittel

- Rollenförderer
- Schneckenförderer (zum Transport von Schüttgütern)
- Schwingförderer: Schüttelrutschen, Schwingrinnen

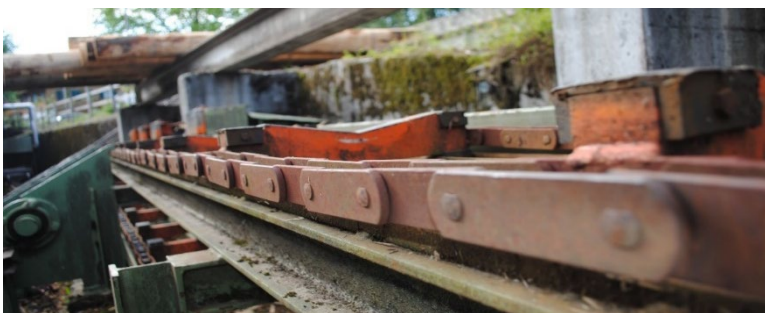


Abbildung 190: Rundholzförderer / Rollenförderer (Quellen: Lang Sägewerk AG / Ruedersäge AG)

### Strömungsförderer (Förderer mit Luft)

- Pneumatische Förderer (Absauganlagen)
- Rohrpostanlagen
- Heizlüfter
- Belüftung
- etc.

### 6.7.2. Unstetigförderer



Unstetigförderer arbeiten diskontinuierlich (mit Unterbruch), weil auf einen Fördervorgang jeweils ein Vorgang ohne Last folgt.

Zu dieser Kategorie zählen auch die Fördergeräte (Fahrzeugsysteme). Bei den Förder- und Fahrzeugsystemen kann eine weitere Differenzierung nach der Eigenschaft (Boden) /- flurfreier und (Boden) /- flurgebundener Transport vorgenommen werden. Auch hier folgen einige typische Vertreter der jeweiligen Gruppe:

Abbildung 191: Frontgabelstapler (Quelle: Despond SA)

	Fahrzeugsysteme		Fördersysteme	
	flurfrei	flurgebunden	flurfrei	flurgebunden
manuell betrieben	Hallenkran Portalkran	Handwagen Gabelhubwagen («Ameise») Elektro-Deichselhochhubwagen Frontgabelstapler Schubmaststapler Seitenstapler Schlepper Flurförderer Bagger	Hebezeuge mit oder ohne Seil und Kette Winden	Röllchenbahn
automatisch betrieben			Elektropalettenbahn Kanalfahrzeug bzw. Shuttle Fahrerloses Transportsystem Aufzüge	Rollenbahn Gurtband-förderer Kettenförderer Unterflur-Schleppketten-förderer





Abbildung 192: Flurgebundenes Förderfahrzeug und flurfrees Hebemittel  
(Quelle: Blumer Lehmann AG und OLWO AG)

## 6.8. Allgemeine Sicherheitsaspekte

Beim Arbeiten mit den oben vorgestellten Hauptmaschinen besteht ein erhebliches bis hohes Verletzungsrisiko durch:

Vollgatter, Block-  
bandsäge &  
Doppelwellenkreis-  
säge

- Quetschen oder sich stossen zwischen Gatterspannwagen, Hilfswagen, Blockwagen und Teilen der Umgebung wie beispielsweise Gebäudemauer, Rundholz, etc.
- Quetschen durch das Herabrollen eingeworfener Stämme
- Stolpern und Ausrutschen im Bereich der Schienen des Spannwagens oder Blockwagens
- Sich schneiden am laufenden Blatt
- Sich schneiden beim Werkzeugwechsel
- Quetschen durch Herabsenken der Vorschubwalzen
- Abstürzen durch Boden- sowie Entsorgungsöffnungen
- Einziehen der Kleidungsstücke an Kettenauflaufstellen und Rollenbahnen, sowie im Antriebsbereich im Sägekeller
- Die Seitenwarenkappung (manuell oder automatisch mit Kreissägeblätter)
- Stolpern und Abstürzen bei Störungsbeseitigungen und Instandhaltung
- Herumfliegen der Holzpreissel / Holzstaub (Augen)

Die oben genannten Verletzungsrisiken gelten zum grossen Teil auch bei der Profilsänerlinie.

Ausschliesslich  
Profilsänerlinie

- Einziehen der Kleidungsstücke an Einzug- und Zentriervorrichtung
- Herausschleudern von Werkstücken oder deren Teilen
- Quetschen durch das Verfahren der Maschinenaggregate
- Stossen und Quetschen durch das mit hoher Geschwindigkeit transportierte Werkstück (über 100m/min)

Deshalb ist es wichtig, dass folgende Sicherheitsregeln eingehalten werden:

Vollgatter, Block-  
bandsäge &  
Doppelwellenkreis-  
säge

- Persönliche Schutzausrüstung (Schutzbrille, Gehörschutz, Handschuhe, Sicherheitsschuhe und evt. Staubmaske) muss getragen werden
- Enge Kleidung tragen und lange Haare zusammenbinden
- Betriebsanleitungen muss gelesen und verstanden werden



- Sicherheitsabstand von min. 50 Zentimetern einhalten zwischen Gatterspannwagen, Hilfswagen, Blockwagen und Teilen der Umgebung wie beispielsweise Gebäudemauer, Rundholz, etc.
- Bodenunhebheiten möglichst beseitigen
- Maschinist/-in muss auf Mitarbeiter im Gefahrenbereich achten und diese anweisen
- Schienenbereich des Block- und Spanwagens gegen unbeaufsichtigten Zutritt durch Geländer oder Sicherheitsschranken sichern
- Vorschubwalzen müssen mechanisch gegen das Herabsinken gesichert werden
- Beim Vollgatter ist eine funktionierende Gatterbremse zwingend
- Dort, wo es möglich ist, Umzäunung mit verriegelten Zugangstüren installieren
- Kettenräder etc. mit einer Verkleidung ausstatten
- Gebremste Werkzeugaggregate einsetzen, damit das Werkzeug möglichst rasch zum Stehen kommt
- Sich nicht unter elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Energiequellen aufhalten
- Bedienpult mit einer Lärmschutzkabine ausstatten
- Bei Betreten des Gefahrenbereiches der Hauptmaschine Werkzeug ausschalten
- Elektrisch verriegelte Maschinengehäuseverkleidung und Grubenabdeckungen montieren
- Bei Störungsbehebungen und Wartungsarbeiten ist der Hauptschalter abgeschaltet und gegen Wiedereinschalten gesichert
- Es sind genügend Notausschalter zu montieren
- Sichere Zugänge (Treppen, Laufstege) sind einzubauen und zu benutzen

Die oben genannten Sicherheitsregeln decken sich mit denjenigen der Profilschanerlinie.

**Den hundertprozentigen Schutz gibt es nie, deshalb ist eine hohe Konzentration beim Arbeiten mit diesen Maschinen notwendig. Ablenkungen durch Drittpersonen oder Musik ist dafür nicht förderlich.**



Abbildung 193: Sicherheitszaun Anlage ((Quelle: OLWO AG)

## 6.9. Optimierung des Energieverbrauchs

### Sortierwagen

Im Betrieb nehmen die Sortierwagen eine durchschnittliche Leistung von 20 kW auf. Im Leerlauf variieren die Werte zwischen 6 und 17 kW. Bei modernen Hydraulikaggregaten in dieser Leistungsklasse sollten Leerlaufleistungen von 4 kW und weniger möglich sein.

Oft wird festgestellt, dass die Sortierwagen auch laufen, wenn der Führer in der Kabine am Mobiltelefon ein Gespräch führt, und keine Stämme sortierte. Abschalten lohnt sich also schon bei Pausen unter einer Minute.

### Entrindung

Der Energieverbrauch für die Entrindung ist gering, wenn die Maschine nach der Arbeit abgestellt wird.

Beispiel: Der Asynchronmotor eines grossen Lochrotors nimmt während dem 15 Sekunden dauernden Hochlauf durchschnittlich 30 kW auf, im Leerlauf aber 15 kW. Abschalten lohnt sich also schon bei Pausen unter einer Minute.

#### Gatteranlage

Die Gatteranlage ist eine energie-effiziente Holzschneideeinrichtung, weil mehrere Schnitte gleichzeitig gemacht werden und die Stämme Stoss an Stoss durchlaufen könnten. Wenn man während einer Stunde 30 cm Stämme mit 4 m/min schneidet, so sollten 16 fm/h zu schaffen sein, wenn nichts klemmt.

Bei der Mechanisierung der Gatteranlage kann beobachtet werden, dass die Rollengänge auch laufen, wenn noch kein Holz zu transportieren ist. Dieser unnötige Betrieb verursacht nicht nur Energiekosten, sondern verschleisst auch die Mechanik.

#### Blockbandanlage

Auf den Blockbandsägen werden zwischen 1,4 und 4,7 fm pro Stunde geschnitten. Die Betriebe mit einer grossen Einschnittmenge erreichen die besseren Werte. Die Leerlaufleistung zeigen sehr grosse Unterschiede von 7 bis 60 kW mit einem Durchschnittswert um 20 kW. Als Zielwert für eine moderne Anlage sind 6 kW Leerlaufverluste anzustreben.

Schlecht in Bezug auf die Energie-Effizienz sind die Maschinen mit einem hydraulischen Hauptantrieb. Heute ist es Stand der Technik, dass man eine Hydraulikpumpe einsetzt, welche genau so viel Öl schöpft, wie gerade gebraucht wird.

#### Besäumungsanlage

Bei einer kontinuierlichen Weiterverarbeitung könnten bei einem Unterbruch an den vorgelagerten Maschinen der Besäumer und die zugehörigen Förder- und Entsorgungseinrichtungen mit wenig Aufwand automatisch abgestellt werden.

Der Hochlauf erfolgt in wenigen Sekunden, bei den Förderbändern sogar innerhalb Sekundenbruchteilen.

#### Entsorgung

In vielen Sägereien wird festgestellt, dass die Entsorgung so viel Strom wie die Hauptmaschinen benötigt.

Die grösste Energiesparmöglichkeit steckt in einem guten Entsorgungskonzept mit kurzen Wegen, grosszügigen Puffern, energie-effizienten Komponenten und einer optimierten Steuerung.

#### Kratzförderer und Förderbänder

Förderbänder und Kratzförderer können meistens ein Mehrfaches (5 bis 10-fach) der anfallenden Schüttgüter transportieren. Diese Überdimensionierung wird zur Vermeidung von Verstopfungen bei Störungen gewählt. Es wäre daher sinnvoll, diese Fördereinrichtungen nur mit voller Fracht laufen zu lassen, oder aber die Geschwindigkeit der anfallenden Holzmenge anzupassen (Frequenzumrichter, polumschaltbare Motoren oder Schaltgetriebe).

Bei Sanierungen oder Neuanlagen liegt das Potential in einer richtigen Dimensionierung, welche dem durchschnittlichen Holzanfall entspricht und bei einem System, welches bei Störungen ohne grossen Aufwand wieder zum Laufen gebracht werden kann.

#### Vibrorinnen

Auch Vibrorinnen benötigen relativ viel Leistung (etwa 0,5 kW/m<sup>3</sup>), ob Holz drauf liegt oder nicht. Mit einem Sensor (Überwachung des Transportraumes oder der

Kraft auf den Antrieb) könnte ein einfacher Start- und Stoppbetrieb (inklusive Hackanlage) realisiert werden.

#### Hacker und Siebe

Im Keller laufen Vibratorrinne, Hacker, Sieb und Kratzförderer, auch wenn keine Holzabfälle anfallen. Optimal wäre eine Pufferung, welche stossweise die volle Auslastung der Anlage erlauben würde. Die minimale Lösung ist das automatische Abschalten im Leerlauf.

#### Absauganlagen

Die pneumatische Förderung (mit Ventilatoren) von Schüttgütern ist energetisch gesehen eine schlechte Lösung. Eine Absauganlage verbraucht oft mehr Strom als die an ihr angeschlossenen Maschinen.

#### Trockenkammern

Der spezifische Stromverbrauchswert für die Holz Trocknung ist von vielen Faktoren abhängig: Trocknungssystem, Kammerart, Holzart, Holzsortiment, Anfangs- und Endfeuchte, Trocknungsprogramm und Beschickung.

Ventilatorleistungen können von 50 bis 240 W/m<sup>3</sup> Nutzrauminhalt sein. Als Zielwert wird 100 W/m<sup>3</sup> vorgeschlagen. Eine grosse Energiesparmöglichkeit steckt in der Reduktion der Ventilatorlaufzeit oder der Drehzahlab senkung unter dem Fasersättigungspunkt um 25% Feuchte.

Eine erfolgreiche Sägerei protokolliert jeden Trocknungsprozess. Wenn dabei der Strom- und Wärmeverbrauch (Wärmezählerlieferanten) auch kontrolliert wird, steigt die Qualität, und die Energiekosten fallen.

#### Hobeln

Die Hobelmaschinen weisen im Allgemeinen eine hohe Ausnützung auf. Schon wegen dem Lärm werden sie meistens nicht unnötig laufen gelassen. Die Leerlaufleistung liegt bei den vergleichbaren 5-Achsen Maschinen zwischen 5 und 7 kW.

Die Hobelmaschinen benötigen eine starke Absauganlage.

#### Druckluftanlagen

Hochautomatisierte Betriebe benötigen viel Druckluft. Verglichen mit Elektroantrieben ist der Wirkungsgrad zehnmal schlechter. Druckluft wird aber von vielen Holzbearbeitungsmaschinen benötigt. Der Nenndruck ist auf einen möglichst tiefen Wert einzustellen, über 6 bar ist selten erforderlich.

Ausserhalb der Arbeitszeiten kann der Kompressor zum Beispiel über eine Schaltuhr abgestellt werden.

#### Stapler und Pneu-lader

In der Sägerei wird leider öfter als im Strassenverkehr beobachtet, dass wartende und kurz parkierte Fahrzeuge laufen.

Beim Warten immer abstellen. Gleichmässiges Fahren spart ebenfalls Energie.

#### Licht

Die beste Beleuchtung ist das Tageslicht. Die trotzdem notwendige künstliche Beleuchtung sollte auf die Arbeitsplätze abgestimmt sein und je nach Bedarf lokal



ein- und ausgeschaltet werden können. Gute und saubere Reflektoren unterstützen eine hohe Lichtausbeute.

In den Nebenräumen (Bsp. Heizung, Entsorgung) könnte die Beleuchtung mit einem «Bewegungssensor» ausgerüstet werden, in den Werkhallen mit einem Dämmerungsschalter.

#### Blindarbeit

Elektromotoren holen sich aus dem Stromnetz nicht nur Energie für ihre Arbeit, sie leihen sich auch Energie für die Magnetisierung (Blindleistung) aus. Diese Magnetisierungsenergie pendelt 50 mal pro Sekunde zwischen Kraftwerk und Motor hin und her. Der dazu notwendige Strom erhöht die Leitungsverluste beim Elektrizitätswerk um bis zu 50%.

Aus diesem Grund werden diese zusätzlichen Übertragungsverluste in Rechnung gestellt, wenn sie einen bestimmten Wert überschreiten. Mit Kondensatoren kann aber die benötigte Blindleistung direkt bei der Anlage kompensiert werden. Dadurch verschwinden die zusätzlichen Leitungsverluste und deren Verrechnung.

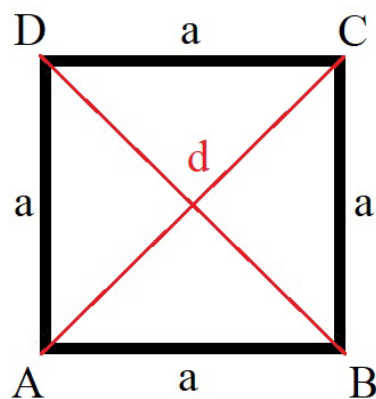
Eine gute Wirtschaftlichkeit ergibt sich ab 1000 Franken Blindleistungskosten pro Jahr. Je höher die Blindleistungskosten sind, desto rentabler ist eine Kompensationsanlage.

## 6.10. Exkurs: Flächen- und Volumenberechnungen

- Flächeneinheiten besitzen immer die Hochzahl **2**, z.B. **cm<sup>2</sup>**, Volumeneinheiten die Hochzahl **3**, z.B. **cm<sup>3</sup>**
- Die Umrechnungszahl von einer Flächeneinheit zur benachbarten ist **100**
- Die Umrechnungszahl von einer Volumeneinheit zur benachbarten ist **1000**

### 6.10.1. Flächeninhalt Quadrat

Beginnen wir mit der Fläche (Flächeninhalt) von einem Quadrat. Bei einem Quadrat sind alle vier Seiten gleich lang. In der nächsten Grafik werden diese vier Seiten daher jeweils mit *a* bezeichnet. Mehr wird für die Flächenberechnung gar nicht benötigt. Die Grafik erhält ergänzend noch die Bezeichnungen A bis D für die Eckpunkte und die Diagonale *d*.



Die Fläche von einem Quadrat - mit *A* bezeichnet - berechnet sich mit dieser Formel:

$$A = a^2$$

#### Beispiel

Ein Quadrat hat eine Seitenlänge von 3 Metern. Wie gross ist sein Flächeninhalt?

Lösung:

Wir setzen  $a = 3 \text{ m}$  in die Formel ein. Dabei müssen wir sowohl die 3 als auch die Meter quadrieren.

$$A = a^2$$

$$A = (3\text{m})^2$$

$$A = 3\text{m} * 3\text{m}$$

$$A = 9 \text{ m}^2$$

Der Flächeninhalt vom Quadrat ist  $9 \text{ m}^2$  gross.

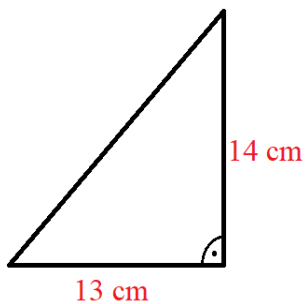
### 6.10.2. Flächeninhalt Dreieck

Bei der Fläche von einem Dreieck kann man zwei Fälle unterscheiden. Der erste Fall ist ein Dreieck mit einem rechten Winkel und der zweite Fall ein Dreieck ohne rechten Winkel. Beginnen wir mit dem Flächeninhalt von einem Dreieck mit rechtem Winkel. Dies sieht zum Beispiel so aus:

Den Flächeninhalt von diesem rechtwinkligen Dreieck berechnet man mit der Formel:

$$A = \frac{1}{2} * a * b$$

Beispiel



Wir haben ein Dreieck mit einem rechten Winkel in der unteren rechten Ecke. Die Katheten (a, b) sind 13 cm und 14 cm lang. Wie gross ist der Flächeninhalt des Dreiecks?

Lösung:

Wir nehmen unsere Formel für die Fläche von einem rechtwinkligen Dreieck und setzen  $a = 13 \text{ cm}$  und  $b = 14 \text{ cm}$  ein. Wir teilen zunächst die 13 cm durch 2 und erhalten 6,5 cm. Im Anschluss multiplizieren wir  $6,5 \cdot 14$  zu 91. Zu den Einheiten: Zentimeter mal Zentimeter, also cm mal cm ergibt Quadratzentimeter ( $\text{cm}^2$ ). Die Fläche beträgt damit  $91 \text{ cm}^2$ .

$$A = \frac{1}{2} * a * b$$

$$A = \frac{1}{2} * 13\text{cm} * 14\text{cm}$$

$$A = 6,5 \text{ cm} * 14 \text{ cm}$$

$$A = 91 \text{ cm}^2$$

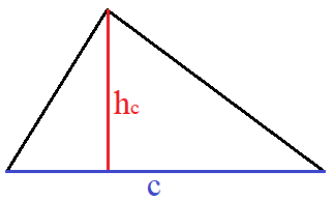
Die Fläche dieses rechtwinkligen Dreiecks liegt bei  $91 \text{ cm}^2$ .

Angenommen wir haben kein rechtwinkliges Dreieck, sondern ein beliebiges Dreieck. Wie berechnet man jetzt die Fläche dieses Dreiecks? Sehen wir uns dazu einmal ein solches Dreieck an, bei dem die Höhe mit eingezeichnet wurde:

Die Seite c wird als Grundseite bezeichnet. Auf dieser Grundseite steht die Höhe h (in rot eingezeichnet). Genauer gesagt die Höhe  $h_c$ , denn so bezeichnet man die Höhe auf der Grundseite c. Diese steht im rechten Winkel auf c.

Mit der Grundseite c und der Höhe  $h_c$  kann man die Fläche des Dreiecks mit dieser Formel berechnen:

$$A = \frac{1}{2} * c * h_c$$



Die Grundseite eines Dreiecks sei 0,3 Meter lang und die Höhe darauf 4 cm. Wie gross ist der Flächeninhalt dieses Dreiecks?

Lösung

Wir haben in der Aufgabenstellung verschiedene Einheiten für die Länge. Daher rechnen wir zunächst die 0,3 Meter in Zentimeter um. Im Anschluss setzen wir die 30 Zentimeter für c und die Höhe darauf mit 4 Zentimeter ein.

$$h_c = 4 \text{ cm}$$

$$c = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

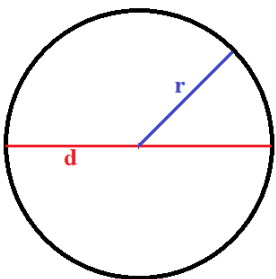
$$A = \frac{1}{2} * c * h_c$$

$$A = \frac{1}{2} * 30 \text{ cm} * 4 \text{ cm}$$

$$A = 15 \text{ cm} * 4 \text{ cm}$$

$$A = 60 \text{ cm}^2$$

Die Fläche dieses Dreiecks liegt bei 60 cm<sup>2</sup>.



### 6.10.3. Flächeninhalt Kreise

Ein Kreis hat einen Radius, der von der Mitte vom Kreis bis zur Begrenzung vom Kreis geht. Der Durchmesser geht einmal durch die Mitte vom Kreis und ist doppelt so gross wie der Radius. Werft dazu einen Blick auf die Grafik.

Die Fläche vom Kreis berechnet sich mit dieser Formel:

$$A = \pi * r^2$$

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

Dabei ist:

"A" die Fläche eines Kreises

"π" die Kreiszahl, etwa 3,14159

"d" der Durchmesser des Kreises

"r" der Radius des Kreises



#### Beispiel

Der Radius eines Kreises ist 2,3 Zentimeter. Wie gross ist der Flächeninhalt?

Lösung:

Der Radius ist  $r = 2,3 \text{ cm}$ . Dies setzen wir in die Formel mit dem Radius ein. Bei der Berechnung ist es wichtig darauf zu achten, dass nicht nur die Zahl 2,3 quadriert wird, sondern auch cm. Berechnen wir  $2,3 \cdot 2,3$  erhalten wir 5,29. Aus  $\text{cm} \cdot \text{cm}$  wird  $\text{cm}^2$ .

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = \pi \cdot (2,3 \text{ cm})^2$$

$$A = \pi \cdot 5,29 \text{ cm}^2$$

$$A = 16,62 \text{ cm}^2$$

Der Kreis hat einen Flächeninhalt von 16,62 Quadratzentimeter.

## 6.11. Exkurs: Preisumrechnungen

### 6.11.1. Volumenpreis

Der Verkauf von Kantholz, Brettern und Latten erfolgt vielfach in grösseren Mengen. Dabei werden nicht einzelne Kanthölzer, Bretter oder Latten verrechnet, sondern die ganze Lieferung wird nach einem bestimmten Preis pro Kubikmeter in Rechnung gestellt.

Volumenpreis	$\frac{\text{Gesamtpreis der Lieferung}}{\text{Liefermenge}}$
Liefermenge	$\frac{\text{Gesamtpreis der Lieferung}}{\text{Volumenpreis}}$
Gesamtpreis der Lieferung	$\text{Liefermenge} \cdot \text{Volumenpreis}$

#### Beispiel

12.000m<sup>3</sup> kosten CHF 7800.–. Wie viel kostet ein Kubikmeter dieser Bretter?

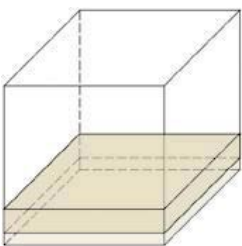
#### Lösung

$$\text{Volumenpreis} = \frac{\text{CHF } 7'800.-}{12.000 \text{ m}^3} = \underline{\underline{\text{CHF } 650.-/\text{m}^3}}$$

### 6.11.2. Flächenpreis

Wie bereits erklärt, werden Bretter vielfach in grösseren Mengen zu einem bestimmten Volumenpreis verkauft.

Der Verkauf hingegen erfolgt im Normalfall als Fläche. Demzufolge muss der Volumenpreis des on Einkaufs in einen Flächenpreis des Verkaufs umgerechnet werden. Der Flächenpreis ist nun abhängig von der Brettdicke der verkauften Ware. Je dünner die Bretter sind, desto billiger können sie verkauft werden; je dicker die Bretter sind, desto teurer müssen sie verkauft werden.



Dieser Würfel Holz mit einem Volumen von einem Kubikmeter kostet CHF 480.– (Volumenpreis = CHF 480.–/m<sup>3</sup>). Das untere Brett ist 0.01m (10 mm) dick, das obere Brett ist 0.04m (40 mm).

Mit Hilfe eines Dreisatzes kann nun der Preis des 40 mm dicken Brettes berechnet werden.

1.000 m Höhe kostet CHF 480.– (Volumenpreis)

0.010 m Höhe kostet CHF? (Flächenpreis für 10mm Brettdicke)

0.040 m Höhe kostet CHF? (Flächenpreis für 40mm Brettdicke)

**Aus diesem Dreisatz kann nun die Formel für den Flächenpreis abgeleitet werden.**

Flächenpreis =	Volumenpreis * Brettdicke
Volumenpreis =	$\frac{\text{Flächenpreis}}{\text{Brettdicke}}$
Brettdicke =	$\frac{\text{Flächenpreis}}{\text{Volumenpreis}}$

### Bezeichnungen

Volumenpreis = [CHF/m<sup>3</sup>]

Flächenpreis = in [CHF/m<sup>2</sup>]

Brettdicke = in [m]

Beispiel

Ein Kubikmeter Fichtenholz kostet im Ankauf CHF 480.–. Was kostet ein Quadratmeter dieser Bretter mit einer Dicke von 40 mm?

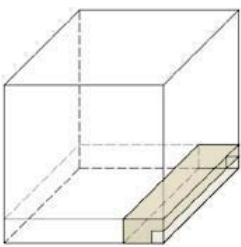
### Lösung

Flächenpreis = CHF 480.–/m<sup>3</sup> \* 0.04 m = CHF19.20/m<sup>2</sup>

### 6.11.3. Laufmeterpreis

Der Verkauf von Latten oder vereinzelt auch Kantholzsortimenten erfolgt wie der Verkauf von Brettern nicht über den Volumenpreis, sondern nach Laufmeter der einzelnen Ware. Demzufolge muss der Volumenpreis des Einkaufs in einen Laufmeterpreis des Verkaufs umgerechnet werden.

Der Laufmeterpreis ist nun abhängig vom Querschnitt der verkauften Ware. Je kleiner der Querschnitt ist, desto billiger kann sie verkauft werden; je grösser der Querschnitt ist, desto teurer muss sie verkauft werden.



Dieser Würfel Holz mit einem Volumen von einem Kubikmeter kostet CHF 480.–. Die grosse Latte hat eine Querschnittsfläche von 0.0001 m<sup>2</sup> (10 x 10 mm), die kleine Latte eine von 0.00225 m<sup>2</sup> (45 x 50 mm).

Mit Hilfe eines Dreisatzes kann nun der Preis der grossen Latte berechnet werden.

1.0000 m<sup>2</sup> Fläche kostet CHF 480.– (Volumenpreis)

0.0001 m<sup>2</sup> Fläche kostet CHF? (Preis für 1 m Länge der Latte)

0.00225 m<sup>2</sup> Fläche kostet CHF? (Preis für 1 m Länge der Latte)

Aus dieser Berechnung kann nun die Formel für den Laufmeterpreis abgeleitet werden.

Laufmeterpreis =	Volumenpreis * Querschnittsfläche
Volumenpreis =	$\frac{\text{Laufmeterpreis}}{\text{Querschnittsfläche}}$
Brettdicke =	$\frac{\text{Laufmeterpreis}}{\text{Volumenpreis}}$

### Bezeichnungen

Volumenpreis = [CHF/m<sup>3</sup>]

Laufmeterpreis = [CHF/m]

Querschnittfläche = [m<sup>2</sup>]

Beispiel

Ein Kubikmeter Fichtenholz kostet im Ankauf CHF 489.—. Wie viel kostet ein Laufmeter Latten 45/50 mm aus dem gleichen Holz?

### Lösung

Laufmeterpreis = CHF 489.—/m<sup>3</sup> \* 0.045m \* 0.050 m = CHF 1.10/m



# Index

Holzkreislauf .....	4
<b>1. Kommunikation im Unternehmen.....</b>	<b>8</b>
1.1. Grundlagen der Kommunikation .....	10
1.2. Der Umgang mit Kundschaft .....	14
1.3. Teamwork.....	15
1.4. Leitbild und Organigramm.....	18
<b>2. Gefährliche Arbeiten und Notfälle .....</b>	<b>19</b>
2.1. Einführung in Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.....	22
2.2. Gesetzliche Grundlagen.....	22
2.3. Rechte und Pflichten Arbeitnehmer.....	23
2.4. Rechte und Pflichten Betrieb .....	24
2.5. KOPAS .....	25
2.6. Gefahren und Risiken in der Holzindustrie .....	26
2.7. Persönliche Schutzausrüstung .....	26
2.8. Umgang mit Lasten .....	27
2.9. Arbeiten mit Werkzeugen und Kettensägen .....	27
2.10. Arbeiten mit Staplern .....	28
2.11. Arbeiten mit Kranen .....	29
2.12. Arbeiten mit Hubarbeitsbühnen und Rollgerüsten .....	31
2.13. Sicher arbeiten mit Elektrizität .....	31
2.14. Sicherheit bei Wartung u. Instandhaltung Maschinen u. Anlagen..	32
2.15. Umgang mit Chemikalien und gefährlichen Stoffen .....	33
2.16. Unfall im Betrieb .....	42
2.17. Brandverhütung .....	43
2.18. Weiteres Material zur Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz ....	44
2.19. Weitere Gesetze und Verordnungen in der Holzindustrie .....	44
<b>3. Sortimentskenntnisse: Schnittholz .....</b>	<b>58</b>
3.1. Was ist Schnittholz?.....	60
3.2. Bretter .....	62
3.3. Bretter für spezifische Verwendungszwecke.....	74
3.4. Latten.....	78
3.5. Kanteln .....	79
3.6. Kantholz .....	80

<b>4. Reinigen und Schmieren von Maschinen und Anlagen .....</b>	<b>83</b>
4.1. Einleitung.....	86
4.2. Maschinen und Anlagen.....	87
4.3. Reinigung .....	92
4.4. Schmieren .....	93
4.5. Wartungsjournal führen / Arbeiten dokumentieren .....	95
4.6. Sicherheit .....	97
<b>5. Besäumen .....</b>	<b>98</b>
5.1. Der Baum.....	100
5.2. Aufbau und Wachstum des Stammes.....	104
5.3. Zusammensetzung und Eigenschaften des Holzes .....	111
5.4. Holzarten.....	120
5.5. Nadelhölzer .....	120
5.6. Laubhölzer.....	138
5.7. Wuchsmerkmale am Schnittholz .....	167
5.8. Nebenmaschinen für den Zuschnitt.....	170
5.9. Allgemeine Sicherheitsaspekte.....	188
5.10. Exkurs: Mathematische Grundlagen.....	189
<b>6. Einschnitt.....</b>	<b>193</b>
6.1. Aus rund wird eckig .....	196
6.2. Holzmerkmale oder Wuchsmerkmale .....	197
6.3. Schadensmanagement .....	206
6.4. Einschnittvorbereitung .....	213
6.5. Einschnitteinstellungen.....	214
6.6. Die Hauptmaschinen.....	215
6.7. Förderanlagen .....	258
6.8. Allgemeine Sicherheitsaspekte.....	262
6.9. Optimierung des Energieverbrauchs .....	264
6.10. Exkurs: Flächen- und Volumenberechnungen.....	268
6.11. Exkurs: Preisumrechnungen .....	272