

**Vergleichende Gegenüberstellung des Zellaufbaus bei Laubbäumen und bei
Nadelbäumen einschließlich Erläuterung der Funktion von spezifischen
Zellarten**

Belegarbeit

eingereicht von:

Lara Förster

Gutachter/in: Prof. Kerstin Schweizer

Tag der Themenübergabe: 21.12.2021

Tag der Einreichung: 04.03.2022

Auftrag zur Anfertigung einer Studienarbeit

01 Semester

Modulbezeichnung: Methoden der wissenschaftlich technischen Arbeit

Name, Vorname: Förster, Lara

Studiengang: Holz- und Holzwerkstofftechnik

Seminargruppe: 3HT21

erhält den Auftrag zur Anfertigung folgender Studienarbeit:

**Vergleichende Gegenüberstellung des Zellaufbaus bei Laubbäumen und bei
Nadelbäumen einschließlich Erläuterung der Funktion von spezifischen Zellarten**

Gutachter: **Prof. Kerstin Schweizer**

Datum

Unterschrift
Leiter/in des Studiengangs

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
1 Zusammenfassung	1
2 Einleitung	2
3 Nadelholzzelltypen	3
3.1 Tracheiden	3
3.2 Holzstrahlen	3
3.3 Längsparenchym	4
3.4 Epithelzellen der Harzkanäle	4
4 Laubholzzelltypen	6
4.1 Gefäße	6
4.2 Fasern	6
4.3 Längsparenchym	7
4.4 Holzstrahlen	7
5 Vergleich	8
6 Literaturverzeichnis	9

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:(a) Homozellularer Holzstrahl; (b) Heterozellularer Holzstrahl 4

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick aller Zelltypen von Nadelholz	5
Tabelle 2: Überblick aller Zelltypen von Laubholz.....	7

1 Zusammenfassung

In dieser Seminararbeit geht es um den mikroskopischen Bau von Holz. Es werden die Zellarten, Zellformen und Zellfunktionen bei Laub- und Nadelbäumen dargestellt und anschließend vergleichend gegenübergestellt. Die Hauptfunktionen der spezifischen Zellarten werden inhaltlich erläutert, mit dem Ziel, Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei Laub- und Nadelbäumen zu filtern und übersichtlich darzustellen. Diese Erkenntnisse können als Grundlage für die Nutzung der Holzarten anhand der mikroskopischen Merkmale des Laub- bzw. Nadelholzes in der weiteren Verwendung von bedeutenden Nutzen sein.

2 Einleitung

Holz ist einer der wichtigsten und komplexesten Baustoffe weltweit. Doch Holz ist nicht gleich Holz, seine Eigenschaften hängen von vielen verschiedenen Faktoren ab, die es teilweise noch zu erforschen gilt. Die Faktoren sind unter anderem mit dem Standort der Bäume und der Schäden durch äußere Einflüsse verbunden, welche hier nicht berücksichtigt werden. Die Eigenschaften von Holz leiten sich aus den einzelnen Zellen, ihrem Aufbau, ihrer Funktion, Häufigkeit und Anordnung ab. Dabei kann man in zwei größere Gruppen unterscheiden: Laubholz und Nadelholz. Im Baum werden die Aufgaben der Wasser- und Stoffleitung, der Festigung und Speicherung von Zellen ausgeführt, die entsprechend ihrer Funktion spezifisch angepasst sind. Diese spezifischen Zellarten werden in den nächsten Kapiteln erläutert.

3 Nadelholzzelltypen

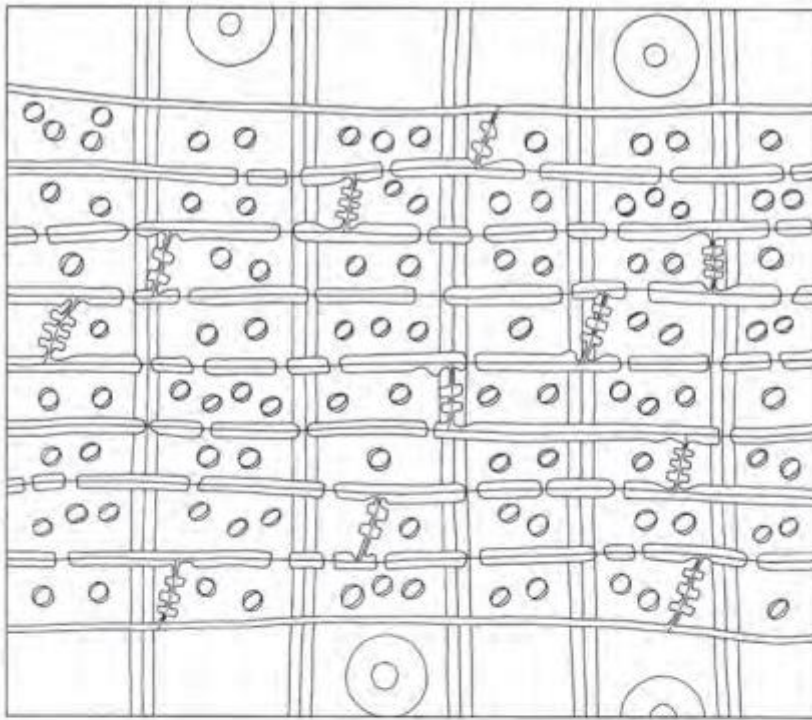
3.1 Tracheiden

„Tracheiden sind langgestreckte und an ihren Enden zugespitzte Zellen, die bis zu mehreren Millimetern lang werden. Als tote Holzelemente enthalten sie keine protoplasmatischen Bestandteile wie Cytoplasma, Zellkern, Mitochondrien oder Plastiden mehr; sie führen nur noch Wasser oder Luft.“¹ Sie dienen der Wasserleitung und Festigung und machen mit 90-95% den Hauptbestandteil des Nadelholzkörpers aus. Sie sind lediglich aus Faserwand und Faserlumen aufgebaut wobei in helle, dünnwandige Frühholztracheiden und dunkle, dickwandige Spätholztracheiden unterschieden wird. Diese entstehen je nach Vegetationsperiode durch Zellteilung im Kambium und bilden zusammen den Jahresring. Dabei entstehen die Frühholztracheiden während der Wachstumsphase, welche in unseren Breitengraden im Frühjahr liegt. Diese Zellen sind hell, dünnwandig, großlumig und besitzen viele sogenannter Holztüpfel, um den schnellen Transport von Wasser und Nährstoffen von der Wurzel in die Krone für den Blattaustrieb und die Blütenbildung zu sichern. Die Holztüpfel sind die Verbindungen von Tracheide zu Tracheide, dienen der Wasser- und Nährstoffleitung und sitzen auf deren Radialwänden. Im Spätsommer und Herbst folgt die Depositionsphase in der die Spätholztracheiden gebildet werden. Während dieser Phase reduzieren sich Wachstum und die Saftzufuhr. Dadurch wird das Holz enger, die Zellen dickwandiger und kleinlumiger. Die Spätholztracheiden sorgen für mehr Stabilität, Festigung und Dichte des Holzes. Die Rohdichte des Holzes ist also vom Spätholzanteil des Baumes abhängig. Die dunklere Farbe entsteht durch die höhere Wandigkeit und den damit größeren Ligninanteil des Gewebes. Zudem gibt bei einigen Holzarten wie z.B. Lärche, Fichte oder Kiefer Quertracheiden, welche in radialer Richtung die Holzstrahlen säumen.

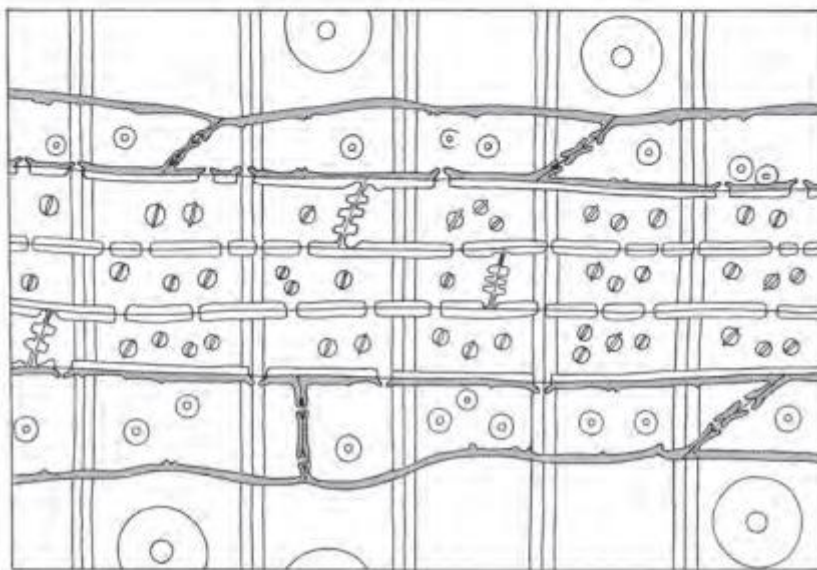
3.2 Holzstrahlen

Holzstrahlen sind radial angeordnet und dienen der Speicherung und der Stoffleitung in radialer Richtung. Der prozentuale Anteil im Nadelholzkörper beträgt bis zu 1%. Bei Nadelholz sind diese meist nur eine Zelle breit und sind gut unter dem Mikroskop im Tangentialschnitt erkennbar. Beim Vorkommen radial verlaufender Harzkanäle (zum Beispiel bei Kiefer, Fichte, Lärche oder Douglasie) sind Holzstrahlen mehrere Zellen breit und schließen die von Epithelzellen umringten Harzkanäle mittig ein. Der Aufbau ist entweder homozellular aus Parenchymzellen oder heterozellular aus Strahlenparenchymzellen und Quertracheiden.

¹ Großer, 1977, S.13



a



b

Abbildung 1:(a) Homozellularer Holzstrahl; (b) Heterozellularer Holzstrahl

3.3 Längsparenchym

Das Längsparenchym besteht aus dünnwandigen, rechteckig-prismatischen Zellen, welche der Stoffspeicherung dienen und einfache Tüpfel besitzen. Sie sind axial angeordnet und bei einheimischen Nadelholzbäumen kaum bis gar nicht vorhanden

3.4 Epithelzellen der Harzkanäle

Epithelzellen zählen zum parenchymatisches Gewebe und kleiden die Harzkanäle innen aus. Sie geben das Harz mit hohem Druck in den Kanal ab. Diese Harzkanäle durchziehen das Holz netzartig in axialer und radialer Richtung. Die axialen Gänge treten überwiegend im Spätholz

auf, die horizontalen ausschließlich in den Holzstrahlen. Sie entstehen durch das Auseinanderweichen von parenchymatischen Zellen und dienen dem Wundverschluss. Die Harzkanäle treten nur in bestimmten Holzarten vor, wobei hinsichtlich ihrer Ausbildung in zwei Arten unterschieden werden kann. Enge Kanäle mit dickwandigen Epithelzellen treten vor allem bei Douglasie, Fichte und Lärche auf. Weite Kanäle mit dünnwandigen Epithelzellen kommen überwiegend bei den Kiefernarten vor.

Tabelle 1: Überblick aller Zelltypen von Nadelholz²

	Zellarten	Hauptfunktion
Axial ausgerichtet	Längstracheiden <ul style="list-style-type: none"> • Frühholztracheiden • Spätholztracheiden 	Wasserleitung Festigung
	Längsparenchym	Speicherung
	Epithelzellen der vertikalen Harzkanäle	Harzausscheidung
Radial ausgerichtet	Quertracheiden (Holzstrahltracheiden)	Wasserleitung
	Strahlparenchym	Speicherung
	Epithelzellen der horizontalen Harzkanäle	Harzausscheidung

² Eigene Darstellung in Anlehnung an (Grosser, 1977 S. 9)

4 Laubholzzelltypen

4.1 Gefäße

Gefäße bestehen aus zahlreichen Gefäßgliedern oder Gefäßelementen, die zu axial verlaufenden Röhren ohne Querwände verschmolzen sind. Ein Gefäßglied stellt somit den einzelligen Teil eines Gefäßes dar. Da diese Glieder als tote Zellen gelten besitzen die Gefäßelemente keinen Protoplasten mehr. Ihre Wände sind verholzt. In den röhrenartigen Gefäßen fließt das Wasser ungehindert ohne dass es durch Membranen von Holztüpfeln aufgehalten wird. Die hauptsächliche Antriebskraft dafür ist der sogenannte Transpirationssog. Die Länge der Gefäße variiert sehr stark. Neben relativ kurzen und nur wenige Zentimeter langen Gefäßen gibt es welche, die mehrere Meter lang werden können. Die Querwände zwischen den einzelnen Gefäßgliedern können komplett oder nur teilweise aufgelöst sein. Bei kompletter Auflösung spricht man von einfacher Durchbrechung, bei teilweiser Auflösung und mehreren Löchern in der durchbrochenen Endwand spricht man von vielfacher Durchbrechung. Die vielfache Durchbrechung kommt nur selten und bei evolutionsbiologisch älteren, primitiveren Holzarten vor. Die häufigste Form von Vielfachdurchbrechungen sind leiterförmig. Dabei bleiben parallel angeordnete Sprossen bei der Auflösung der Querwand stehen. Die Anzahl und das Vorkommen dieser Sprossen ist ein wichtiges mikroskopisches Bestimmungsmerkmal von Laubholzarten. Weitere Formen der vielfachen Gefäßdurchbrechung sind z.B. die netzförmige mit zahlreichen Öffnungen zwischen netzförmig angeordneten Stegen sowie die ephedroide oder foraminale mit kleinen Gruppen annähernd kreisförmiger Löcher. Auf den Längswänden der Gefäße befinden sich viele Tüpfel unterschiedlicher Arten. Die Art hängt von der jeweiligen Nachbarzelle ab. An den Innenwänden können spiralförmige Verdickungen auftreten. Allgemein unterscheiden sich alle Laubholztüpfel von den der Nadelhölzer dadurch, dass sie keine sichtbaren Öffnungen besitzen. Im Laufe des Verkernungsprozesses verstopfen die Gefäße durch Thyllen oder Kernstoffe. Thyllen sind blasenförmige Auswüchse parenchymatischer Zellen, welche dann in die benachbarten Gefäßlumen einwachsen. Diese können dünn- oder dickwandig sein und die Bearbeitbarkeit des Holzes erheblich beeinflussen. Kernstoffe sind phenolische, meist farbige Einlagerungen, welche oft zu einer Erhöhung der natürlichen Dauerhaftigkeit führen.

4.2 Fasern

Fasern bilden bei Laubholz das Festigkeitsgewebe und besitzen eine hohe Rohdichte, welche die Bearbeitbarkeit erschwert. Diese ist von der Wandigkeit der Zellen abhängig, welche je nach Laubholzart variiert. Sie besitzen dicke, stark verholzte Zellwände, ein sehr kleines Lumen und machen einen Anteil von 50-75% vom Laubholzkörper aus. Sie sind axial angeordnet und

kürzer als die Tracheiden des Nadelholzes jedoch die längsten des Laubholzes. Ebenso wie beim Nadelholz wird jedoch in dünnwandige Frühholzfaser und dickwandige Späthholzfaser unterschieden.

4.3 Längsparenchym

Das Längsparenchym besteht aus dünnwandigen Zellen, die der Speicherung dienen und meist Kernstoffe, Kristalle oder Silizium beinhalten. Es handelt sich um lebende Zellen, welche erst im Laufe der Verkernung absterben. Nach der Anordnung wird unterschieden in apotracheales und paratracheales Parenchym. Dabei hat apotracheales Parenchym kein Kontakt zu den Gefäßen, während paratracheales Kontakt zu den Gefäßen besitzt. Der Anteil vom gesamten Gewebe variiert stark von unter 5% bis über 20% bei einheimischen Holzarten und kann bei Tropenholz sogar über 50% betragen.

4.4 Holzstrahlen

Die Holzstrahlen zählen zum parenchymatischen Gewebe und nutzen der Speicherung und Stoffleitung in radialer Richtung. Es gibt homogene Holzstrahlen, welche nur aus liegenden Zellen bestehen und heterogene, welche aus liegenden und aufrechten Zellen zusammengesetzt sind. Auch die Breite variiert zwischen einer Zelle bis zehn Zellen breit. Ihre Anordnung kann unregelmäßig oder stockwerkartig ausgebildet sein. Nur bei wenigen tropischen Hölzern folgt die Anordnung einem regelmäßigen Muster. Harzkanäle mit Epithelzellen innerhalb des Holzstrahls kommen ebenfalls nur bei Tropenhölzern vor.

Tabelle 2: Überblick aller Zelltypen von Laubholz³

Ausrichtung	Zellarten	Hauptfunktion
Axial	Gefäße	Wasserleitung
	Gefäßtracheiden	Wasserleitung
	Vasizentrische Tracheiden	Wasserleitung
	Längsparenchym	Speicherung
	Fasern	
	Libriformfasern	Festigung
	Fasertracheiden	Festigung
	Epithelzellen vertikaler Harzkanäle	Harzausscheidung
Radial	Strahlparenchym	Speicherung
	Epithelzellen horizontaler Harzkanäle	Harzausscheidung

³ Eigene Darstellung in Anlehnung an (Grosser, 1977, S.26)

5 Vergleich

Die Gemeinsamkeiten im Aufbau von Laub- und Nadelholz liegen hauptsächlich in der Erfüllung der Hauptfunktionen: Stoffleitung, Festigung und Speicherung. Jedoch übernehmen beim Nadelholz wenige Zelltypen alle Funktionen, während es beim Laubholz mehr Zelltypen gibt, die in ihren Funktionen spezifisch angepasst sind. Die Nadelhölzer besitzen einen eher einfachen und regelmäßigen Aufbau. Laubhölzer besitzen nicht nur einen wesentlich komplexeren Aufbau, sondern auch ein Vielfältigeren. Unterschiede findet man zudem in den jeweiligen Zelltypen und Zellformen. Die Wasserleitung übernehmen bei den Nadelbäumen Tracheiden, welche gleichzeitig der Festigung dienen. Bei den Laubbäumen übernehmen die Gefäße die Wasserleitung, während die Festigung von den Fasern übernommen wird. Zudem existieren bei den Laubbäumen vasculare und vasizentrische Tracheiden. Diese stellen eine Zwischenstufe zwischen den Tracheiden der Nadelbäume und den Tracheen der Laubbäume dar. Daraus lässt sich ableiten, dass Laubbäume sich im Laufe der Evolution aus Nadelbäumen entwickelt haben.

6 Literaturverzeichnis

Grosser, D. (1977). *Die Hölzer Mitteleuropas*. Verlag Kessel.

Hänsel, A. (2015). *Holz und Holzwerkstoffe Prüfung-Struktur-Eigenschaften*. Dresden: Logos Verlag.

Nultsch, W. (1996). *Allgemeine Botanik*. New York: Georg Thieme Verlag Stuttgart.

Roth-Nebelsick, A. (2006). *Biologie in unserer Zeit*.

Rudolf Schubert, G. W. (1993). *Botanisches Wörterbuch*. Stuttgart: Ulmer Verlag.

Eidesstattliche Erklärung

Ich Lara Förster erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe angefertigt, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht. Die Zustimmung des Partnerunternehmens in der Praxis zur Verwendung betrieblicher Unterlagen habe ich eingeholt. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.