

Holz: leicht – stark – nachhaltig

Holz für innovative Anwendungen
erforschen, verstehen und gestalten.

» Materialforschung trifft
Zukunftsdesign
im Klassenraum

SEKUNDAR
STUFE

I

IDEENGEBER:INNEN UND UMSETZER:INNEN

Wood Vision Lab



Mag.a (FH) Bernadette Karner
Geschäftsführerin
bernadette.karner@wood-vision-lab.com



DI Dr. Thomas Krenke
Projektleiter
thomas.krenke@wood-vision-lab.com

Weitere Kooperationspartner*innen:



HS-Prof. i.R. Mag. Dr. Erich Reichel
Co-Autor/Berater
erich.reichel@live.at



Mag.a Petra Seebacher
proHolz Steiermark
seebacher@proholz-stmk.at



DI Dr.in Birgit Pudelski
proHolz Steiermark
pudelski@proholz-stmk.at

1_ DAS ERWARTET DICH IN DIESEM HEFT

1_ TIPPS

Tipps zum Umgang mit dem Heft	7
Tipps für den Unterricht	9
Das Wood Vision Lab	10

2_ WAS STECKT DRIN? HOLZ IM FOKUS!

Was ist ein Werkstoff?	12
Was ist Holz?	13
Welche Holzwerkstoffe gibt es?	14
Was sind Papier und Viskose?	18

3_ EXPERIMENTE MATERIALEIGENSCHAFTEN

4_ VERKLEBT UND ZUGENÄHT

VERKLEBT UND ZUGENÄHT...	31
--------------------------	----

5_ EXPERIMENTE BEARBEITUNG

6_ STARK, STÄRKER, HOLZ IM LEICHTBAU

STARK, STÄRKER, HOLZ IM LEICHTBAU	39
-----------------------------------	----

7_ EXPERIMENTE DESIGN UND PRODUKT

8_ HOLZ – DER WERKSTOFF DER ZUKUNFT



Inhalt

HOLZ: LEICHT – STARK NACHHALTIG

Auf
einen
Blick!

1_ DAS ERWARTET DICH IN DIESEM HEFT

Im Rahmen des forschend-experimentellen Bildungsvorhabens „HOLZ: LEICHT – STARK – NACHHALTIG“ setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit den physikalischen Eigenschaften und innovativen Nutzungsmöglichkeiten von Holz und Papier / Karton auseinander. Sie analysieren Materialien, entwickeln eigene Produktideen und reflektieren dabei ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge. Das Vorhaben verbindet naturwissenschaftliches Arbeiten mit technischer Gestaltung und gesellschaftlicher Relevanz im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung.

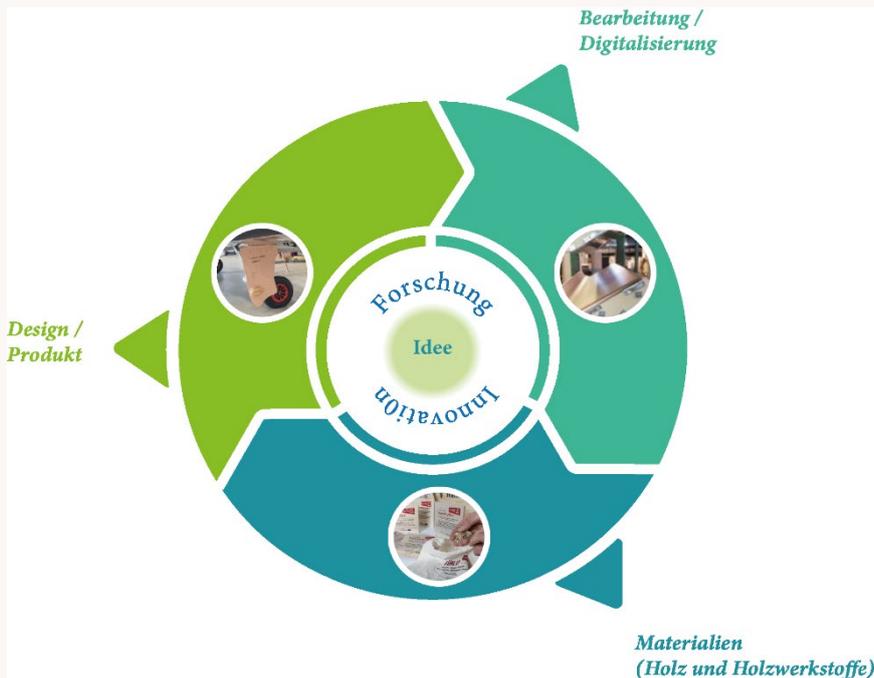


Abbildung 1: Fertigungs-dreieck für den Leichtbau © Wood Vision lab

Dieses Fertigungs-dreieck visualisiert die Schritte von einer neuen Idee zu einem innovativen Produkt. Als Ausgangsmaterial dienen Holz und Holzwerkstoffe mit ihren speziellen Eigenschaften. Da Holz ein inhomogener Werkstoff* ist, muss ausgearbeitet werden, wie das Holz richtig eingesetzt und ausgerichtet wird, damit das Holz die Anforderungen an das Produkt auch besteht. Mit der Produkt- und Design-Idee im Hintergrund wird nach dem richtigen Materialaufbau und der richtigen Bearbeitung geforscht und neue Materialkombinationen und/oder Fertigungsmethoden werden getestet. Schlussendlich muss das neue Produkt am Markt platziert werden. Diesem Ablauf folgt auch dieses „Leichtbau-Forscherheft“.

* Das bedeutet, dass jedes Stück Holz anders aussieht, anders aufgebaut ist und somit auch unterschiedliche Eigenschaften hat.

Folgende Fragen werden in diesem Heft beantwortet:

HOLZWERKSTOFFE

- » Was ist ein Werkstoff?
- » Was ist Holz?
- » Welche Holzwerkstoffe gibt es?
- » Was sind Papier und Viskose?

VERKLEBT UND ZUGENÄHT...

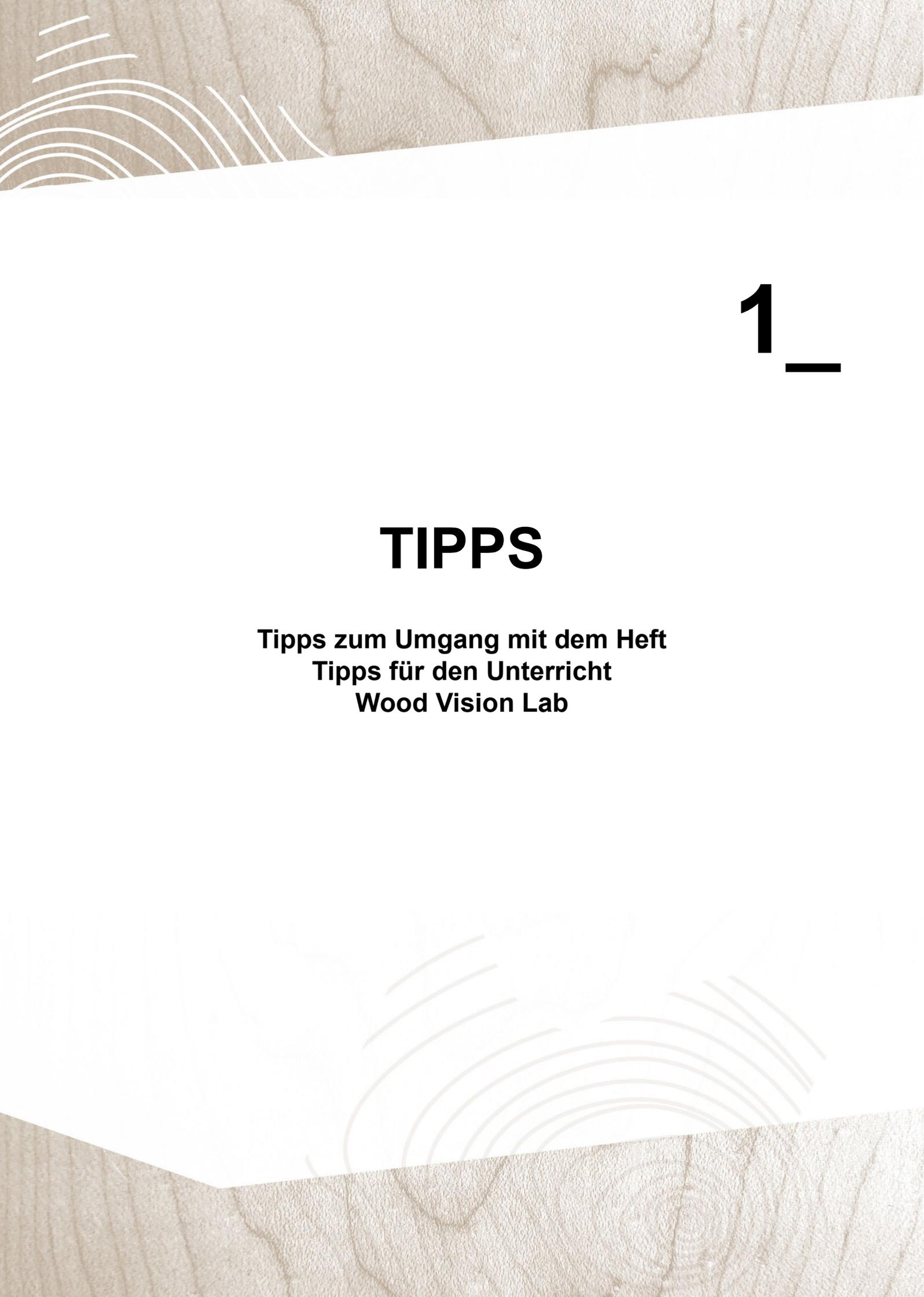
- » Wie kann man Holz und Furnierlagenholz bearbeiten?
- » Wie wird aus Holz Papier gemacht?
- » Wie wird aus Holz Viskose gemacht?
- » Wie verbindet man Holz und andere Werkstoffe?

STARK, STÄRKER, HOLZ IM LEICHTBAU

- » Was ist ein Leichtbauwerkstoff?
- » Was sind die Merkmale und Eigenschaften von Leichtbauwerkstoffen?
- » Warum werden nachhaltige Leichtbauwerkstoffe entwickelt?
- » Wie wird aus Holz ein Leichtbauwerkstoff?
- » Wie kann ich Holz berechenbar machen?
- » Was ist ein digitaler Zwilling?

HOLZ – DER WERKSTOFF DER ZUKUNFT

- » Wie sieht der Weg hinter den neuen Holz-Leichtbauwerkstoffen aus?
- » Wie kommt man auf so eine Idee?
- » Wen braucht man, um so eine Idee umzusetzen?
- » Was sind Voraussetzungen, um sie umzusetzen?
- » Was sind die ersten Schritte?
- » Wo werden Leichtbauwerkstoffe eingesetzt und warum ausgerechnet in diesen Bereichen?
- » Zukunftsaussichten – wo könnten Leichtbauwerkstoffe noch eingesetzt werden?



1_

TIPPS

**Tipps zum Umgang mit dem Heft
Tipps für den Unterricht
Wood Vision Lab**

Tipps zum Umgang mit dem Heft

In diesem Heft werden im ersten Kapitel die Grundlagen zu allen verwendeten Materialien, also den Holzwerkstoffen erklärt. Die Eigenschaften der Materialien können anhand von Experimenten in der Klasse untersucht werden, Hintergrundwissen wird ebenfalls zur Verfügung gestellt.

Das zweite Kapitel beschäftigt sich aufbauend mit der Verarbeitung der Werkstoffe. Auch hier gibt es wieder Vorschläge zu begleitenden Experimenten und Informationen zu den Hintergründen.

Im dritten Kapitel geht es anschließend um die Merkmale, Eigenschaften und den Umgang mit den tatsächlichen Leichtbauwerkstoffen.

Das vierte Kapitel umfasst schließlich das Thema Innovationen - von einer Idee bis zur Marktreife von innovativen Produkten.

Gerne darf das Heft als Vorlage für den Aufbau eines Projekts genommen werden, aber auch einzelne Experimente und Kapitel sind unabhängig durchführbar und können natürlich auch als Anregung für Neues dienen. Alle Experimente sind auf eigenen Seiten und können für Schüler:innen als Vorlage ausgedruckt werden.

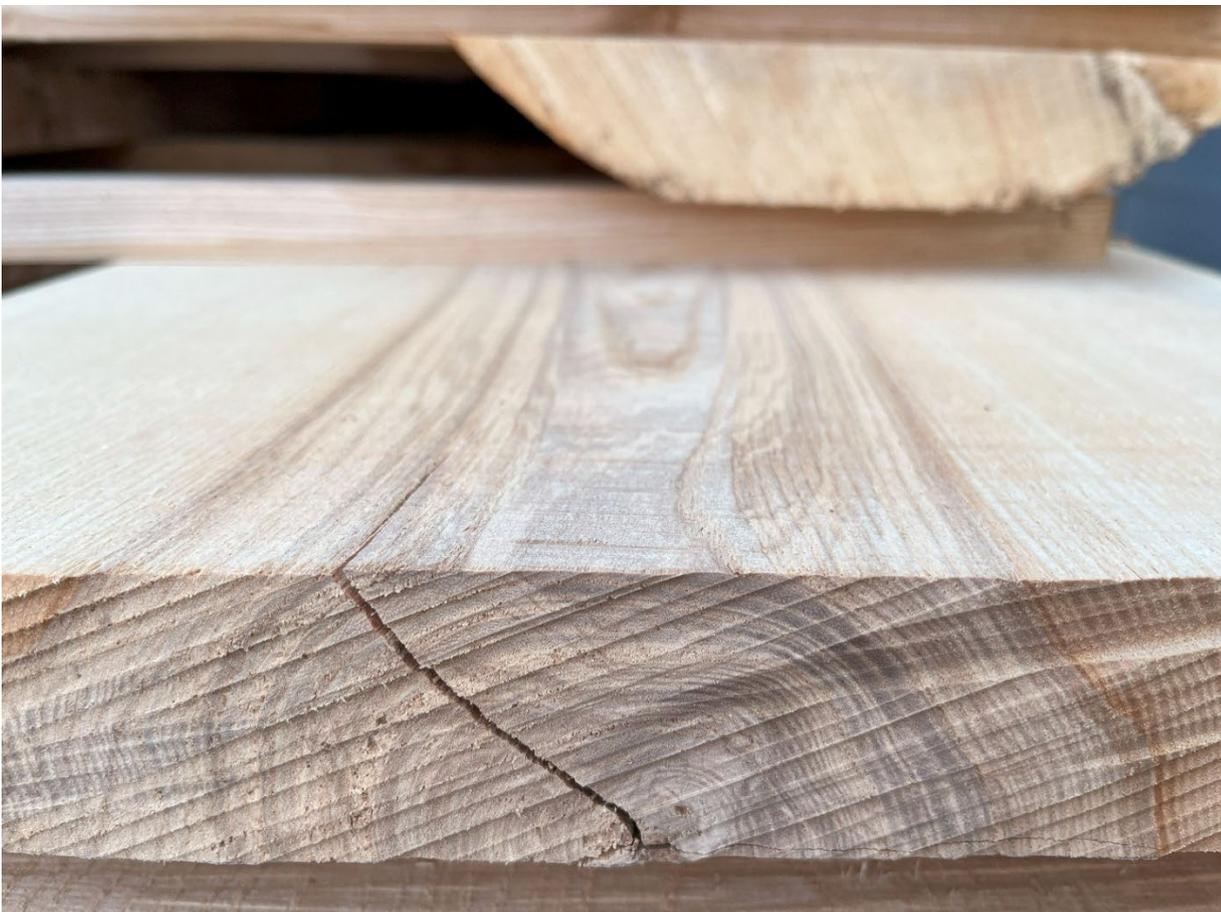


Abbildung 2: Eichenholz © Pudelski/proHolz Steiermark

HOLZ: LEICHT – STARK – NACHHALTIG

FACHDIDAKTISCHES KONZEPT

Schwerpunkt	Im Zuge des forschend-experimentellen Bildungsvorhabens „HOLZ: LEICHT – STARK – NACHHALTIG“ wurde ein Forscherheft entwickelt, anhand dessen sich die Schülerinnen und Schüler mit den physikalischen Eigenschaften und innovativen Nutzungsmöglichkeiten von Holz auseinandersetzen können.
Aufgabe	Ergänzend zu detaillierten Hintergrundinformationen werden zahlreiche Experimente vorgestellt, die den Schüler*innen helfen Materialien zu analysieren, eigene, neue Produktideen zu entwickeln und dabei ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge zu reflektieren.
Schulstufen	7.-12. Schulstufe
Schulform	MS, FS, AHS, BRG, BG
Lehrplanbezug	Das Vorhaben verbindet naturwissenschaftliches Arbeiten mit technischer Gestaltung und gesellschaftlicher Relevanz im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung.
Grobziel	Das Bewusstsein der Schüler*innen für den nachhaltigen und umweltfreundlichen Rohstoff Holz als Basis für innovative Produkte wird gestärkt.

Tipps für den Unterricht

In der Schule sind manche Inhalte nur indirekt über Medien erfahrbar, deshalb: Wenn möglich mit den Schüler*innen zum Beispiel einen Betrieb in der Nähe besuchen.

Für holzfachliche und pädagogisch-didaktische Inputs einfach ab Dezember 2025 das IMOOX-Kursangebot von eLaboration Wood oder andere Fortbildungsformate nützen.

Über die App „elaboration wood“ stehen zu mehreren Kapiteln ab Dezember 2025 digitale Lern- und Quizkarten zur Verfügung, die von bzw. mit den Schüler*innen durchgearbeitet werden können (siehe www.elaboration-wood.at oder ab Dezember 2025 in den App-Stores).

ALLGEMEIN

Selbständiges Experimentieren, Explorieren und Auswerten. Innovatives Denken und Umsetzung neuer Ideen.

UMWELTBILDUNG FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

Klimawandel, Lebensräume, nachhaltige Ressourcennutzung, Recycling und Emissionen

BIOLOGIE UND UMWELTBILDUNG

Bioethik, Umweltschutz und Nachhaltigkeit
Holzanatomie, Fotosynthese, Waldökosysteme

TECHNIK UND DESIGN

Design- und Technikprozesse: Entwicklung, Herstellung, Recycling und Entsorgung
Bearbeitung, Konstruktion, Design

GEOGRAFIE UND WIRTSCHAFTLICHE BILDUNG

Interesse an Innovation und nachhaltigem Handeln, Regionalität von Werkstoffen, Lieferketten

PHYSIK

Kräfte, Spannung, Biegung, Elastizität, Schwingung, elektrische Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit

Das Wood Vision Lab



Abbildung 3: Das Logo des Wood Vision Labs © Wood Vision Lab

Das **Wood Vision Lab (WVL)** ist ein Kompetenz- und Forschungszentrum, das sich mit einer spannenden Frage beschäftigt: Wie kann man **Holz** so weiterentwickeln, dass es als moderner Werkstoff in ganz neuen Bereichen eingesetzt werden kann? Anders als beim klassischen Holzbau für Häuser versteht man unter **Holzleichtbau** hier Materialien, die besonders **leicht und stabil** sind – und nicht nur für Gebäude, sondern zum Beispiel auch für **Autos, Fahrräder oder Maschinen** verwendet werden.

Im WOOD VISION LAB erforscht man zuerst die **Eigenschaften von Holz** und anderen natürlichen Materialien wie **Papierfasern** oder **Viskose** (das ist ein Stoff aus Pflanzen). Danach werden daraus neue Werkstoffe entwickelt. Das können reine **Furnierlagenhölzer** sein – also viele dünne Holzschichten, die übereinandergelegt und verklebt werden. Oder es entstehen **Hybride**, bei denen Holz mit anderen Materialien wie **Kunststoffen, Stahl** oder **Viskosefasern** kombiniert wird. So bekommt man Materialien, die die Vorteile aller Bestandteile vereinen: Sie sind **leicht, stabil und oft sogar umweltfreundlich**.

Ein Beispiel: Im Auto kann ein sogenannter **Seitenaufprallschutz** aus einem Holz-Hybrid-Werkstoff gebaut werden. Dabei werden verschiedene Materialien so angeordnet, dass sie bei einem Unfall besonders viel Energie aufnehmen und die Insassen schützen. In so einem Bauteil könnten zum Beispiel Holzlagen, Papierwaben und Viskosefasern gemeinsam für maximale Sicherheit sorgen.

Das große Ziel beim Holzleichtbau ist immer: **Maximale Stabilität bei minimalem Gewicht**. Je leichter ein Bauteil ist, desto weniger Energie braucht zum Beispiel ein Auto beim Fahren – das spart CO₂ und schont die Umwelt. Deshalb beschäftigt sich das WOOD VISION LAB auch mit neuen Strukturen wie **Kartonwaben**, die das Material noch leichter machen.

So zeigt das Wood Vision Lab, wie man aus dem natürlichen Rohstoff Holz einen echten **Hightech-Werkstoff** für die Zukunft machen kann – und warum es sich lohnt, Holz, Papier und Co. ganz neu zu erforschen.



Abbildung 4: Seitenaufprallträger vom Wood Vision Lab
1. Kartonstruktur; 2. Elastische Klebschicht; 3. Laminieretes Furnier ©Wood Vision Lab

WAS STECKT DRIN?

HOLZ IM FOKUS!

Was ist ein Werkstoff?

Was ist Holz?

Welche Holzwerkstoffe gibt es?

Was sind Papier und Viskose?



Was ist ein Werkstoff?

INFOBOX WERKSTOFFE

Werkstoffe sind Materialien, die durch verschiedene Produktionsprozesse zu Endprodukten (also käuflich erwerblichen Produkten) verarbeitet werden. In der Regel handelt es sich dabei um Rohstoffe, Hilfsstoffe, Halbzeuge und Halbfertigprodukte

Werkstoffe können nach verschiedenen Aspekten eingeteilt werden:

Nach der Art des Werkstoffs

- » Metalle – z. B. Eisen oder Aluminium, sind meist fest, glänzend und leiten Strom gut.
- » Nichtmetalle – z. B. Graphit, haben andere Eigenschaften als Metalle, wie zum Beispiel schlechte Wärmeleitfähigkeit.
- » Organische Werkstoffe – z. B. Holz oder Kunststoff, bestehen aus Kohlenstoffverbindungen.
- » Anorganische, nichtmetallische Werkstoffe – z. B. Glas oder Keramik, sind oft hart und hitzebeständig.
- » Halbleiter – z. B. Silizium, wichtig für Technik wie Computerchips.

Nach dem Aufbau (Struktur)

- » Kristallin – Atome sind regelmäßig geordnet (z. B. Metalle).
- » Amorph – Atome sind ungeordnet (z. B. Glas).

Nach der Verwendung

- » Konstruktionswerkstoffe – stark und belastbar, z. B. Stahl für Brücken oder Autos.
- » Funktionswerkstoffe – haben besondere Eigenschaften, z. B. leiten Strom oder sind magnetisch.

Nach der Herkunft

- » Natürliche Werkstoffe – z. B. Holz, Stein oder Baumwolle.
- » Künstliche (technische) Werkstoffe – vom Menschen hergestellt, z. B. Kunststoff oder Beton.

Nach der Wiederverwendbarkeit

- » Recyclingfähig – können wiederverwertet werden, z. B. Aluminium oder Glas.
- » Nicht recyclingfähig – müssen entsorgt werden, z. B. manche Kunststoffe

Werkstoffe unterscheiden sich aber nicht nur in ihrer Art und Herkunft, sondern auch in ihren spezifischen Eigenschaften. Diese Eigenschaften entscheiden darüber, wofür ein Material geeignet ist – etwa beim Bauen, Formen oder in technischen Anwendungen. Deshalb werden auch die Eigenschaften der Materialien in verschiedene Gruppen eingeteilt:

ELEKTRISCH

- Elektrische Leitfähigkeit
- Magnetische Eigenschaften

MECHANISCH

- Härte
- Dichte
- Festigkeit
- Elastizität
- Plastizität

ÖKOLOGISCH

- Rohstoff-/Energieverbrauch
- Recyclingfähigkeit
- Giftigkeit

OPTISCH-AKUSTISCH

- Lichtbrechung
- Reflexion (Glanz)Transparenz
- Undurchsichtigkeit
- Schallabsorption
- Schallreflexion
- Resonanz

TECHNOLOGISCH

- Gießbarkeit
- Umformbarkeit
- Zerspanbarkeit
- Oberflächengüte

THERMISCH

- Wärmeausdehnung
- Wärmeleitfähigkeit
- Warmfestigkeit
- Kaltzähigkeit (= die Fähigkeit eines Werkstoffs, auch bei tiefen Temperaturen zäh zu bleiben, also nicht spröde zu werden und zu brechen)

Was ist Holz?

Holz ist ein natürlicher Werkstoff, der von Bäumen stammt. Ein Baum bildet das Holz so, wie er es zum **Überleben** braucht – zum **Stützen**, zum **Transport von Wasser und Nährstoffen** und zum **Schutz**. Dabei achtet der Baum nicht darauf, wie leicht das Holz später zu verarbeiten ist – es ist also **nicht für Maschinen gemacht**, sondern **für die Natur**.

Vollholz



Abbildung 5: Vollholzplatte ©Wood Vision Lab/proHolz Steiermark Werkstoffbox

Pures Holz, ganz ohne Leim wird Vollholz genannt. Es wird im Sägewerk im Ganzen aus dem Stamm gesägt und ist somit bezüglich der Dimension eingeschränkt (es kann nur so groß sein, wie der nutzbare Teil des Baumstammes ist). Wenn Vollholz nicht in Trockenkammern oder über einen längeren Zeitraum im Freien bzw. in einer Halle getrocknet wurde, enthält es noch relativ viel Feuchtigkeit. Diese Feuchtigkeit sorgt dafür, dass sich die Form des Holzes möglicherweise laufend verändert (es kann größer/kleiner werden (Quellen/Schwinden) oder sich „verziehen“ (z.B. aufwölben). Dieser Effekt kann (zum Beispiel bei Holznägeln) bewusst eingesetzt werden, kann aber auch zu Rissen im Holz führen. Diese natürlichen Veränderungen machen sich durch Schleifen von Türen am Boden oder das „Knacksen“ bei Holzböden in der trockenen Heizperiode bemerkbar. Da bei Vollholz dem Quellen und Schwinden nicht bewusst entgegengewirkt wird, muss das beim Einsatz (zum Beispiel durch Dehnfugen) entsprechend berücksichtigt werden.

Holzexpert*innen unterscheiden daher bei Brettern auch zwischen einer linken und einer rechten Seite. Die rechte Seite ist die dem Kern (also dem Innenteil des Baumes)

CHEMISCH

- Korrosionsbeständigkeit
- Säurebeständigkeit
- Laugenbeständigkeit
- Brennbarkeit
- Schmelztemperatur

zugewandte Seite, welche sich bei Feuchtigkeitsveränderung weniger verformen wird als die dem Kern abgewandte Seite (also die linke Seite). Jedes Stück Vollholz ist einzigartig. Denn die Optik von Vollholz ergibt sich aus der natürlichen Holmaserung (aus der Anordnung der Jahresringe). Äste können bei der Verarbeitung stören, oder gezielt als Designelemente eingesetzt werden. Vollholz ist besonders ökologisch und hat wissenschaftlich nachgewiesen einen gesundheitsfördernden und beruhigenden Effekt.

Massivholz



Abbildung 6: Massivholzplatten mit dem Ausgangsmaterial Holzstücke ©Wood Vision Lab/proHolz Steiermark Werkstoffbox

Wie Vollholz besteht Massivholz vollständig aus „echtem“ Holz. Allerdings bestehen die verarbeiteten Teile nicht aus einem durchgehenden Stück Holz. Für Massivholz werden gleichgroße Holzstücke miteinander verleimt, gehobelt und verarbeitet. Dadurch kann man Holz-Strukturen erstellen, welche auf Grund der Maße nicht mit Vollholz möglich wären.

Massivholz wird als „Brett-Schichtholz“ zum Beispiel im Holzbau verwendet. Im Gegensatz zum „Sperrholz“ werden die einzelnen Holzschichten dabei nicht kreuzweise, sondern mit gleichgerichtetem Faserverlauf verleimt.

Im Möbelbau kommt Massivholz unter anderem in Form von „Leimholz“ zum Einsatz. Dabei werden mehrere Zentimeter breite Holzlamellen nebeneinandergelegt und zu einer großflächigen Holzplatte verleimt.

Holzarten

Man unterscheidet hauptsächlich zwischen:

- **Laubholz** (z. B. Buche, Eiche): hart, meist schwerer, wächst langsamer.
- **Nadelholz** (z. B. Fichte, Kiefer): weicher, leichter, wächst schneller.

Warum wird Laubholz in Zukunft immer wichtiger?

Aufgrund des **Klimawandels** wird es in Zukunft immer mehr **Laubbäume** in den **heimischen Wäldern** geben. Deshalb ist es sinnvoll, sich bereits heute mit möglichen neuen Einsatzgebieten für Laubholz auseinanderzusetzen.

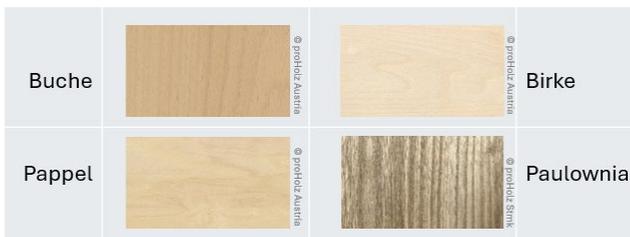


Abbildung 7: Holzarten, die am häufigsten im Wood Vision Lab eingesetzt werden, © proHolz Austria

Warum brauchen wir Holzwerkstoffe?

Ökologisch betrachtet

Der Vorteil ist, dass bei der Verarbeitung von Holz zu Werkstoffen auch Resthölzer (zum Beispiel nicht benötigte Holzabschnitte aus Sägewerken) oder bereits gebrauchtes Holz eingesetzt werden kann (das wird in der Fachsprache als „kaskadische Nutzung“ bezeichnet). Dadurch wird die Ökobilanz des nachwachsenden Rohstoffes optimiert.

Neue Eigenschaften

Des Weiteren weisen Holzwerkstoffe oft höhere Festigkeiten auf als Vollholz. Außerdem sind bei den meisten industriell erzeugten Holzwerkstoffen das Quellen und Schwinden nicht so stark ausgeprägt wie bei unbehandeltem, massivem Holz. Auch die Flächengrößen bzw. Längen können dem Einsatzgebiet entsprechend angepasst werden.

Im Gegenzug dazu besticht Vollholz durch eine einzigartige Haptik und Optik, einen wissenschaftlich nachgewiesenen gesundheitsfördernden Aspekt und die leichte Bearbeitbarkeit.

Je nach Einsatzgebiet entscheiden sich die Holzexpert*innen für einen bestimmten Werkstoff: Soll ein Holzmöbel z.B. besonders günstig sein, wird es zumeist

aus Spanplatten-Teilen gefertigt. Soll es besonders ökologisch und langlebig sein und vielleicht sogar mehrfach abgeschliffen werden können (zum Beispiel um Nutzungs-Spuren von Holztischen oder Holzböden zu entfernen), wird man sich eher für Vollholz oder Massivholz entscheiden. Wenn Holzträger besonders hohe Lasten tragen müssen oder über große Längen eingebaut werden sollen, wird man am ehesten verleimte Holzbalken einsetzen und keine reinen Vollholzbalken.

Welche Holzwerkstoffe gibt es?

Grundsätzlich wird für die meisten Holzwerkstoffe das Holz in irgendeiner Form zerkleinert und anschließend mit zusätzlichen Stoffen wieder zusammengefügt („verpresst“). Größe und Form der Holzpartikel entscheiden über die Art des Holzwerkstoffes und seine Eigenschaften. Zum Beispiel werden damit Optik, Stabilität oder auch der Preis beeinflusst.

Einige Holzwerkstoffe sind dabei aus Holzfasern oder -spänen aufgebaut, bei anderen werden flächige Holzteile schichtweise verleimt.

Folgende gängige Holzwerkstoffe werden auf den nächsten Seiten kurz vorgestellt:

- » Sperrholz (Brettsperrholz)
- » OSB-Platte (Oriented Strand Board)
- » Spanplatte
- » MDF-Platte (MittelDichte (Holz)Faserplatte)

Sperrholz (Brettsperrholz)



Abbildung 8: Brettsperrholzplatten mit dem Ausgangsmaterial dünnere Bretter ©Wood Vision Lab

Das ist der Überbegriff für im Bauwesen verwendete Massivholztafeln, die aus mehreren über Kreuz flach aufeinander verleimten Brettlagen bestehen. Durch den kreuzweisen ausgeführten Aufbau von mindestens drei Lagen Holz wird eine hohe Formstabilität erreicht. Jede Holzschicht verhindert die Formveränderung durch

Quellen und Schwinden der rechtwinklig dazu liegenden Lage (sie „sperrt“ sie ab – darum „Sperrholz“).
Dünneres Sperrholz wird unter anderem im Innenausbau (zum Beispiel für Möbel) verwendet. Dickes Brettsperrholz wird im Holzbau (zum Beispiel für massive Holzwände) eingesetzt.

OSB-Platte



Abbildung 9: OSB-Platte mit dem Ausgangsstoff grobe Holzspäne © Wood Vision Lab/proHolz Steiermark Werkstoffbox

„Oriented Strand Board“ (= engl. „Platte aus ausgerichteten Spänen“), auch Grobspanplatten genannt, sind Holzwerkstoffe, die aus länglichen, schlanken Spänen hergestellt werden. Die Späne können dabei bis zu 20 cm lang sein. Die Späne werden aber nicht einfach „wild“ durcheinandergemischt, sondern sind strukturiert in drei Schichten angeordnet. In jeder Einzellage sind sämtliche Späne einheitlich ausgerichtet (sie weisen in die gleiche Richtung). Diese bewusste (kreuzweise) Streuung sorgt dafür, dass OSB-Platten besonderes widerstandsfähig sind. Ihre Festigkeit ist ungefähr zwei- bis dreimal höher als jene von „normalen“ Spanplatten“. Aufgrund des hohen Kleberanteils dichtet die OSB-Platte sehr gut ab (hoher Wasserdampfdiffusionswiderstand).

OSB-Platten werden unter anderem für Holzbauten oder für Trockenbauwände eingesetzt (unter anderem in Kombination mit Gipskartonplatten). Manchmal werden OSB-Platten auch als dekoratives Element zum Beispiel bei Fußböden oder Möbel genutzt.

Spanplatte



Abbildung 10: Spanplatte mit dem Ausgangsstoff kleine Holzspäne © Wood Vision Lab/proHolz Steiermark Werkstoffbox

Spanplatten werden aus kleinen Holzteilen (Spänen) und Bindemittel hergestellt. Die häufigste Art der Spanplatte ist

die Flachpressplatte, welche aus unterschiedlich großen verleimten Spänen besteht. Sie wird in zumeist drei bis fünf Schichten zu einer Mehrschichtplatte verpresst, wobei die äußeren beiden Schichten aus feinerem Spanmaterial hergestellt werden. Das hat vor allem optische Gründe – zum Beispiel, wenn die Platten für den Möbelbau mit Furnieren verklebt werden. Länge und Breite der Platte haben nahezu das gleiche Quell- und Schwindverhalten. Spanplatten werden vielseitig eingesetzt: Vom Möbelbau bis hin zum kompletten Innenausbau (unter anderem auch bei Fußbodenaufbauten).

Holzfaserverplatte



Abbildung 11: Holzfaserverplatte mit dem Ausgangsstoff feine Holzfasern © Wood Vision Lab/proHolz Steiermark Werkstoffbox

Die Faserplatte ist eine mitteldichte Holzfaserverplatte (auch MDF genannt). Sie besteht aus zerfasertem, hauptsächlich rindenfreiem Nadelholz, welches zu einem gleichmäßigen, homogenen Holzwerkstoff verpresst wird. Die Kanten sind glatt und fest und können relativ einfach profiliert werden (im Gegensatz zu Spanplatten, die beim Schneiden und Profilieren oft „ausfransen“). Ähnlich wie die Spanplatte hat auch die MDF-Platte eine geringere Festigkeit als Vollholz, besitzt aber in alle Richtungen nahezu gleiche Quell- und Schwindeigenschaften.

Holzfaserverplatten werden unter anderem überall dort eingesetzt, wo die Späne der klassischen Spanplatte zu „grob“ sind bzw. wo Platten in sehr spezifische Formen gepresst werden müssen (zum Beispiel werden Hartfaserstücke in der Automobilindustrie verwendet – die benötigten Teile werden gleich in die endgültige Form gepresst).

Die Geschichte der Holzwerkstoffe

Früher war Holz in vielen Bereichen der dominierende Werkstoff – für Häuser, Möbel, Werkzeuge und Fahrzeuge. Mit der Industrialisierung geriet es zunehmend in den Hintergrund. Heute erlebt Holz ein Comeback – vor allem im Rahmen der so genannten „Bioökonomie“. Diese Form der Wirtschaft basiert auf nachwachsenden Rohstoffen und will fossile Ressourcen durch erneuerbare

ersetzen. Holz eignet sich dafür besonders gut: Es ist biologisch abbaubar, Kohlenstoff speichernd und vielfältig einsetzbar – von Papier über Textilien bis zu Verbundwerkstoffen (= Materialien, die Holzfasern oder -partikel und andere Stoffe enthalten – zum Beispiel die Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe WPC).

Die Nutzung von Holz ist dabei ein Kreislaufprozess: Bäume entnehmen im Zuge der Fotosynthese CO₂ (**Kohlenstoffdioxid**) aus der Luft und speichern dessen Bestandteile in allen verholzenden Teilen. Wird dieses Holz genutzt – zum Beispiel in einem Auto oder einem Möbelstück – bleibt der Kohlenstoff gespeichert. Erst bei der Verrottung oder Verbrennung wird es wieder freigesetzt. Wird im Wald im Sinne der Nachhaltigkeit parallel dazu dafür gesorgt, dass ausreichend neue Bäume nachwachsen, die wiederum CO₂ aufnehmen, bleibt der **Kohlenstoffkreislauf** im **Gleichgewicht**.

Holz in der Mobilität

Die Verwendung von Holz im Bereich der Mobilität reicht weit zurück und ist eng mit der Entwicklung menschlicher Fortbewegung verbunden. Bereits in der **Antike oder bei den Wikingern** war Holz ein zentrales Material für Transportmittel unterschiedlichster Art: Wagenräder, Kutschen, Schiffe. Auch erste Fluggeräte wurden aus Holz gefertigt. Gründe für die damalige Dominanz des Werkstoffs lagen auf der Hand: Holz war nahezu überall verfügbar, relativ leicht und gut zu verarbeiten und bot – besonders im Verhältnis zu seiner Dichte – eine bemerkenswerte Festigkeit. Auch die Möglichkeit, Holz ohne aufwendige Technik zu formen, zu verbinden und zu reparieren, trug zu seiner weiten Verbreitung bei.

Mit dem Einzug der **Industrialisierung** und dem Aufkommen neuer Werkstoffe wie Stahl, Aluminium und später Kunststoffe verlor Holz in der modernen Fahrzeugtechnik über viele Jahrzehnte an Bedeutung. Die neuen Materialien waren normierbar, reproduzierbar, d.h. in gleicher Qualität herstellbar, und boten vor allem eine höhere Temperatur- und Feuchtigkeitsbeständigkeit. In der Massenfertigung schien Holz daher zunehmend unpraktisch – es galt als altmodisch, schwer berechenbar und nicht wettbewerbsfähig gegenüber den metallischen Alternativen und Kunststoffen.

Neue Anforderungen – neue Werkstoffe

Doch dieser Trend kehrt sich zunehmend um. Angesichts steigender Umweltaforderungen, globaler Klimaziele und dem Wunsch nach ressourcenschonenden Produktionsprozessen erlebt Holz heute eine Renaissance – auch im Mobilitätssektor. Die Rückbesinnung auf nachwachsende Rohstoffe, kombiniert mit neuen,

leistungsfähigen Holzwerkstoffen und modernen Fertigungstechnologien eröffnet dem Werkstoff völlig neue Anwendungsfelder.

Wie wird das Holz für den Leichtbau verarbeitet?

Im Wood Vision Lab wird kein massives Holz, sondern **Furnier** verwendet. Darunter versteht man **dünne Holzblätter**, die vom Stamm abgetrennt werden. Es gibt zwei Arten von Furnier:

- **geschältes Furnier:** Der Stamm wird von einer Maschine gedreht – das Holz wird mit einer Klinge dünn abgeschält (ähnlich dem Prinzip des „Sparschälers“ in der Küche). Ergebnis ist ein viele Meter langes, durchgängiges Furnierstück.
- **gemessertes Furnier:** Hier werden mit extrem scharfen Messern feine Blätter vom Holzstück abgenommen (vom Prinzip her ähnlich, wie wenn aus einem Baumstamm Bretter geschnitten werden, nur ist das Furnier viel dünner als ein Brett).

Furnierschichtplatte



Abbildung 12: Furnierschichtplatte mit dem Ausgangsmaterial Furnier © Wood Vision Lab/proHolz Steiermark

Wird auch Furniersperrholz genannt und ist ein symmetrisch aufgebauter Lagenwerkstoff aus mehreren, kreuzweise verleimten Schichten von Schäl furnieren. Diese unterscheiden sich vom „klassischen“ Sperrholz in der Dicke der Schicht (die Furniersperrholzschichten sind wesentlich dünner als jene von anderen Sperrholzarten). Die Anzahl der Schichten ist fast immer ungerade. Durch die Anzahl und Anordnung der Furnierlagen ergeben sich der Plattenaufbau und seine spezifischen Festigkeitseigenschaften. Platten über 12 mm Dicke und mit mindestens fünf Lagen werden auch als Multiplex-Platten bezeichnet.

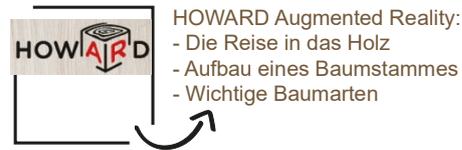
Furnierschichtplatten werden zum Beispiel im Möbelbau verwendet oder als Terrassenboden eingesetzt. Es kommt von der Haptik her sehr nah an Vollholz heran, ist aber kostengünstiger und verändert die Form kaum.

Im Wood Vision Lab wird für den Leichtbau meist **geschältes Furnier genutzt**, weil es sich gut verarbeiten lässt und effizient hergestellt werden kann. Dank innovativer Verarbeitungsverfahren wie der CNC-gestützten 3D-Bearbeitung, der Schichtverleimung oder hybrider Materialkombinationen mit biobasierten Harzen oder Faserverbundsystemen lässt sich Holz heute so präzise und leistungsfähig einsetzen wie nie zuvor. Dadurch ist es nicht mehr nur für dekorative Anwendungen im Innenraum interessant, sondern zunehmend auch für tragende und sicherheitsrelevante Bauteile.

Ergänzende Lehr- und Lernmaterialien

Holzforscherheft 1.0 und 2.0
auf www.holzmachtschule.at

HOWARD Augmented Reality Cube
auf www.holzmachtschule.at/howard/



Für Holzleichtbauwerkstoffe wird aufgrund der speziellen Holzeigenschaften vor allem **Laubholz** verwendet. Dabei wird besonders darauf geachtet, dass das Holz aus **nachhaltig** bewirtschafteten Wäldern der Region stammt. Das bedeutet: Für jeden gefälltten Baum wird ein neuer gepflanzt, und die Wälder werden langfristig gesund erhalten. Diese nachhaltige Herkunft wird durch das FSC® oder PEFC™-Gütesiegel bestätigt.

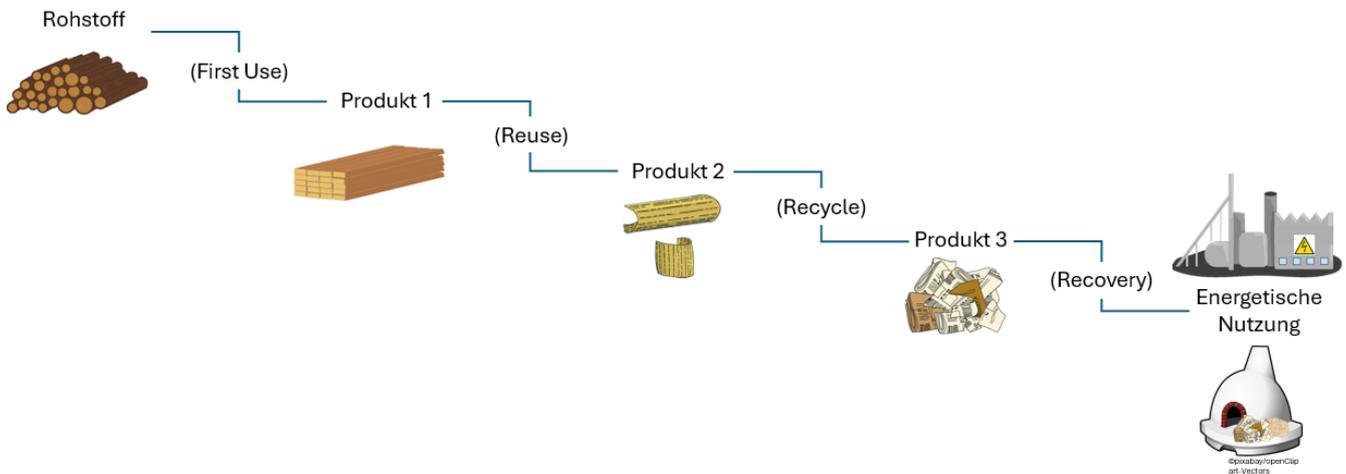


Abbildung 13: Prinzip der kaskadischen Nutzung © proHolz Steiermark

INFOBOX „KASKADISCHE NUTZUNG“

Unter dem Begriff „kaskadische Nutzung“ wird die mehrstufige Nutzung von Rohstoffen und Produkten verstanden. Wobei die energetische Nutzung erst als allerletzter Schritt erfolgt. Diese Art der Nutzung dient der Ressourcen- und Umweltschonung. Im Holzbereich bedeutet das auch eine deutliche Verlängerung der Kohlenstoffspeicherung

Was sind Papier und Viskose?

Papier – der feine Werkstoff aus Holzfasern

Nachdem Papier meist aus Holz hergestellt wird, besteht es ebenfalls hauptsächlich aus pflanzlichen Fasern. Manchmal werden für die Papierproduktion aber auch andere Pflanzen wie Gras oder Baumwolle oder recyceltes Altpapier verwendet. Die Rohstoffe für die Papierherstellung werden stark zerkleinert und in Wasser aufgelöst. Dabei entsteht ein Faserbrei, der in der Papiermaschine auf einem Sieb entwässert, gepresst und getrocknet wird. So entsteht ein dünnes, flexibles Blatt Papier.

Papier ist in seiner einfachsten Form nicht besonders reißfest oder wasserbeständig. Es kann sich bei Feuchtigkeit wellen oder reißen bzw. bei Trockenheit spröde werden. Deshalb wird es oft mit Zusatzstoffen behandelt oder beschichtet, um es stabiler oder glatter zu machen – zum Beispiel für Druckerpapier, Bücher oder Verpackungen.

Je nach Herstellungsart und Faserlänge unterscheidet man zwischen verschiedenen Papiersorten – von weichem Toilettenpapier bis zu festem Zeichenkarton. Auch die Farbe, Dicke und Oberfläche können stark variieren.

Karton – das „Vollholz“ unter den Papieren

Karton ist im Grunde nichts anderes als dickes Papier – aber mit besonderen Eigenschaften. Er besteht meist aus mehreren Lagen Papierfasern, die miteinander verpresst werden. Dadurch ist Karton stabiler, fester und tragfähiger als normales Papier.

Wie Vollholz ist auch Karton in seiner Form begrenzt – er kann sich bei Feuchtigkeit verziehen oder aufquellen. Deshalb wird er oft mit einer Schutzschicht versehen, vor allem bei Verpackungen für Lebensmittel oder Elektronik. Karton wird in vielen Bereichen eingesetzt: als Verpackungsmaterial, für Bastelarbeiten, Buchumschläge oder Modelle. Besonders bekannt ist der Wellkarton, der aus mehreren Schichten besteht. Die gewellte Innenschicht sorgt dabei für zusätzliche Stabilität. Diese Struktur erinnert ein wenig an die Jahresringe im Holz: Sie gibt dem Material Richtung und Festigkeit.

Viskose – die pflanzliche Faser mit textilem Charakter

Viskose ist ein Material, das zwar nicht wie zum Beispiel Baumwolle direkt aus Pflanzen gewonnen wird, aber dennoch pflanzlichen Ursprungs ist. Die Basis bildet

Zellulose, also der Hauptbestandteil von Holz und anderen Pflanzen. Diese Zellulose wird unter anderem aus den Bäumen gewonnen und chemisch verarbeitet, bis daraus eine spinnbare Faser entsteht. Diese fühlt sich weich, glatt und angenehm auf der Haut an – ähnlich wie Seide. Deshalb wird Viskose oft auch als „Kunstseide“ bezeichnet.

Viskose ist saugfähig, atmungsaktiv und lässt sich gut färben. Allerdings reagiert sie empfindlich auf Feuchtigkeit: Wenn sie nass wird, verliert sie an Festigkeit und kann sich leicht verformen. Beim Waschen muss man deshalb vorsichtig sein – zu heiß oder zu nass kann die Faser beschädigen.

Die Eigenschaften von Papier, Karton und Viskose sind im eLABoration Wood Inhalt eines weiteren Bildungsvorhabens (ab November 2025 online auf www.elaborationwood.at kostenlos verfügbar):

Materialien eLABoration Wood

Bildungsvorhaben „holzbasierte Bioökonomie“ Sek I

Ergänzende Lehr- und Lernmaterialien

Papierforscherheft, Papier-Experimenteboxen und weitere kostenlose Lehr- und Lernmaterialien rund um Papier & Karton: <https://www.papiermachtschule.at/>

INFOBOX

Obwohl Viskose aus einem natürlichen Rohstoff stammt, ist sie keine Naturfaser im klassischen Sinn. Die Herstellung erfolgt industriell und benötigt Chemikalien, um die Zellulose in eine spinnbare Form zu bringen. Deshalb zählt Viskose zu den sogenannten halbsynthetischen Fasern – sie ist also nicht künstlich wie Polyester, aber auch nicht rein natürlich wie Baumwolle.

Die Eigenschaften von Viskose hängen stark von der Verarbeitung ab. Es gibt Varianten, die besonders weich und fließend sind (z. B. für Kleidung), aber auch festere Formen, die für technische Textilien oder Heimtextilien verwendet werden.



3
_

EXPERIMENTE MATERIALEIGENSCHAFTEN

**So biegsam und so stark!
Die Wärmeleitfähigkeit von Holz!
Das ist die perfekte Welle... oder Wabe!
Das ist alles Schall und... Holz!**

So biegsam und so stark

Um die grundlegenden Eigenschaften von Holz am besten „begreifen“ zu können, eignen sich Furniere verschiedener Holzarten. Die unterschiedliche Maserung, Farbe, Gewicht, und Stabilität werden sofort deutlich, wenn die Furniere aufgelegt werden. Die Erkenntnisse aus diesem Vorversuch sind die Grundlage für das Verständnis der weiteren Experimente.

Material ✓

- » Unterschiedliche Furniere
- » Spaghetti oder Holzstäbchen
- » Klebeband (flexibel)
- » Holzklötzchen
- » Sprühflasche

Tipp!

Die Furniere können ohne weitere Erklärungen einfach in der Klasse aufgelegt werden. Die Schülerinnen und Schüler entscheiden selbständig, wie sie die Eigenschaften untersuchen und welche Erkenntnisse für einen späteren Zeitpunkt hilfreich sein könnten.

Biegsam und stark zugleich

Alle Furniere werden zuerst aufgelegt und betrachtet. Unterschiede bei den optischen Merkmalen können dokumentiert werden.



Abbildung 14: Buchenfurniere mit Wasser besprüht © Wood Vision Lab

Anschließend werden die Furniere mit und gegen die Faserrichtung gebogen, eventuell sogar gebrochen.

Dabei reagierend die verschiedenen Holzarten sehr unterschiedlich. Beobachtungen wie die Oberflächenbeschaffenheiten, der Geruch, die Steifigkeit und die Elastizität können erneut festgehalten werden.

Eine wichtige Beobachtung ist die Tatsache, dass sich Furniere mit der Faserrichtung (Maserung) deutlich leichter biegen und brechen lassen als gegen die Faserrichtung. Dies liegt am Holzaufbau.

Ein weiterer Versuch, die **Spaghetti-Brücke** verdeutlicht eindrucksvoll den Grund dafür:



Abbildung 15: Spaghetti-Brücke © Wood Vision Lab

Ungekochte Spaghetti-Nudeln werden parallel zueinander mit einem flexiblen Klebeband zu einer Matte verklebt. Anschließend werden die Matten einmal längs und einmal quer als Brücke zwischen zwei Klötzchen gelegt und bei Bedarf mit einem kleinen Gewicht beschwert. Die Spaghetti verlaufen ähnlich wie die Leitungsbahnen und die Fasern im Holz, die Matten verhalten sich wie die Furniere.

Die Wärmeleitfähigkeit von Holz

Bei vielen neuartigen Produkten in Leichtbauweise, wie zum Beispiel der Kühltruhe aus Holz, spielt eine möglichst niedrige Wärmeleitfähigkeit eine entscheidende Rolle. Ein einfacher Versuch, um die Wärmeleitfähigkeit unterschiedlicher Materialien zu testen, ist, darauf Eiswürfel schmelzen zu lassen.

Material ✓

- » Fliesen
- » Aluminiumplatten (keine Dosen)
- » Polystyrol (XPS Platte)
- » Vollholz/Massivholzplatte
- » Eiswürfel
- » Stoppuhr (z.B. am Handy)
- » Optional: Infrarotthermometer, Wärmebildkamera

Ablauf

Die Materialien werden möglichst gerade aufgelegt und Eiswürfel werden gleichzeitig darauf platziert. Je nach Werkstoff wird es unterschiedlich lange dauern, bis sich der Eiswürfel vollständig in flüssiges Wasser umgewandelt hat. Dies ist ein guter Indikator für die Wärmeleitfähigkeit der Materialien.

Einen eindrucksvollen Vergleich erreicht man mit Fliesen, Aluminium, Polystyrol (XPS Platten, die häufig zur Dämmung von Häusern eingesetzt werden) und Holzwerkstoffen.



Abbildung 16: Materialien zum Testen der Wärmeleitfähigkeit © Wood Vision Lab

Tipp!

Die Schüler*innen sollten zuallererst die verschiedenen Materialien fühlen und anschließend die Unterschiede zwischen der gefühlten und der tatsächlichen Temperatur feststellen. Dafür liefern Messungen mit einem Infrarotthermometer und / oder einer Wärmebildkamera interessante Daten. Die Ergebnisse können im folgenden Datenblatt festgehalten werden.

Beobachtung

Vor allem sehr leichte Holzarten wie Pappel haben eine sehr schlechte Wärmeleitfähigkeit bei hoher Stabilität. Der Eiswürfel braucht signifikant länger um zu Schmelzen wie z.B. auf Aluminium. Diese Eigenschaften machen solche Holzarten besonders interessant z.B. für Kühltheken, in denen das Kühlgut möglichst lange kalt oder sogar gefroren bleiben soll.



Abbildung 17: Das Fühlen unterschiedlicher Materialien gibt interessante Aufschlüsse über die Eigenschaften © Lunghammer/proHolz Steiermark

Hintergrund

Metallische Werkstoffe haben eine hohe Dichte und einen hohen Wärmedurchgangskoeffizienten, d.h. sie leiten die Wärme besonders schnell weiter. Das wird z.B. bei Pfannen und Kochtöpfen genutzt. Sie leiten die Wärme der Platte gut zum Kochgut, welches schnell erhitzt wird. Holz und Holzwerkstoffe haben aufgrund vieler Lufteinschlüsse eine besonders niedrige Dichte und einen besonders niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten. Deshalb sind Kochlöffel wiederum oft aus Holz. Sie leiten die Wärme des Kochgutes nicht weiter zur Hand.

Liegt ein Eiswürfel nun auf einer metallischen Platte, wie z.B. Aluminium, wird die Wärme der Umgebung schnell zum Eis geleitet und es schmilzt. Auf der Holzplatte wiederum dauert es deutlich länger, bis die Wärme der Umgebung zum Eiswürfel gelangt und diesen schmilzt. Die den Eiswürfel umgebende Luft spielt bei der Erwärmung keine große Rolle, da Luft ein schlechter Wärmeleiter ist.

Tipp!

Im Umkehrschluss sollten die Schüler*innen nun überlegen, warum sich Materialien mit hoher Dichte und einem hohen Wärmedurchgangskoeffizienten kälter anfühlen. Hinweis: Die Wärme der Hand wird natürlich auch schneller „abgeleitet“. Gerne sollten sie verschiedene Materialien einmal fühlen. Die Werte für Dichte und Wärmedurchgangskoeffizienten sind im Materialquartett (ab November 2025 auf www.elaborationwood.at) zu finden.

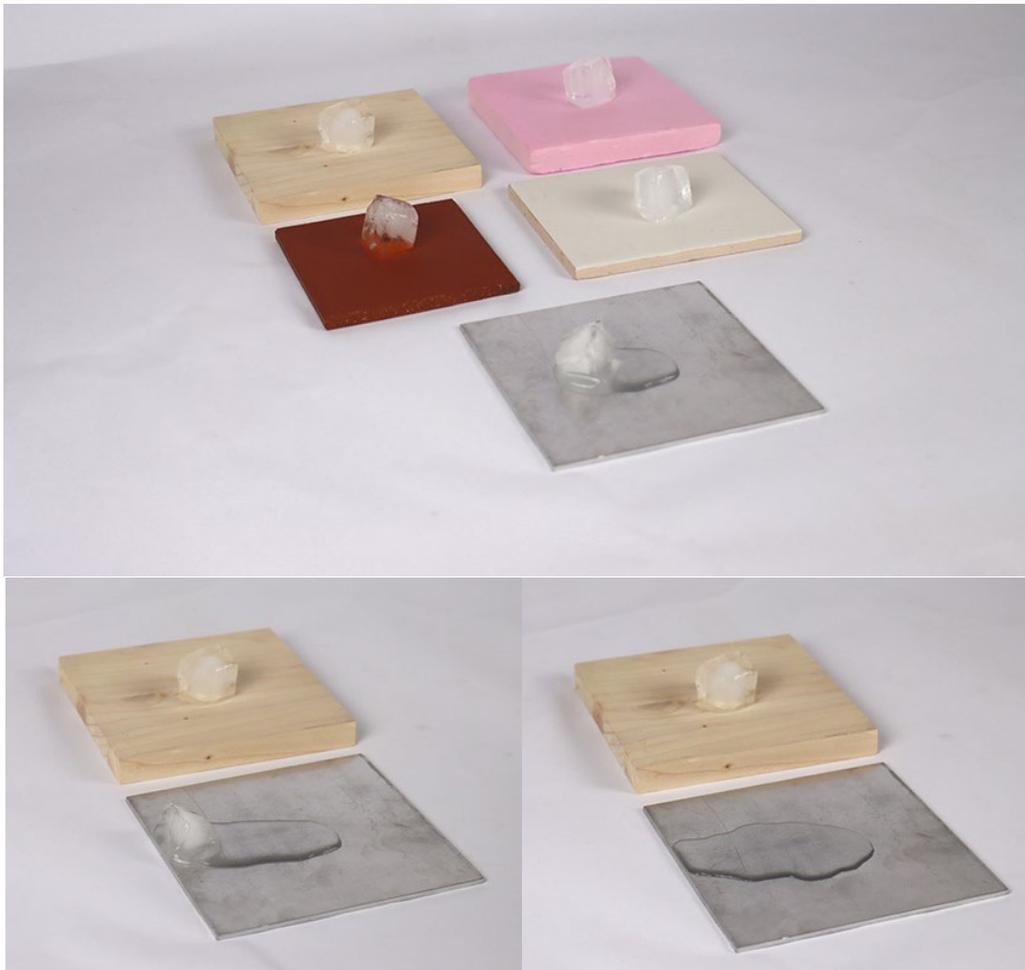


Abbildung 18: Eiswürfel auf unterschiedlichen Materialien (oben); Eiswürfel auf Holz und Aluminium nach 3 min (u.l.) und nach 5 min (u.r.) © Wood Vision Lab

Arbeitsblatt Wärmeleitfähigkeit

Hinweis: Die Temperaturmessungen können sinnvoll nur mit einem Infrarotthermometer erfasst werden. Es erlaubt die punktuelle Erfassung der Temperatur an mehreren Orten auf einer Platte. Wärmebildkameras bieten eher eine visuelle Unterstützung.

Temperatur vor Beginn des Versuchs (°C):

Materialien	Gefühltes Wärmeempfinden (fühlt sich das Material eher wärmer oder kälter an?)	Gemessene Temperatur
Material 1:		
Material 2:		
Material 3:		
:		

Zeit vom Auflegen bis zum vollständigen Schmelzen des Eiswürfels (min oder sec):

Material 1:	
Material 2:	
Material 3:	
:	

Temperatur während des Versuchs (°C; gemessen neben dem Wasserfleck):

Material 1:	
Material 2:	
Material 3:	

Beobachtungen/ Ergebnis:

Das ist die perfekte Welle... oder Wabe?

Da Holz ein sehr inhomogener Werkstoff ist und sich die Eigenschaften je nach Verlauf der Fasern stark ändern, werden die Holzfasern bei der Weiterverarbeitung oft zuerst aufgereinigt. Das bedeutet, dass alle anderen Komponenten des Holzes entfernt werden, so dass nur noch die eigentlichen Fasern erhalten bleiben. Diese werden neu zusammengesetzt. Ein solches Produkt ist zum Beispiel Karton oder Papier. Durch diese Aufreinigung leiden jedoch andere Eigenschaften, wie zum Beispiel die hervorragende Zugfestigkeit. Um die gewünschte Stabilität wieder herzustellen, gibt es verschiedene Methoden der Faltung und Materialkombination. Dies ist vor allem im Leichtbau von großer Bedeutung. Bei geringem Gewicht verändern sich die Eigenschaften der Produkte stark, allein durch unterschiedliche Faltungen. Diese Eigenschaften können folgendermaßen erforscht werden.:

Material ✓

- » Unterschiedliche Pappe- und Kartonarten
- » Zeichenpapier
- » Schere
- » Klebstoff

Für die dynamische Testung:

- » Schiefe Ebene aus der Physik
- Oder:
- » Elemente einer Holzseilbahn
- » Zollstock
- » Federwaage
- » Zwei Stative
- » Evt. Stützen

Hintergrund

Karton begegnet uns täglich – nicht nur als Verpackungsmaterial für Lebensmittel oder Versandpäckchen, sondern auch versteckt in Möbeln, Türen und Wänden. Besonders interessant ist der Einsatz von Wellen- und Wabenstrukturen, die in vielen Produkten verwendet werden, um Material zu sparen, Kosten zu senken und dennoch Stabilität zu gewährleisten.

Wo kommt das Wellen-/Wabenprinzip zum Einsatz?

Zimmertüren: Viele Innentüren bestehen aus einem leichten Holzrahmen, der mit Kartonwaben gefüllt ist. Diese Struktur sorgt für geringes Gewicht, was den Einbau erleichtert, und gleichzeitig für mechanische Stabilität.

Möbel: Regalböden, Tischplatten oder Schranktüren enthalten oft Wabenkerne, um leichte, aber belastbare Bauteile zu schaffen.

Messe- und Ausstellungsbau: Hier werden oft großflächige, leichte Platten mit Wellen- oder Wabenstruktur verwendet, die einfach zu transportieren und schnell aufzubauen sind.

Verpackungen: Hochwertige Versandkartons nutzen Wellenstrukturen (Wellpappe), um Stoßfestigkeit und Formstabilität zu erhöhen.

Gipskartonplatten: Diese bestehen aus Gipskern mit Kartonummantelung – die Kartonlage trägt zur Versteifung und Verarbeitungseignung bei.

Warum wird dieses Prinzip eingesetzt?

Das Wellen- und Wabenprinzip basiert auf der Idee, mit möglichst wenig Material eine möglichst hohe Stabilität zu erreichen. Die Vorteile:

- Leicht: Spart Transportkosten und erleichtert die Handhabung.
- Preisgünstig: Weniger Materialeinsatz bedeutet geringere Produktionskosten.
- Stabil: Die Geometrie der Waben und Wellen verteilt Kräfte effizient.
- Nachhaltig: Karton ist ein nachwachsender Rohstoff und lässt sich gut recyceln.

Diese Prinzipien finden sich auch im Holzleichtbau wieder – etwa bei Sandwichplatten, die aus dünnen Deckschichten und einem leichten Kern bestehen (z. B. aus Kartonwaben, Schaum oder Holzfasern). Solche Platten werden im Möbelbau, Innenausbau und sogar in Fahrzeugkabinen eingesetzt.

Tipp!

Die Schüler*innen sollten vorab selbständig überlegen, wie die Stabilität von Papier oder Karton erhöht werden könnte. Ein guter Hinweis könnte die Überlegung sein, welche Art von Karton bekannt ist. Es kann auch der Auftrag erteilt werden, unterschiedliche Kartonverpackungen von zu Hause mitzubringen. Auch eine Versuchsordnung zum Test kann selbständig erarbeitet werden.

Pappe selbst falten lassen

Die Schüler*innen können nun selbst aktiv werden und Pappe in verschiedene Formen bringen – z. B. Wellen, Waben, Kreise oder Kugeln. Ziel ist es, durch eigenes Ausprobieren zu erfahren, wie sich die Form auf die Stabilität auswirkt und warum solche Strukturen in der Praxis verwendet werden.

Hilfsmittel wie Schere, Kleber, Klebestreifen oder zusätzliche Papierschichten dürfen gerne verwendet werden. So können die Schüler*innen spielerisch die Prinzipien des Leichtbaus entdecken und verstehen, wie Geometrie und Materialwahl zusammenwirken, um effiziente und nachhaltige Konstruktionen zu ermöglichen.



Abbildung 19: Karton mit Waben und Wellen © Wood Vision Lab

Folgende Überlegungen sollten die Schüler*innen dabei anstellen:

- » Wieso sollten Papier oder Karton überhaupt verwendet werden?
- » Was sind die Vorteile und was sind die Nachteile der unterschiedlichen Faltweisen?

» „Wo könnte Karton, der in dieser Form gefaltet wurde, eingesetzt werden und warum?“

» Was könnte die Stabilität weiter erhöhen?

Natürlich können die Konstruktionen laufend getestet werden, die besten Ergebnisse werden am Ende dieses Abschnittes genauer untersucht.

Festigkeitstests von Pappe

Die Produkte können sowohl statisch als auch dynamisch getestet werden.

Bei der statischen Belastung wird ein Gewicht auf die eigenen Konstruktionen gelegt und erfasst, welche Produkte wie viel Druckbelastung aushalten. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf die Ausrichtung gelegt werden. Wird das Gewicht „von oben“ auf das Konstrukt gelegt, oder macht es in manchen Fällen mehr Sinn die die Seiten eines Konstrukts zu belasten? Auch die Position der Gewichte oder des Aufpralls könnte eine Rolle spielen. Wird etwas mittig oder eher am Rand aufgelegt?



Abbildung 20: Statische Belastung von Kartonwaben und -wellen © Wood Vision Lab

Dynamische Testung mit Hilfe des Versuchsaufbaus „schiefe Ebene“

Damit kann die Stabilität unterschiedlichster Materialien, Materialkombinationen und Konstruktionen dynamisch getestet werden.

Für die Umsetzung in der Klasse, kann eine einfache „schiefe Ebene“ (aus der Physik) eingesetzt werden.

Dieser Versuchsaufbau wird auch für spätere Testungen benötigt (siehe Kapitel 2 „Verklebt und zugenäht“). In diesem Zusammenhang wird in weiterer Folge erörtert, inwiefern Klebstoffe einen Einfluss auf das Ergebnis haben können.

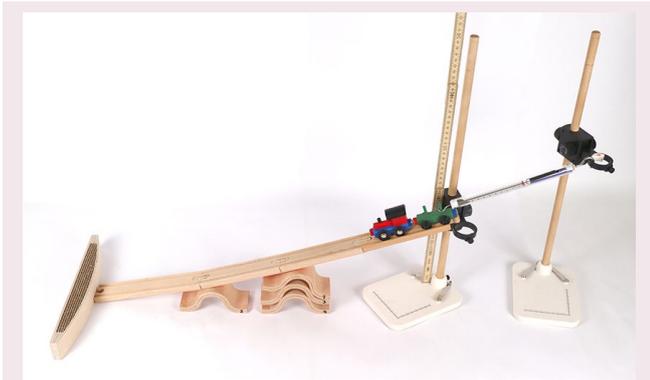
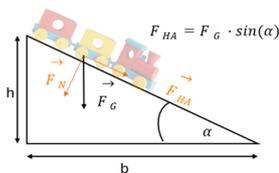


Abbildung 21: „Schiefe Ebene aus Haushaltsmaterialien nachgebaut“ © Wood Vision Lab

Für Expert:innen

Anhand der „schiefen Ebene kann die Impulskraft errechnet werden. Dies ist die Kraft, die auf das Werkstück am Ende einwirkt. Hier ein Beispiel ohne Berücksichtigung der Reibung:



Die Impulskraft, die auf ein Hindernis am Ende der schiefen Ebene wirkt, ist außerdem abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Diese ist wiederum von der Länge der Fahrbahn abhängig. Für Interessierte sind die vereinfachte Berechnung und ein Video hier (LINK) zu finden.

Welle versus Wabe: Was ist stabiler?

Papier und Karton wirken auf den ersten Blick nicht besonders stabil – sie reißen leicht, sind biegsam und halten nicht viel aus. Trotzdem sind sie für den Leichtbau sehr interessant, weil sie leicht, kostengünstig und gut formbar sind. Genau diese Eigenschaften machen sie zu spannenden Materialien, wenn es darum geht, mit möglichst wenig Gewicht trotzdem stabile Strukturen zu bauen.

Ein guter Einstieg in das Thema ist ein einfacher Test im Klassenzimmer: Klopft man sanft auf Türen oder Möbel,

klingt es manchmal „voll“ – dann steckt wahrscheinlich massives Holz oder eine Spanplatte dahinter. Klingt es aber eher „hohl“, könnte es sein, dass im Inneren Kartonwaben verbaut sind. Diese werden oft in leichten Zimmertüren oder Möbeln verwendet, weil sie bei geringem Gewicht trotzdem eine gute Stabilität bieten.

Ein wichtiger Aspekt beim Leichtbau mit Papier oder Karton ist die Formgebung. Besonders spannend ist der Vergleich zwischen Wellen- und Wabenstrukturen. Beide verbessern die Stabilität des Materials – aber auf unterschiedliche Weise. Wellen (wie bei Wellpappe) machen das Material in eine Richtung stabiler, weil sie wie kleine Federn wirken. Waben hingegen – also sechseckige Zellen wie in einem Bienenstock – verteilen die Kräfte gleichmäßig in alle Richtungen. Deshalb sind sie bei Druckbelastung deutlich stabiler als Wellen. Man kann sich das vorstellen wie bei einem Eierkarton: Die Form sorgt dafür, dass die Eier geschützt sind, obwohl das Material selbst dünn ist.

Die Ausrichtung und Faltung des Materials spielen also eine große Rolle. Je nachdem, wie das Papier gefaltet oder geschichtet wird, verändert sich seine Belastbarkeit. Das kann man im Unterricht gut ausprobieren – zum Beispiel durch das Falten von Papier in Wellen oder Waben und anschließendes Belasten mit Gewichten.

Tipp für Lehrpersonen: Es lohnt sich, vor dem praktischen Teil mit den Schüler*innen über mögliche Einsatzgebiete von Papier und Karton zu sprechen. Wo begegnen uns diese Materialien im Alltag? Warum werden sie dort verwendet? So entsteht ein besseres Verständnis dafür, wie scheinbar einfache Materialien durch clevere Formen zu echten Hightech-Werkstoffen werden können.



Abbildung 22: Dehnung und Stauchung, wenn Karton (hier in Wellen) gerollt wird © Wood Vision Lab

Das ist alles Schall und... Holz

Ziel: Erkennen der akustischen Eigenschaften verschiedener Werkstoffe in Blick auf unerwünschte Vibrationen von Bauteilen.

Material ✓

- » Lautsprecher
- » Bluetoothverstärker
- » Tonerzeuger (App)
- » Überraschungsei
- » Holzstab/Gewindestange
- » Schraube mit Mutter
- » Platten: Messing, Furnierschichtplatte (Pappel), Eiche oder andere Holzarten
- » Grieß, Salz oder feiner Sand

Grundlegendes

Du hast sicher schon unerwünschte Geräusche wahrgenommen, wie z.B. im Auto oder eine klirrende Fensterscheibe beim Vorbeifahren von Fahrzeugen. Diese Geräusche sind oft sehr störend. Sie entstehen dadurch, dass zum Beispiel ein vorbeifahrendes Fahrzeug ein Geräusch macht. Dieses Geräusch besteht aus vielen unterschiedlichen Schwingungen, die im hörbaren Bereich auch **Töne** genannt werden. Die Fensterscheibe könnte durch ihre Befestigung im Rahmen – durch die Konstruktion des Fensters – auch bestimmte Schwingungen erzeugen. Im Normalfall wird das eine Fensterscheibe nicht machen. Aber wenn ein passender Ton auf sie trifft, kann sie mitschwingen und so die unerwünschten Geräusche erzeugen. Dieses Mitschwingen nennt man auch **Resonanz**.

Die **Resonanz** ist auch Grund dafür, dass Gebäude beim Einwirken von Schwingungen, die durch ein **Erdbeben** erzeugt werden, einstürzen können. Auch Gebäude zeigen Schwingungen, die durch ihre Konstruktion bedingt sind. Daher ist es wichtig, über diese Resonanzmöglichkeiten von Bauteilen Bescheid zu wissen, damit man eventuelle **Gefahren ausschließen** kann. Aber schon das Auftreten von **lästigen Störgeräuschen** muss bei der Konstruktion von Bauteilen berücksichtigt bzw. gänzlich vermieden werden.

Diese Resonanzen werden wir mit dem vorliegenden Experiment mit Metall- und Holzplatten untersuchen.

Versuchsaufbau und -durchführung

Fixiere eine Platte mit Hilfe der Mutter auf der Versuchsanordnung. Die Platte darf sich nicht frei bewegen. Schließe den Bluetooth-Verstärker des Lautsprechers ans Netz an. Beim ersten Mal musst du den Bluetooth-Verstärker mit deinem Handy koppeln. Danach öffne eine Tonfrequenzgenerator-App auf deinem Handy. Es zahlreiche kostenlose Varianten zum Download in den App- oder Play-Stores..

Jetzt stelle eine Frequenz von ca. 100 Hz ein. Stelle jetzt mit den Lautstärkeregler am Bluetooth-Verstärker und am Handy die Lautstärke so ein, dass man den Ton gut hören kann. Wenn du die Lautstärke zu hoch einstellst, so wird der Ton zu einem unangenehmen Geräusch, das vermieden werden muss.

Streue eine geringe Menge Grieß gleichmäßig verteilt auf die Platte. Jetzt erhöhe die Frequenz am Handy in kleinen Schritten (1 Hz) und beobachte die Grießkörner. Bei bestimmten Frequenzen wird der Ton hörbar lauter und die Grießkörner bilden ein stabiles Muster. Gegebenenfalls musst du etwas Grieß nachstreuen. Dieses stabile Muster zeigt dir an, dass du eine Resonanzfrequenz der Platte getroffen hast. In dieser Frequenz würde die Platte auch von selbst schwingen.

Durch weiteres Erhöhen der Frequenz kannst du mehrere Resonanzen finden, die sich durch sehr schöne Muster auf der Platte zeigen.

Dokumentiere deine Beobachtungen durch Fotos oder Videos.

INFOBOX

Die Höhe eines Tones wird durch seine Frequenz angegeben. Je höher der Ton ist desto höher ist seine Frequenz. Die Frequenz wird in Hz (Hertz) angegeben. Sie wurde nach dem Physiker Heinrich Hertz (19. Jahrhundert) benannt, der sich mit Schwingungen beschäftigte.

Achtung!

Für diesen Versuch sollte unbedingt ein Gehörschutz getragen werden, um mögliche unangenehme bis schmerzhaft Geräusche zu dämpfen.

INFOBOX

Das stabile Muster entsteht dadurch, dass sich die Platten bei der Resonanzfrequenz durch ihre Schwingung verformt. An Stellen, wo der Gries liegen bleibt, bewegt sich die Platte nicht. Dort wo sich kein Gries befindet, bewegt sich die Platte so stark, dass die Grieskörner weggeschleudert werden.

Beispiele für mögliche Ergebnisse

Messingplatte

Zum Test und zum Vergleich kann der Versuch zuerst mit einer Metallplatte, wie z.B. Messing durchgeführt werden. Es ist besonders wichtig, darauf zu achten, dass die Platten genau waagrecht sind (Das ist durch eine kleine Wasserwaage oder Libelle feststellbar) sind. Sonst „wandert“ das Streumittel immer auf eine Seite von der Platte.



Abbildung 24 Messingplatte bei 505 Hz © Wood Vision Lab

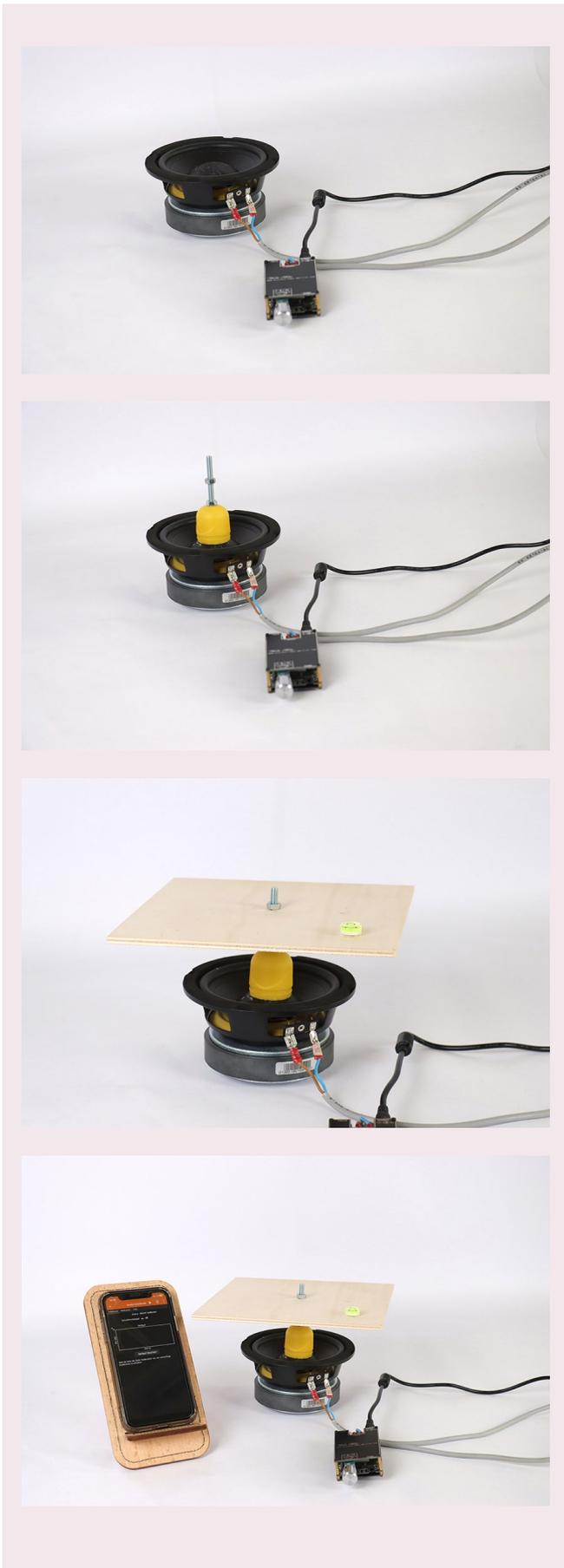


Abbildung 23: Versuchsaufbau © Wood Vision Lab

Pappel-Mehrschichtplatte

Besonders deutlich sind die Ergebnisse auf geschwärzten Oberflächen, wie dieser Pappel-Mehrschichtplatte zu sehen.

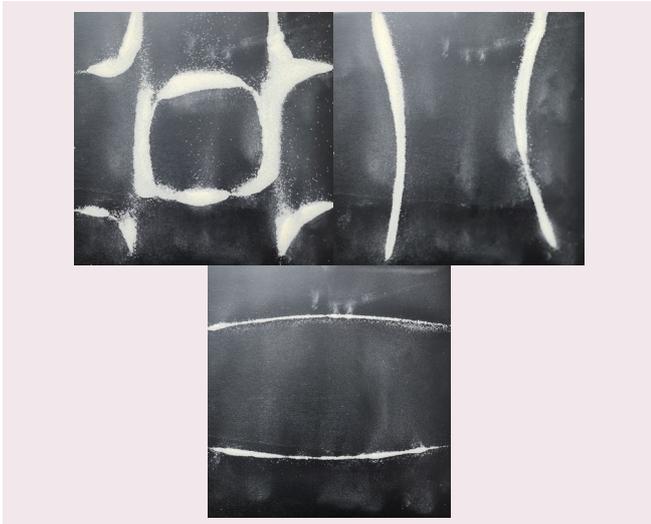


Abbildung 25: Pappel-Mehrschichtplatte bei 407Hz, 221Hz und 174Hz © Reichel

Eichenfurnierplatte



Abbildung 26: Eichenplatten bei 120,11 Hz, 340,11 Hz, 459,11 Hz und 648,11 Hz mit Grieß bestreut © Reichel

Pappelfurnierplatte



Abbildung 27: Pappelplatten bei 316,14 Hz, 445,14 Hz, 574,01 Hz und 840,90 Hz © Reichel

Tipp!

Es sollten unbedingt verschiedene Materialien getestet werden! Vor allem unterschiedliche Holzarten haben einen Einfluss auf die Frequenzen und der damit verbundenen Musterausbildung. Auch der Verlauf der Maserung, sowie die Abmessungen der Holzplatte verändert das Muster. Genau hinschauen lohnt sich!

Für die Praxis ist es wichtig zu beachten, dass die Materialauswahl einen erheblichen Einfluss auf unangenehme Störgeräusche beim Endprodukt haben kann.

4_

VERKLEBT UND ZUGENÄHT

Wie kann man Holz und Furnierlagenholz
bearbeiten?

Wie wird aus Holz Papier?

Wie wird aus Holz Viskose gemacht?

Wie verbindet man Holz und andere
Werkstoffe?



VERKLEBT UND ZUGENÄHT...

Holz ist weit mehr als ein traditioneller Baustoff: Es ist ein nachwachsender, vielseitiger und klimafreundlicher Werkstoff mit großem Potenzial für moderne Anwendungen. Besonders Laubholz gewinnt durch den Wandel heimischer Wälder an Bedeutung. Im Wood Vision Lab wird Holz als geschältes Furnier für den Leichtbau weiterentwickelt – leicht, stabil und nachhaltig. Holz erlebt im Zuge der Bioökonomie ein Comeback und bietet innovative Lösungen für Mobilität, Design und Materialforschung

Wie kann man Holz und Furnierschichtholz bearbeiten?

Holz ist ein natürlicher Werkstoff – leicht, stabil und nachhaltig. Da es in der Natur wächst, ist es aber **nicht homogen**. Das heißt: Manche Stellen im Holz sind härter, andere weicher. Damit Holz trotzdem für technische Produkte wie den **Holzleichtbau** verwendet werden kann, muss es für die Verarbeitung entsprechend vorbereitet werden.,

Dafür wird Holz in sehr dünne Platten geschnitten – das so genannte **Furnierholz**. Diese dünnen Lagen sind besonders praktisch, weil sie weniger Unterschiede im Material zeigen. Sie lassen sich gut stapeln und zu einem neuen Werkstoff zusammensetzen.

Das Stapeln der Furniere wird „**Stacking**“ (= die Stapelung) genannt. Es funktioniert ähnlich wie beim 3D-Druck, bei dem ein Produkt Schicht für Schicht aufgebaut wird. Beim Holz werden aber keine flüssigen Materialien verwendet, sondern echte Holzlagen, die übereinandergelegt und verpresst werden. So entsteht ein **stabiler Werkstoff**, der genau so aufgebaut ist, wie man ihn braucht.

Der große Vorteil dabei ist: Die einzelnen Furniere können, durch Entnahme/ Ausschneiden definierter Flächen **gewichtsoptimiert** werden. Das bedeutet, man kann gezielt Bereiche aus der einzelnen Furnierlagen ausschneiden, es bleibt somit Material/ Furnier nur da wo es benötigt wird– so wird das Produkt leichter, ohne an Stabilität zu verlieren.

Auch die **Verpressung** der einzelnen Furnierschichten ist etwas Besonderes: Im Vergleich zu Kunststoffen oder Metallen braucht man viel **weniger Druck** – etwa 0,1 bis 1 N/mm² – und auch **niedrigere Temperaturen**, meist zwischen Raumtemperatur und 180 °C. Das spart Energie und ist umweltfreundlicher.

Ein weiterer **Vorteil** ist die **Bearbeitung**: Holz lässt sich gut sägen, fräsen, bohren oder schleifen. Auch die gestapelten Furniere können nach dem Verpressen **geformt** werden – zum Beispiel zu gebogenen Teilen oder komplexen Strukturen. Das ist notwendig, wenn **leichte und stabile Bauteile** hergestellt werden, die genau auf eine Anforderung zugeschnitten sind – zum Beispiel für Möbel, Sportgeräte oder sogar Teile in Fahrzeugen.

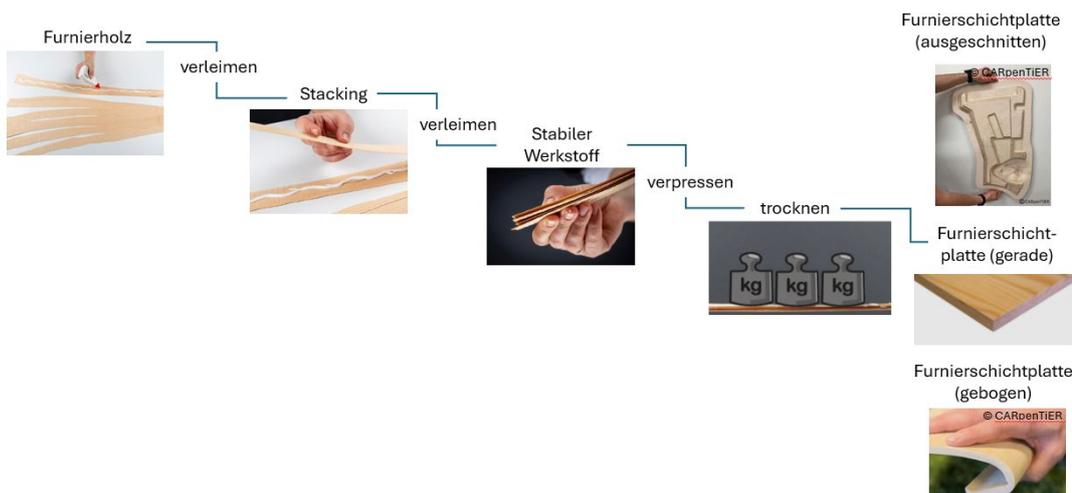


Abbildung 28: Prinzip zur Furnierplattenherstellung © proHolz Steiermark

Wie wird aus Holz Papier hergestellt?

Die Herstellung von Papier erfolgt heute in hochmodernen Anlagen, in denen aus natürlichen Rohstoffen innerhalb weniger Sekunden fertiges Papier entsteht. Die Grundprinzipien sind dabei seit Jahrhunderten gleichgeblieben. Eine anschauliche Darstellung bietet die Website papiermachtschule.at.

Papier wird hauptsächlich aus Holzfasern hergestellt, bevorzugt aus Fichtenholz, da dessen lange Fasern besonders gut verfilzen und dem Papier Stabilität verleihen. Neben Holz kommen auch Altpapier, Gras, Hanf oder andere pflanzliche Fasern zum Einsatz.

Die Fasern werden entweder mechanisch (z. B. durch Schleifen) oder chemisch (z. B. durch das Sulfit- oder Sulfatverfahren) aus dem Holz gelöst. Beim chemischen Verfahren werden die Zellulosefasern von anderen Bestandteilen wie Lignin getrennt, was zu hochwertigem Zellstoff führt.

Die gewonnenen Fasern werden mit Wasser und Zusatzstoffen vermischt und auf ein feines Sieb geleitet. Dort lagern sich die Fasern zu einer dünnen, gleichmäßigen Schicht zusammen. Anschließend wird das Papier durch Walzen gepresst, um Wasser zu entfernen, und in großen Trocknungsanlagen getrocknet.

Je nach Verwendungszweck kann das Papier danach noch veredelt werden – etwa durch Glätten, Streichen oder Beschichten – bevor es in Rollen oder Bögen geschnitten wird.

Ein großer Teil des heutigen Papiers besteht aus recyceltem Altpapier, das gereinigt und erneut verarbeitet wird. Papier kann bis zu 25-mal wiederverwertet werden, was es zu einem besonders nachhaltigen Werkstoff macht.

Wie wird aus Holz Viskose gemacht?

Der Rohstoff für Viskose ist Holz, zum Beispiel von Buchen oder Fichten. Dieses wird in einem ersten Schritt zerkleinert und zu Holzschnitzeln verarbeitet. Die kleinen Holzteile werden chemisch behandelt, um die Zellulose, die sich in den Zellwänden befindet, herauszulösen.

Die Zellulose wird nun in eine dickflüssige Masse umgewandelt. Dafür wird sie mit Chemikalien wie Natronlauge und Schwefelkohlenstoff vermischt.

Diese zähflüssige Masse wird anschließend durch winzige Düsen gepresst – ähnlich dem Teig bei einer Nudelmaschine. Dabei entstehen feine Fäden, die in einem Bad verfestigt werden. Diese Fäden nennt man Viskosefasern. Sie werden gewaschen, getrocknet und zu Garn gesponnen. Aus diesem Garn werden Stoffe gewebt oder textiltechnische Verarbeitung – zum Beispiel für T-Shirts, Kleider oder Bettwäsche.

Viskose ist also keine reine Kunstfaser wie Polyester, sondern eine sogenannte „halbsynthetische“ Faser: Sie besteht aus einem natürlichen Rohstoff (Holz), wird aber mit Hilfe von Chemie verarbeitet. Das macht sie weich, atmungsaktiv und angenehm zu tragen.

Wie funktionieren Kleber und warum funktionieren manche Kleberarten nicht?

Kleber sind praktisch und meist einfach in der Handhabung. Man kann damit Papier zusammenkleben, kaputte Dinge reparieren oder sogar Möbel und Sportgeräte bauen. Aber wie funktioniert Kleber eigentlich – und warum hält er manchmal nicht?

Ein Kleber verbindet zwei Materialien miteinander, indem er sich zwischen ihre Oberflächen legt und dort haftet. Das kann auf zwei Arten passieren: Entweder der Kleber fließt in winzige Unebenheiten und „verhakt“ sich dort – das nennt man mechanische Haftung. Oder er verbindet sich auf Molekülebene mit dem Material – das ist eine chemische Verbindung. Beides sorgt dafür, dass die Teile zusammenhalten.

Damit das gut funktioniert, müssen die Oberflächen sauber und trocken sein. Wenn zum Beispiel Staub, Fett oder Wasser dazwischen ist, kann der Kleber nicht richtig greifen. Auch die Art des Materials spielt eine große Rolle: Ein Kleber, der auf Papier funktioniert, klebt vielleicht Metall oder Plastik gar nicht.

Manche Kleber brauchen Wärme oder Druck, um richtig zu kleben. Andere funktionieren nur bei bestimmten Temperaturen oder Luftfeuchtigkeit. Wenn die Bedingungen nicht stimmen, kann der Kleber nicht aushärten und die Verbindung wird schwach.

Auch die Oberfläche selbst ist wichtig: Wenn sie zu glatt ist, wie bei Glas oder bestimmten Kunststoffen, kann der Kleber sich nicht „festhalten“. Und wenn die geklebten Teile sich stark bewegen oder viel Gewicht tragen müssen, kann die Klebestelle reißen.

Damit Kleber gut funktioniert, sollte man:

- Die Oberfläche vor dem Kleben reinigen
- Den richtigen Kleber für das Material auswählen
- Die Teile ruhig und fest zusammendrücken, bis der Kleber trocken ist
- Die Anleitung beachten – manche Kleber brauchen Zeit, andere Wärme oder Licht
-

Kleber funktioniert nur dann gut, wenn Material, Umgebung und Anwendung gut aufeinander abgestimmt sind. Wenn gezielt darauf geachtet wird, können mit Kleber richtig starke Verbindungen geschaffen werden – ob beim Basteln oder im Hightech-Bereich.

5_

EXPERIMENTE BEARBEITUNG

**Verleimt, verklebt, und oder beklebt
verschweißt, vernäht, verschraubt**

Verleimt, verklebt und / oder beklebt

Verleimen, verschweißen, vernähen, verschrauben – der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt. Um die Stabilität der Werkstoffe zu erhöhen, werden oft verschiedene Schichten miteinander verbunden. Der Trick ist, die richtige Verbindung, die richtigen Materialien und die richtige Ausrichtung sowie Anzahl der Schichten zu finden. Auch hier gilt: Welchen Zweck das Produkt am Schluss erfüllen muss hat einen großen Einfluss auf die Methode.

Material ✓

- » Unterschiedliche Furniere
- » Klebstoffe: TPU, doppelseitiges Klebeband (dünn und dick), Heißkleber (EVA Klebstoffe), Leim, Bastelkleber, Sekundenkleber, Tapetenkleber (Cellulose-Basis), Klebestifte
- » Viskose
- » Papier
- » Folie etc.

Verleimt – die Richtung macht's

In einem ersten Schritt werden den Schüler*innen verschiedene Furniere und Klebstoffe zur Verfügung gestellt – die Furniere können auf beliebige Art miteinander verklebt werden. Ein Blick auf praktische Anwendungen kann dabei als Inspiration dienen (Abb. 14).

Achtung: Es sollte genug Zeit eingeplant werden, damit die Klebstoffe auch trocknen können. Einige der Klebstoffe benötigen außerdem etwas Druck für eine gute Verbindung. Zum Beispiel hilft ein Stapel schwerer Bücher, um die Konstruktionen beim Trocknen zu beschweren.

Im Anschluss sollten die Konstruktionen auf Zugfestigkeit (siehe Holzforscherheft 1.0 auf www.holzmachtschule.at) und Belastbarkeit (statisch und dynamisch) getestet werden.

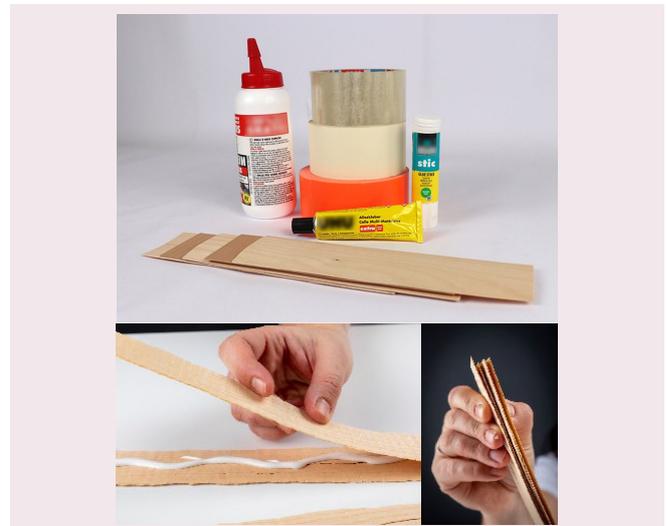


Abbildung 29: Zur Verbindung von Furnierschichten können verschiedenste Klebstoffe getestet werden. © Wood Vision Lab / © Lunghammer/ proHolz Steiermark



Abbildung 30: Leimbinder bestehen aus parallel verleimten Hölzern. Das kann auch mit Furnieren nachgestellt werden. ©Adobes Stock / proHolz Steiermark / © Wood Vision Lab



Abbildung 31: Brettspertholz besteht aus querverleimten Hölzern. Das kann ebenfalls mit Furnieren nachgestellt werden. ©Adobes Stock / proHolz Steiermark / © Wood Vision Lab



Abbildung 32: Sternförmig verleimte Furniere © Wood Vision Lab

Tipp!

Es sollte eine Diskussion mit den Schüler*innen geführt werden, welche Möglichkeiten es gibt, die Belastbarkeit weiter zu erhöhen. Dabei sollten auch weitere Parameter, wie Kosten der Materialien, Platzangebot, Gewichtsbeschränkungen und Gefahren diskutiert werden. Z.B. könnte es in der Realität entscheidend sein, dass Materialien nicht brechen, splintern oder ausfransen

Abgesehen von der Anzahl und Ausrichtung der Schichten können die Holzverbindungen um weitere Materialien ergänzt werden. Eventuell sind hier neue Klebstoffe oder andere Verbindungsmöglichkeiten nötig. Auch diese Konstruktionen sollten wieder gründlich getestet werden.

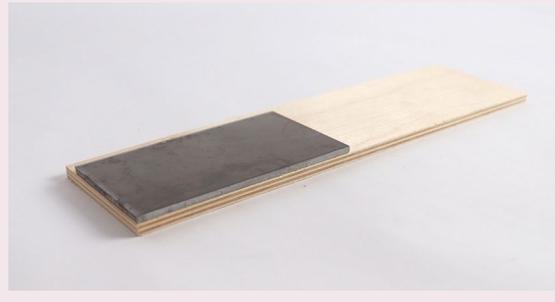


Abbildung 33: Hybridwerkstoffe © Wood Vision Lab

Für Expert:innen

Test verschiedener, ungewöhnlicher Leimarten:

TPU, doppelseitiges Klebeband (dünn und dick), Heißkleber (EVA Klebstoffe) Leim, Bastelkleber, Sekundenkleber, Tapetenkleber (Cellulose-Basis), Klebestifte

Testen der Stabilität der Konstruktionen

Wie bereits im Kapitel 1 „Was steckt drin?“ sollten die Materialien statisch und dynamisch getestet werden. Dazu eignet sich ein einfacher Belastungstest, bei dem die verschiedenen Konstruktionen mit unverklebten Furnieren verglichen werden. Die Materialien werden zwischen zwei Auflagen gehängt und mit Gewichten beschwert (siehe Abb. 5 sowie Kapitel 1: Spagetti Brücke).

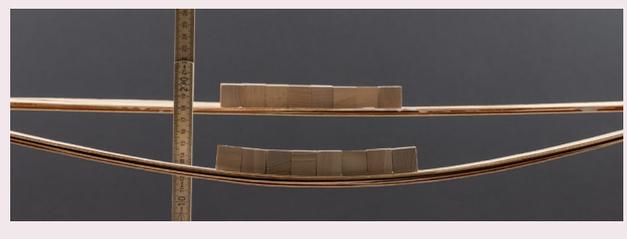


Abbildung 34: Vergleich zwischen verleimten und unverleimten Furnierschichten unter statischer Belastung. © Lunghammer/ proHolz Steiermark

Für Expert:innen

Durch den Belastungstest kann die maximale Biegebeanspruchung errechnet werden

(<https://www.holzmachtschule.at/unterrichtsmaterialien/holzforscherheft2/holz-als-bau-und-werkstoff-kapitel-3/>).

Auch die Zugfestigkeit der Konstruktionen bzw. der Klebestelle kann überprüft werden, indem Gewichte mit Hilfe von Klemmvorrichtungen daran aufgehängt werden (siehe Abb. 16).

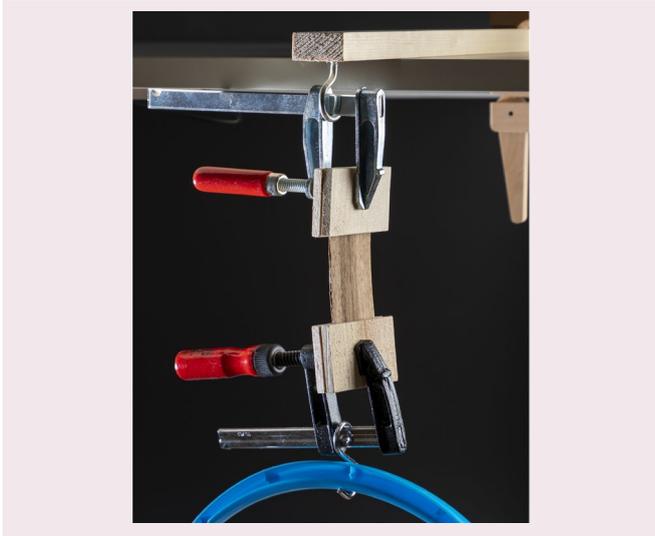


Abbildung 35: Test auf Zugfestigkeit © Lunghammer/ proHolz Steiermark

Für die dynamische Testung eignet sich die „schiefe Ebene“ aus dem Physikunterricht. Sollte keine zur Verfügung stehen, kann sie auch ganz einfach mit Hilfe von Teilen einer Holzisenbahn, Stativen, einer Federwaage und einem Zollstock nachgebaut werden.

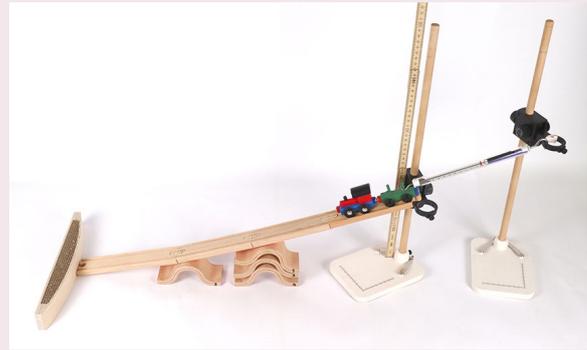
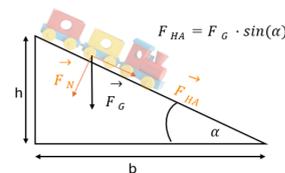


Abbildung 36: Dynamische Testung mit einer selbst gebauten „schiefen Ebene“ aus Elementen einer Holzisenbahn für Kinder, einem Stativ, einer Federwaage und einem Zollstock. © Wood Vision Lab

Für Expert:innen

Anhand der „schiefen Ebene“ kann die Impulskraft errechnet werden. Dies ist die Kraft, die auf das Werkstück am Ende einwirkt. Hier ein Beispiel ohne Berücksichtigung der Reibung:



Die Impulskraft, die auf ein Hindernis am Ende der schiefen Ebene wirkt, ist außerdem abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Diese ist wiederum von der Länge der Fahrbahn abhängig. Für Interessierte sind die vereinfachte Berechnung und ein Video hier (LINK) zu finden.

Holzverbindungen werden auch in einem weiteren Bildungsvorhaben des eLABoration Wood behandelt:

Materialien eLABoration Wood

WOW: Work with Wood

Verschweißen, vernähen und / oder verschrauben

Holz bietet vielfältige Möglichkeiten für die Verbindung und Integration in modernen Konstruktions- und Designprozessen. Ob durch Verschweißen, Vernähen oder Verschrauben – jede Technik hat spezifische Vorteile hinsichtlich Stabilität, Nachhaltigkeit und Materialkompatibilität. Die folgenden Verfahren zeigen, wie Holz effektiv und kreativ verbunden werden kann – ohne Einbußen bei Funktionalität oder Recyclingfähigkeit.

Material ✓

- » Unterschiedliche Furniere
- » Unterschiedliche Holzbretter
- » Dübel
- » Ständerbohrmaschine
- » Haushaltsübliche Nähmaschine und Faden
- » Schrauben/Beilagscheiben/Muttern
- » Akkuschrauber
- » Viskose
- » Papier
- » Folie etc.

Verschweißen

Beim Verschweißen – auch Punktverschweißen genannt – werden zwei Holzkomponenten dauerhaft und stabil miteinander verbunden, indem ein Holzdübel als Verbindungselement eingesetzt wird. Diese Methode kommt ganz ohne zusätzliche Klebstoffe oder Metallteile aus und sorgt für eine besonders homogene Verbindung, da keine mechanischen Spannungssprünge entstehen.

Die Vorgehensweise ist wie folgt: Zunächst werden die beiden Holzbauteile übereinandergelegt. Anschließend wird ein Holzdübel mit hoher Drehzahl und starkem Druck in die Verbindungsstelle eingebracht. Durch die entstehende Reibungshitze verflüssigt sich das im Holz enthaltene Lignin – ein natürlicher „Klebstoff“. Beim Abkühlen verbindet das Lignin die Holzschichten und den Dübel untrennbar miteinander.

Ob ein Loch für den Dübel vorgebohrt werden muss, hängt von der Dichte des verwendeten Holzes ab. Bei Substraten mit geringer Dichte, wie zum Beispiel Pappel, ist kein Vorbohren erforderlich, da das Material weich genug ist, um den Dübel direkt einzubringen. Bei Hölzern mit hoher Dichte, wie Buche, muss hingegen vorgebohrt werden.

Dabei ist der Durchmesser des Bohrlochs deutlich kleiner als der Dübel selbst, damit beim Einbringen des Dübels ausreichend Reibung und damit Hitze entsteht.

Ein großer Vorteil dieser Schweißverbindung ist, dass sie ohne zusätzliche Materialien auskommt und eine sortenreine, dauerhafte Verbindung ermöglicht. Die Methode eignet sich besonders für den Leichtbau und überall dort, wo nachhaltige und effiziente Holzverbindungen gefragt sind.

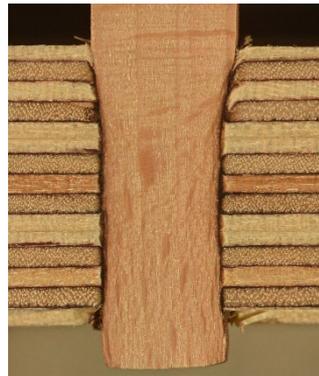


Abbildung 37: Verschweißte Holzschichten, © Wood Vision Lab

Vernähen

Wenn Holz – etwa bei der Innenausstattung von Fahrzeugen – stabil mit anderen Materialien wie Leder oder Textilien verbunden werden soll, bietet sich das Vernähen von Furnieren als kreative und funktionale Technik an. Dabei kommen handelsübliche Nähmaschinen, klassische Garne und dünne Holzurniere zum Einsatz.

Für das Vernähen eignen sich besonders geschälte Furniere, da sie durchgängige Längen ermöglichen und sich gut verarbeiten lassen. Als Holzarten wurden Pappel (Dichte ca. 400 kg/m³) und Buche (ca. 780 kg/m³) getestet – mit vergleichbaren Nähergebnissen. Wichtig ist jedoch, die Materialdicke an die Holzart anzupassen:

STARK, STÄRKER, HOLZ IM LEICHTBAU

Was ist ein Leichtbauwerkstoff?

**Was sind die Merkmale und
Eigenschaften**

von Leichtbauwerkstoffen?

**Warum werden nachhaltige
Leichtbauwerkstoffe entwickelt?**

**Wie wird aus Holz ein
Leichtbauwerkstoff?**

Wie kann ich Holz berechenbar machen?

Was ist ein digitaler Zwilling?



STARK, STÄRKER, HOLZ IM LEICHTBAU

Leichtbau beschreibt das konstruktive Prinzip, Bauteile und Strukturen so zu gestalten, dass sie möglichst wenig Gewicht aufweisen – ohne dabei Kompromisse bei Stabilität, Festigkeit oder Sicherheit einzugehen. Besonders in der Fahrzeugtechnik spielt dieses Konzept eine entscheidende Rolle, denn jedes eingesparte Kilogramm reduziert nicht nur den Energieverbrauch, sondern auch die CO₂-Emissionen während des Betriebs. In diesem Kontext rückt Holz als nachwachsender, ökologischer und gleichzeitig leistungsfähiger Werkstoff zunehmend in den Fokus innovativer Leichtbaulösungen.

Was ist ein Leichtbauwerkstoff? Was sind die Merkmale und Eigenschaften von Leichtbauwerkstoffen?

Ein Leichtbauwerkstoff ist ein Material, das bei möglichst geringem Gewicht dennoch hohe mechanische Eigenschaften wie Festigkeit und Steifigkeit aufweist. Ziel ist es, Konstruktionen zu ermöglichen, die leicht, stabil und energieeffizient sind – besonders relevant in Bereichen wie Mobilität, Architektur oder Produktdesign.

Holz ist ein typisches Beispiel für einen solchen Werkstoff. Im Vergleich zu Metallen wie Stahl oder Aluminium besitzt Holz eine deutlich geringere Dichte, ist also wesentlich leichter. Gleichzeitig bietet es – insbesondere in Faserrichtung – eine hohe Festigkeit und Steifigkeit, was es für tragende Anwendungen attraktiv macht.

Neben den mechanischen Vorteilen überzeugt Holz auch durch seine ökologischen Eigenschaften: Bei nachhaltiger Forstwirtschaft gilt es als CO₂-neutraler Werkstoff, da es während seines Wachstums große Mengen Kohlenstoffdioxid speichert. Die Verarbeitung von Holz benötigt zudem deutlich weniger Primärenergie als metallische Werkstoffe. Seine regionale Verfügbarkeit reduziert Transportemissionen und macht Produktionsprozesse unabhängiger von globalen Lieferketten.

Warum werden nachhaltige Leichtbauwerkstoffe entwickelt?

Die Industrie steht unter Druck: Ressourcen werden knapper, der CO₂-Ausstoß muss reduziert werden, die Nachfrage nach umweltfreundlichen Produkten steigt. Daraus ergibt sich ein Innovationsschub – auch im

Materialbereich. Holz erfüllt viele dieser Anforderungen gleichzeitig: Es ist nachhaltig, leicht, kostengünstig und technologisch sehr gut formbar. Das steigert das Interesse an Holz auch in Branchen, die bisher kaum damit gearbeitet haben. Forschungsprojekte in ganz Europa beschäftigen sich mit neuen Holzwerkstoffen, digitalen Bearbeitungsmethoden und hybriden Strukturen.

Zudem verlangen neue Mobilitätsformen (z. B. E-Mobilität, Leichtfahrzeuge, urbane Transportsysteme) nach flexiblen, individuellen Lösungen – Holz ist dafür ideal geeignet.

Wie wird aus Holz ein Leichtbauwerkstoff?

Holz ist nicht nur in Form von „klassischen“ Werkstoffen zum Bauen von Möbeln oder Häusern geeignet. Aufgrund seiner Eigenschaften bieten sich völlig neue Einsatzgebiete an, zum Beispiel der Leichtbau. Dabei ist das Ziel, Produkte oder Teile davon so zu bauen, dass sie möglichst wenig wiegen, aber trotzdem stabil sind.

Holz hat eine geringe Dichte, also ist es „von Natur aus“ leicht. Gleichzeitig ist es in Faserrichtung sehr fest. Das heißt: Wenn es richtig eingesetzt wird, kann es viel Zugkraft aushalten, obwohl es wenig wiegt. Materialforscher*innen zeigen das gerne mit einer sogenannten Ashby-Map. Diese Abbildung stellt dar, wie stark und wie schwer verschiedene Materialien sind. Ganz oben rechts stehen die schweren und starken Materialien wie Metalle oder Kohlenfaser. Unten links sind die leichten, aber schwachen Materialien wie Schäume angeführt. Holz liegt dazwischen – es ist leicht, aber trotzdem ziemlich stark in eine bestimmte Richtung siehe Abbildung 23.

Holz wächst in der Natur, deshalb sind seine Eigenschaften nicht durchgehend gleich wie bei künstlich hergestellten Werkstoffen. In Faserrichtung ist es etwa zehnmal so stark wie quer dazu. Außerdem kann die Festigkeit von Baum zu Baum oder sogar innerhalb eines Baumstamms unterschiedlich sein. Das nennt man inhomogenes Verhalten und Streuung.

Damit Holz trotzdem als Werkstoff verwendet werden kann, muss es für bestimmte Einsatzgebiete homogenisiert (= gleichmäßiger gemacht) werden. Das geht zum Beispiel, indem man es in dünne Schichten oder Fasern zerlegt und neu zusammensetzt. So kann die Faserrichtung gezielt so gelegt werden, dass sie kraftorientiert ist – also genau dort stark, wo im Produkt die Kräfte wirken. Das ist notwendig, damit das Material optimal funktioniert.

Am Ende wird das Material so aufgedoppelt, also in mehreren Schichten aufgebaut, dass es alle Anforderungen erfüllt: leicht, stabil und gut berechenbar. Denn für technische Produkte sind präzise Daten über das Verhalten des Materials unabdingbar. Nur so kann man es in Ersatzmodellen berechnen und sicher einsetzen – zum Beispiel in Autos, Flugzeugen oder Sportgeräten.



Abbildung 40: Übersicht über mögliche Holzleichtbaukomponenten in der Automobilbranche © CARpenTiER

Wie kann ich Holz berechenbar machen?

Damit Holz für technische Produkte verwendet werden kann, muss es, wie erwähnt, homogenisiert werden (= gleichmäßig gemacht). Aber: Wenn das Holz zu stark zerkleinert wird, verliert es seine Festigkeit. Wenn es zu wenig zerkleinert wird, bleibt es zu ungleichmäßig. Hier gilt es, den optimalen Mittelweg zu finden.

Am besten geeignet ist dafür Furnierholz. Das sind ganz dünne Holzplatten, oft weniger als 1 mm dick. Weil sie so dünn sind, gibt es weniger Unterschiede im Material – also weniger Streuung in ihren Eigenschaften. Diese Furniere kann man wie bei einem 3D-Drucker Schicht für Schicht

aufeinanderlegen und so ein Produkt aufbauen, das stabil und berechenbar ist.

Damit das Material auch am Computer simuliert werden kann, sind sogenannte Materialkarten notwendig. Das sind digitale Tabellen, wo festgehalten wird, wie sich das Material verhält – zum Beispiel bei Zug, Druck oder Hitze. Dafür müssen die Materialkennwerte (also die Eigenschaften) bei verschiedenen Temperaturen genau gemessen und in die Karten eingetragen werden.

Wenn diese Werte stimmen, kann man das Verhalten des Materials in Ersatzmodellen nachbilden – also in digitalen Modellen, die zeigen, wie sich das Material im echten Produkt verhält. So können Ingenieurinnen und Ingenieure das Holz gezielt einsetzen: Sie legen die Faserrichtung so, dass die Kräfte optimal übertragen werden – also kraftorientiert. Und sie bauen das Material so auf, dass es alle Anforderungen erfüllt – leicht, stabil und berechenbar.

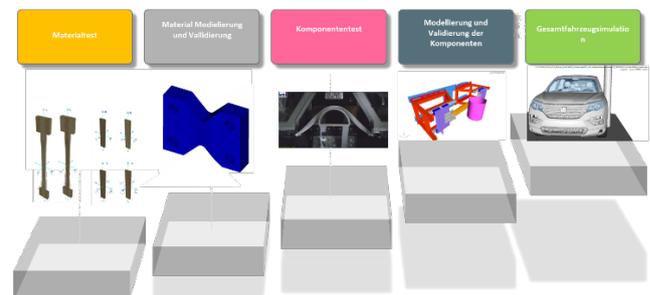


Abbildung 41: Abbildung wie kann man Holz berechenbar machen © WoodC.A.R.

Was ist ein digitaler Zwilling?

Ein digitaler Zwilling ist wie ein virtueller Zwilling eines echten Gegenstands. Ein konkretes Beispiel dazu: Es wird ein Skateboard gebaut und gleichzeitig gibt es eine digitale Kopie davon auf dem Computer. Diese Kopie sieht nicht nur gleich aus, sondern verhält sich auch gleich. Wenn man wissen möchte, ob das Skateboard bei einem Sprung bricht, kann es am digitalen Zwilling getestet werden – ganz ohne etwas kaputtzumachen.

Digitale Zwillinge werden oft in der Technik und Industrie verwendet. Zum Beispiel bei Autos, Flugzeugen oder Maschinen. Die echten Produkte bestehen aus vielen Materialien, wie Metall, Kunststoff oder Holz. Damit der digitale Zwilling funktioniert, muss man genau wissen, wie sich diese Materialien verhalten – zum Beispiel bei Hitze, Druck oder Bewegung.



7_

EXPERIMENTE DESIGN UND PRODUKT

Das Aufprallexperiment
Materialquartett

Das Aufprallexperiment

In der Realität müssen alle Fahrzeugkonstruktionen diverse Crash-Tests überstehen um als sichere Automobile auf den Markt zu kommen. Eine besondere Rolle für den Schutz der Menschen spielen dabei die Seitenaufprallträger. Bei diesem Experiment sind die Schüler*innen aufgefordert selbst Aufprallträger zu konstruieren. Im Anschluss wird die dynamische Festigkeit mit einer Aufprallversuchsanordnung festgestellt.

Tipps!

Ratespiel: Was ist das und wo wird es eingesetzt?

Den Schüler*innen wird zuerst ein Aufprallträger (Modell) bzw. ein Bild davon gezeigt. Sie sollen raten, was das ist und wofür es verwendet wird.

Material ✓

- » Furniere
- » Unterschiedliche Pappe- und Kartonarten
- » Zeichenpapier
- » Schere
- » Klebstoff
- » Viskose

Aufprallträger selbst bauen lassen

Die Schüler*innen werden aufgefordert, sich an ihre Konstruktionen aus Papier, Pappe und Karton zu erinnern. Diesmal ergeht der klare Auftrag, einen Seitenaufprallschutz mit den entsprechenden Eigenschaften zu bauen. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf der Orientierung der Faltkonstruktionen liegen (siehe Kapitel: 1, Experiment „Das ist die perfekte Welle...oder Wabe“). Folgende Fragen können sich die Schüler*innen dabei stellen:

Wie sieht der stabilste Aufbau aus? Wie muss die Struktur orientiert sein? Welche ergänzenden Schichten sind sinnvoll (Papier, Pappe, Viskose, etc.) z.B. als Splitterschutz, für erhöhte Flexibilität etc. Wie herum muss der Einbau erfolgen?



Abbildung 42: Seitenaufprallträger vom Wood Vision Lab
1. Kartonstruktur; 2. elastische Klebschicht; 3. Laminiertes Furnier © Wood Vision Lab



Abbildung 43: Eingebauter Seitenaufprallträger ©WoodC.A.R.

Versuchsaufbau

Material ✓

- » Versuchsaufbau für den Aufpralltest (siehe Foto)
- » Massestücke für unterschiedliche Belastungen.
- » Unterschiedliche Aufprallkörper
- » Selbst gebaute Aufprallträger

Der selbst gebaute Aufprallträger wird als Barriere zwischen zwei Befestigungen (1) eingeklemmt. Aluminium-Montageprofile bilden eine Versuchsbahn (2) auf der das Versuchsfahrzeug (3) fährt. Der Aufprallkörper (4) an der Stirnseite des Versuchswagens kann ausgetauscht werden. Der Wagen wird durch ein Gewicht (5) beschleunigt das über Umlenkrollen (6) mittels Schnur am Wagen befestigt ist. Das Gewicht des Wagens, sowie das Gewicht zur Beschleunigung kann ebenfalls angepasst werden.



Abbildung 44: Versuchsaufbau des Aufprall Experiments © Wood Vision Lab



Abbildung 45: Befestigung der Barriere (1); Versuchsbahn (2), Versuchsfahrzeug (3) mit Aufprallkörper (4); Umlenkrollen (6). © Wood Vision Lab

Tipp!

Auch hier gilt: Als Alternative kann jederzeit die „schiefe Ebene“ wieder herangezogen werden. Interessant wäre hier, was passiert, wenn der Aufprallträger nicht fest fixiert, wird zur Simulation eines Zusammenstoßes mit etwas, das nachgibt.

Den Schüler*innen wird zuerst ein Aufprallträger (Modell) bzw. ein Bild davon gezeigt. Sie sollen raten, was das ist und wofür es verwendet wird.

Durchführung

Der Versuchsaufbau ist jenem, der in der Praxis eingesetzt wird, sehr ähnlich. Er wurde lediglich „miniaturisiert“.

Die selbst gebauten Aufprallträger werden in die Haltevorrichtung eingespannt oder anderweitig fixiert. Durch das vertikale Gewicht wird der Aufprallwagen beschleunigt und dieser wird auf den Träger treffen. Der Aufprallwagen kann mit verschiedenen „Spitzen“ versehen werden, damit unterschiedliche Aufprallvarianten erzeugt werden können.

Auch die Masse des Aufprallwagens kann durch Auflegen von Massestücken verändert werden. Daraus ergibt sich eine Vielzahl unterschiedlicher Belastungsmöglichkeiten. Die entstandenen Schäden können fotografisch festgehalten werden. Die dazugehörige Belastung muss protokolliert werden.

Diese Aufprallversuche ermöglichen eine Optimierung der Träger in Bezug auf Festigkeit.

Die Schüler*innen versuchen in der Versuchsreihe die Träger entsprechend zu verändern, um immer noch bessere Ergebnisse zu erzielen. Weniger Material mit einer höheren Festigkeit.

Zusatz: Viele Handykameras haben die Möglichkeit, Zeitlupenvideos oder Slowmo-Videos aufzunehmen. Slowmo ist eine Abkürzung von Slow Motion, was eine durch Video verlangsamte Bewegung bedeutet. Mit diesen Videos können Zerstörungsvorgänge genau beobachtet werden.

Für
Expert:innen

Ist die Aufprallgeschwindigkeit aus dem Slowmo-Video bekannt, so kann die Kraft, die auf die eingespannte Konstruktion wirkt, abgeschätzt werden.

Die Aufprallgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, die man aus den letzten beiden Frames des Videos vor dem Aufprall ermitteln kann. Dann benötigt man die Zeit bis zum Stillstand des Wagens. Dividiert man die Aufprallgeschwindigkeit durch diese Bremszeit, ergibt sich die Beschleunigung, besser Bremsverzögerung. Die Kraft kann dann berechnet werden:

$$F = m \cdot a$$

- F ist die Kraft in Newton [N]
- M ist die Masse in Kilogramm [kg]
- A ist die Beschleunigung in Meter pro Quadratsekunde [m/s^2]

Reflexion

Die Parameter und Ergebnisse des Tests können im Arbeitsblatt festgehalten werden. Besonders spannend ist die Diskussion, welche Materialien bzw. Materialkombinationen besonders gut den Aufprall standgehalten haben und warum. Vor allem die Orientierung der Fasern, Kartonwaben oder -wellen ist dabei zu beachten. Ein besonderes Augenmerk sollte daraufgelegt werden, was genau beim Aufprall mit dem Material passiert ist und was das in der Realität in Bezug auf den Zweck eines Aufprallkörpers bedeutet.

Arbeitsblatt Auswertung Seitenaufprallträger

Konstruktionszeichnung/Foto:

Materialien:

Furnier Holzart:	
Anzahl der Schichten:	
Ergänzende Materialien:	
Pappe: Waben oder Wellen	
Orientierung der Pappe:	

Versuchsaufbau:

Gewicht Wagen:	
Zuggewicht:	
Orientierung des Trägers:	

Beobachtungen/Foto Ergebnis:

Materialquartett

Metallische, nicht metallische und organische Werkstoffe haben oft verblüffende Eigenschaften. Bei diesem Materialquartett können die Schüler*innen spielerisch diese vergleichen. Zusätzliche Informationen zu möglichen Anwendungen sind ebenfalls enthalten. Überraschungen, vor allem bei den neuen Holzwerkstoffen, sind garantiert.

Quartett ist ein eines der ältesten Kartenspiele, die es gibt. Bereits seit dem 16. Jahrhundert wird es auf unterschiedliche Arten gespielt. Es ist aber auch eine bewährte Möglichkeit, Kerninformationen zu einem Thema zu vermitteln.

Material ✓

20 Spielkarten zu den verschiedenen Werkstoffen:

- » **Metallische Werkstoffe:** Stahl, Alu, Bronze, Gold
- » **Kunststoffe:** PE (PolyEthylen), PU (PolyUrethan), EPS (Expanded PolyStyrol/Styropor) PP (PolyPropylen)
- » **Holzwerkstoffe:** Leimholz, Brettsperrholz, Furnierschichtholz, Holzfaserplatte
- » **Verbundwerkstoffe:** Faserverstärkte Kunststoffe, Aluminium beschichtete Spanplatte, carbonfaserverstärkter Kunststoff, Holzfaserverbundsysteme mit biobasierten Harzen
- » **Holz:** Birke, Buche, Pappel, Paulownia

Alle Karten stehen ab November 2025 zum Ausdrucken auf www.elaborationwood.at bereit

Vorbereitend sollten Gruppen von 2-4 Schüler*innen gebildet werden. So viele Gruppen sich in der Klasse ergeben, soviel Kartensätze werden auf stärkerem Papier ausgedruckt und ausgeschnitten (z.B. bei 24 Schüler*innen und 4er Gruppen also 6 Sätze). Die zwei bekanntesten Spielformen sind „Quartett bilden“ und „Quartett stechen“.

Ziel ist es immer, möglichst viele Quartette, also Karten der gleichen Werkstoffgruppe (Farbe), zu sammeln.

Ablauf Quartett bilden

Alle Karten werden gleichmäßig auf alle Spieler*innen verteilt. Alle kompletten Quartette müssen aufgelegt werden.

Ein*e Spieler*in (der/die Jüngste bzw. Älteste, der/die als nächster Geburtstag hat, ...) darf beginnen. Er/Sie fragt eine*n ausgewählte*n andere*n Spieler*in gezielt nach einer Karte. Der/die gefragte Spieler*in muss die Karte abgeben, wenn er/sie sie hat. Der/die erste Spieler*in darf so lange weiterfragen, bis jemand die Karte **nicht** hat. Der/die Spieler*in, der/die mit „Nein“ geantwortet hat, darf dann mit dem Fragen fortfahren.

Gewonnen hat die Person, die die meisten vollständigen Quartette sammeln konnte.

Ablauf Quartett stechen

Beim „Quartett Stechen“ wird nicht einfach nach einer Karte gefragt, sondern nach einer speziellen Eigenschaft. Wer den „besseren“ Werkstoff hat, bekommt beide Karten. Eine Liste, wie die Eigenschaften zuzuordnen sind, ist angehängt.

Auch hier gilt: Gewonnen hat die Person, die die meisten vollständigen Quartette sammeln konnte.

Reflexion

Wenn alle Gewinner*innen feststehen, sollte noch einmal in der Klasse darüber diskutiert werden, welche Erkenntnisse im Laufe des Spiels gewonnen wurden. Gab es Überraschungen? Hat sich jemand etwas Besonderes gemerkt? Welche Botschaften konnte jede*r für sich aus diesem Spiel mitnehmen?

„Quartett stechen“: Hinweise wie die Materialeigenschaften in Bezug auf den Leichtbau zu bewerten sind

Bei Materialeigenschaften gibt es kein eindeutiges „besser“ oder „schlechter“. Entscheidend ist immer die Nutzung des Materials. Es werden z.B. andere Eigenschaften zum Bau eines Hauses benötigt, wie zum Bau eines Fahrzeugs. Die folgenden Hinweise beziehen sich auf die innovative Nutzung im Leichtbau.

Eigenschaft	Eignung für den Leichtbau
Dichte (g/cm ³):	je geringer, desto besser
Wärmedurchgangskoeffizient:	je niedriger, desto besser
E-Modul	je höher, desto besser
Anwendungsbeispiele	je „cooler“, desto besser (alle Spieler müssen sich einigen)
Kosten (€/kg)	je geringer, desto besser

HOLZ – DER WERKSTOFF DER ZUKUNFT

**Der Weg hinter den neuen Holz-
Leichtbauwerkstoffen**

**Wie kommt man auf so eine Idee?
Wen braucht man, um so eine Idee umzusetzen?
Was sind Voraussetzungen, um sie umzusetzen?
Was sind die ersten Schritte?
Wo werden Leichtbauwerkstoffe eingesetzt und
warum ausgerechnet in diesen Bereichen?
Zukunftsansichten – wo könnten
Leichtbauwerkstoffe noch eingesetzt
werden?**



HOLZ – DER WERKSTOFF DER ZUKUNFT

Der Weg hinter den neuen Holz-Leichtbauwerkstoffen

Wie kommt man auf so eine Idee?

Ein modernes Holzbauteil entsteht nicht durch das einfache Ersetzen eines bestehenden Teils durch Holz. Es braucht eine strukturierte Herangehensweise:

- Anforderungsdefinition:
 - Welche Kräfte wirken?
 - Welche Temperaturen oder Umwelteinflüsse gibt es?
- Bauraumermittlung:
 - Wie viel Platz steht zur Verfügung? Gibt es geometrische Einschränkungen?
- Materialwahl & Spezifikation:
 - Welches Holz oder welcher Verbundwerkstoff ist geeignet?
- Design:
 - Entwurf mit CAD-Programmen, ggf. Simulation von Belastungen
- Fertigungsvorbereitung:
 - Auswahl geeigneter Maschinen, Anpassung an Produktionsprozesse

Dieser Ablauf zeigt, dass moderne Holzverarbeitung sehr viel mit Ingenieurwesen, Digitalisierung und Kreativität zu tun hat.

Wen braucht man, um so eine Idee umzusetzen?

Der Weg zu einem neuen Holz-Leichtbauwerkstoff ist Teamarbeit und erfordert das Zusammenspiel vieler Fachleute entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Am Anfang steht die Idee – zum Beispiel, Holz leichter, stabiler oder vielseitiger einsetzbar zu machen. Doch um diese Idee in ein marktfähiges Produkt zu verwandeln, braucht es weit mehr als nur Kreativität.

Zunächst sind Forstwirte und Waldbesitzer gefragt, die den Rohstoff Holz nachhaltig bereitstellen. Sie achten darauf, dass die richtigen Baumarten – etwa Laubholz, das durch den Klimawandel immer wichtiger wird – in ausreichender

Menge und Qualität zur Verfügung stehen. Anschließend übernehmen Holztechnologien und Materialforscher die Aufgabe, das Holz so aufzubereiten, dass es für den Leichtbau geeignet ist. Im Wood Vision Lab (WVL) werden beispielsweise neue Verfahren entwickelt, um Komponente aus Holz herzustellen oder Holz mit anderen Materialien zu kombinieren.

Ingenieurinnen und Designerinnen entwickeln daraus innovative Produkte, die nicht nur leicht und stabil, sondern auch funktional und ästhetisch ansprechend sind. Sie arbeiten eng mit Produktionsexpert*innen zusammen, die die Fertigung planen und optimieren – vom Zuschnitt der Furniere bis zur Verbindungstechnik, etwa durch Nähen oder Verschweißen von Holzdübeln.

Auch Unternehmen aus der Möbel-, Bau- oder Automobilindustrie sind Teil der Wertschöpfungskette: Sie bringen die neuen Werkstoffe in die Anwendung und sorgen dafür, dass sie im Alltag bestehen. Schließlich spielen auch Vermarktung, Vertrieb und Recycling eine Rolle, damit der neue Werkstoff nachhaltig genutzt und am Ende seines Lebenszyklus wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden kann.

Das Beispiel des Wood Vision Lab zeigt, wie wichtig die Zusammenarbeit von Forschung, Entwicklung und Praxis ist. Nur wenn alle Beteiligten – von der Forstwirtschaft bis zur Industrie – zusammenarbeiten, können neue Holz-Leichtbauwerkstoffe entstehen, die den Anforderungen der Zukunft gerecht werden.

Was sind Voraussetzungen, um sie umzusetzen?

Damit Holz als Werkstoff in sicherheitsrelevanten Anwendungen – etwa im Fahrzeugbau, in der Luftfahrt oder in tragenden Bauteilen der Architektur – verwendet werden kann, ist eine präzise Kenntnis seiner mechanischen und physikalischen Eigenschaften unabdingbar. Nur wenn diese Eigenschaften zuverlässig messbar, beschreibbar und vor allem digital simulierbar sind, lässt sich Holz mit dem gleichen ingenieurtechnischen Anspruch einsetzen, wie andere Werkstoffe (z.B. Stahl, Aluminium oder Carbonverbunde).

Wichtige mechanische Kennwerte:

Die wichtigsten Materialkennwerte, die für die Berechnung und Konstruktion notwendig sind, umfassen unter anderem:

Festigkeit

- » Diese beschreibt die maximale Kraft, die ein Holzbauteil aushalten kann, bevor es bricht oder dauerhaft beschädigt wird. Sie ist abhängig von der Holzart, der Faserrichtung, dem Feuchtigkeitsgehalt und möglichen Fehlerstellen (wie Astlöchern oder Rissen).

Elastizität (Elastizitätsmodul oder E-Modul)

- » Der E-Modul gibt an, wie stark sich das Material unter Belastung verformt – also wie flexibel oder steif es ist. Holz besitzt eine anisotrope Struktur, was bedeutet, dass der E-Modul in Faserrichtung (längs) deutlich höher ist als quer zur Faser. In Faserrichtung können E-Module von bis zu 10 GPa erreicht werden, quer dazu jedoch nur etwa 1 GPa.

Dichte

- » Sie gibt an, wie viel Masse ein bestimmtes Volumen Holz hat – ein zentraler Faktor im Leichtbau. Unterschiedliche Holzarten weisen eine große Bandbreite auf: Während Balsaholz sehr leicht ist (ca. 100 – 200 kg/m³), bringt es Hartholz wie Buche oder Eiche auf über 700 kg/m³.

Feuchteverhalten

- » Holz ist hygroskopisch – es nimmt Feuchtigkeit aus der Umgebung auf und gibt sie wieder ab. Diese Eigenschaft beeinflusst sowohl die Dimension als auch die Festigkeit des Materials. Ein höherer Feuchtigkeitsgehalt verringert in der Regel die Steifigkeit und Tragfähigkeit. Deshalb ist eine klimatische Betrachtung von Holzkonstruktionen über den gesamten Lebenszyklus hinweg notwendig.

Was sind die ersten Schritte?

Digitale Erfassung und Modellierung: Der „digitale Zwilling“ Um Holz zuverlässig in der technischen Entwicklung zu nutzen, werden all diese Materialeigenschaften systematisch erfasst, standardisiert und in digitale Simulationsmodelle überführt. Die Datenbasis dafür stammt aus umfangreichen Materialtests, die sowohl unter

standardisierten Laborbedingungen als auch unter realen Einsatzszenarien durchgeführt werden.

Das Ziel ist die Erstellung eines „digitalen Zwillings“ des Werkstoffs – also eines hochpräzisen, virtuellen Modells des Holzbauteils mit allen relevanten physikalischen Eigenschaften. Dieser digitale Zwilling wird in Computer-Aided Engineering (CAE)-Systeme integriert und dient als Grundlage für:

- » Finite-Elemente-Analysen (FEA) zur Belastungssimulation,
- » Crash-Tests am virtuellen Modell, etwa zur Bewertung von Seitenaufprallträgern,
- » Optimierungsprozesse, bei denen Form, Materialverteilung und Schichtaufbau iterativ (= durch mehrfaches/oftmaliges Wiederholen) angepasst werden,
- » Lebensdauerberechnungen, bei denen Alterungs- und Ermüdungseffekte berücksichtigt werden.

Herausforderungen bei der Modellierung von Holz:

Im Gegensatz zu metallischen Werkstoffen weist Holz inhomogene und anisotrope Eigenschaften auf. Das bedeutet:

- » Die Materialeigenschaften sind nicht an jeder Stelle gleich.
- » Sie hängen stark von der Faserrichtung, von Wuchsmerkmalen (wie Maserung oder Jahresringen) und vom Feuchtigkeitsgehalt ab.
- » Kleinste Defekte oder Variationen in der Struktur (z. B. durch Äste oder Harzkanäle) können das mechanische Verhalten lokal stark beeinflussen.

Diese Komplexität stellt hohe Anforderungen an die digitale Abbildbarkeit. Moderne Simulationsmodelle müssen deshalb nicht nur isotrope Durchschnittswerte verwenden, sondern dreidimensionale Werkstoffmodelle, die das lokale Verhalten einzelner Materialzonen exakt berücksichtigen. Hierzu kommen multiskalare Modellierungsansätze zum Einsatz, die vom makroskopischen Bauteilverhalten bis zur mikroskopischen Zellstruktur des Holzes reichen.

Wo werden Leichtbauwerkstoffe eingesetzt und warum ausgerechnet in diesen Bereichen?

Die Substitution konventioneller, CO₂-intensiver Materialien durch Holz findet mittlerweile in zahlreichen

Branchen Anwendung. Neben der Bau-, Textil- und Chemieindustrie ist vor allem der Mobilitätssektor ein wesentlicher Treiber dieser Entwicklung. Hier stehen insbesondere drei Bereiche im Zentrum der Forschung und Entwicklung: die Automobilbranche, der Schienenfahrzeugbau (Rail Systems) und der Luft- und Raumfahrtbereich (Aerospace). Die Anforderungen an Werkstoffe in diesen Sektoren sind jedoch besonders hoch: Sie müssen leicht, hochfest, temperatur- und witterungsbeständig sowie langfristig zuverlässig sein. Die erfolgreiche Integration von Holz in diesen anspruchsvollen Anwendungsfeldern setzt ein tiefes Verständnis des Materials und seines mechanischen Verhaltens voraus. Diesem Ziel haben sich zahlreiche Forschungsprojekte gewidmet – darunter For(s)tschritt, Hammer, WoodC.A.R., MoveWood, HoMBA und CARpenTiER. Im Mittelpunkt stand dabei die Untersuchung der Berechenbarkeit, Dauerhaftigkeit und Einsatzstabilität von Holz im tragenden Karosseriebau. Die Resultate belegen, dass moderne Holzwerkstoffe die technischen Anforderungen für tragende und dynamisch beanspruchte Bauteile erfüllen können. Besonders hervorzuheben ist das Projekt WoodC.A.R. (2017–2021), das umfassend zeigen konnte, dass Holzbauteile bei intelligentem Design deutliche Vorteile hinsichtlich Gewicht, Nachhaltigkeit und Energieverbrauch erzielen. Gleichzeitig bestehen nach wie vor Herausforderungen, insbesondere im Hinblick auf:

- » die Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der Materialeigenschaften,
- » die Integration in bestehende industrielle Produktionsprozesse,
- » sowie die Wahrnehmung von Holz in sicherheitsrelevanten Bereichen.

Das Projekt CARpenTiER (2021-2025) adressiert diese offenen Fragen gezielt und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur industriellen Skalierung von Holzanwendungen in der Mobilität.

Ein zentraler Aspekt im Leichtbau ist das Verhältnis von Steifigkeit (E-Modul) zu Gewicht (Dichte). Diese beiden Kennwerte werden, wie erwähnt, häufig in sogenannten Ashby Maps gegenübergestellt. Darin zeigt sich, dass Naturstoffe – insbesondere Holz – in Faserrichtung ein bemerkenswert gutes Verhältnis von Steifigkeit zu Gewicht bieten. Während Holz in Faserrichtung E-Module von bis zu 10 GPa erreichen kann, beträgt der Wert quer zur Faser nur etwa ein Zehntel davon. Diese Anisotropie (Richtungsabhängigkeit der Eigenschaften) muss bei der Konstruktion berücksichtigt werden.

In der Ashby Map (siehe Abbildung 46, Weißbach et al. 2018) wird deutlich, dass Holz im Vergleich zu anderen Werkstoffen eine interessante Position einnimmt.

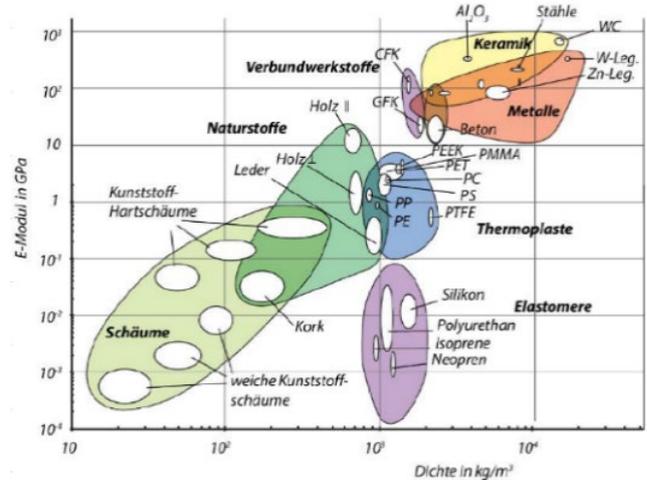


Abbildung 46: Überblick über Werkstoffe und ihre Eigenschaften © Weißbach et al. 2018

Eine weitere Darstellung (Abbildung 47, Huber et al. 2021) zeigt die spezifischen Eigenschaften verschiedener Holzarten wie Buche, Fichte oder Birke – allesamt Materialien mit hoher Festigkeit bei vergleichsweise geringer Dichte.

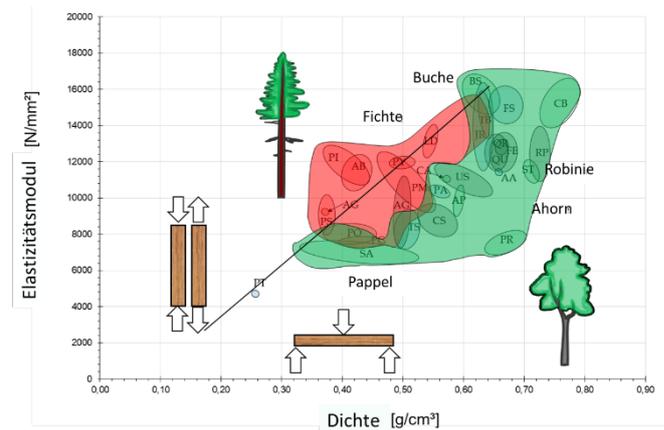


Abbildung 47: Überblick über die Verschiedenen Holzarten und ihre Eigenschaften © Huber et al. 2021

In der Praxis konnten im Rahmen von WoodC.A.R. mehrere erfolgreiche Anwendungen demonstriert werden: **Seitenaufprallträger** (Kooperation mit Magna Steyr und Weitzer Parkett): Hier wurde ein herkömmliches Stahlprofil durch einen Holz-Sandwichaufbau mit Wabenkern ersetzt, ohne Einbußen bei der Crashesicherheit. **Bustrepp** für MAN Busse: Ein Glasfaser-Verbundbauteil wurde durch eine 3D-optimierte Holzform ersetzt – mit deutlich verbesserten Umweltwerten.

Die erzielten Effekte sind beeindruckend: Einsparungen von bis zu 40 % bei Gewicht, Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch wurden dokumentiert.

Auch außerhalb der Mobilitätsbranche gibt es spannende Entwicklungen. Ein Beispiel ist die **greenThek** der Firma Hauser Kühltechnik: Eine Kühlvitrine, die auf Holz als Hauptmaterial setzt. Herkömmliche Kühlmöbel bestehen aus komplexen Materialkombinationen mit schlechter Rezyklierbarkeit. Holz bietet hier eine ökologisch sinnvolle Alternative – sowohl im Hinblick auf die Wiederverwertbarkeit als auch auf den CO₂-Fußabdruck.

Trotz der positiven Ergebnisse bestehen weiterhin noch offene Fragestellungen, insbesondere bei der Kund*innenwahrnehmung. Holz wird in der Mobilität bislang nicht automatisch mit Eigenschaften wie Zuverlässigkeit und Sicherheit assoziiert – Kriterien, die beim Fahrzeugkauf eine entscheidende Rolle spielen (Pawlik 2021).

Aktuelle Einsatzbeispiele von Holz in der Mobilität belegen das neue Potenzial des Werkstoffs:

- » **Leichte und stabile Trittstufen (z. B. in Bussen):** Hier kommen dreidimensional geformte Holzstrukturen zum Einsatz, die klassische Verbundwerkstoffe ersetzen. Sie überzeugen durch hohe Belastbarkeit, geringes Gewicht und eine gute Umweltbilanz.
- » **Trägerstrukturen für den Seitenaufprallschutz:** Ein besonders herausforderndes Anwendungsfeld, bei dem Sicherheit im Fokus steht. Durch spezielle Sandwich-Konstruktionen mit Holzkern (z. B. aus Balsa- oder Sperrholz) konnte gezeigt werden, dass eine effektive Energieaufnahme bei Kollisionen auch mit nachwachsenden Rohstoffen möglich ist – und das bei einem deutlich geringeren CO₂-Fußabdruck.
- » **Gehäuse und Umhausungen für Batterien in Elektrofahrzeugen:** Diese Anwendungen profitieren besonders vom Verhältnis aus Festigkeit, thermischer Isolation und Gewicht. Holzverbundstoffe bieten hier nicht nur

mechanische Stabilität, sondern auch Schutz vor Hitze und elektromagnetischen Störungen.

- » **Innenraumbauteile (Armaturenbretter, Paneele, Türverkleidungen):** In diesem klassischen Anwendungsbereich steht nicht nur die Funktionalität im Vordergrund, sondern zunehmend auch die Nachhaltigkeit und haptische Qualität. Echtholzoberflächen oder Formholz (= Holz, das durch einen industriellen Prozess zu zwei- oder dreidimensionalen Formen verpresst wird) bieten hier hochwertige, individualisierbare Lösungen mit einem natürlichen Erscheinungsbild – oft in Kombination mit anderen nachhaltigen Materialien wie Lederersatz aus Pflanzenfasern.

Zukunftsansichten – wo könnten Leichtbauwerkstoffe noch eingesetzt werden?

- » Holz-Leichtbauwerkstoffe haben großes Potenzial für die Zukunft – nicht nur im klassischen Möbel- oder Innenausbau, sondern auch in Bereichen, die man auf den ersten Blick vielleicht nicht mit Holz verbindet. Durch die Kombination aus natürlichem Material, digitaler Fertigung und modernem Design entstehen völlig neue Anwendungsmöglichkeiten.
- » Besonders spannend ist der Einsatz im Maschinenbau, im Automobilbau (Rohbau), im Zugbau und sogar in der Luftfahrt. Hier wird aktuell daran geforscht, wie Holzwerkstoffe – etwa in Form von Holzhybriden oder hochbelastbaren Furnierlagen – tragende oder funktionale Bauteile ersetzen können. Das Ziel: Gewicht reduzieren, Ressourcen schonen und CO₂-Emissionen senken, ohne auf Stabilität und Sicherheit zu verzichten.
- » Ein Beispiel dafür ist die Arbeit im Wood Vision Lab (WVL), wo neue Verfahren entwickelt werden, um Holz mit anderen Materialien zu kombinieren, zu verschweißen oder sogar zu vernähen. Dabei entstehen Werkstoffe, die leicht, stabil und vielseitig einsetzbar sind – ideal für die Anforderungen moderner Mobilität und Technik.

Diese Entwicklungen eröffnen nicht nur neue Produktideen, sondern auch neue Berufsfelder: Von der digitalen Holzbearbeitung über nachhaltiges Produktdesign bis hin zur materialbasierten Forschung entstehen spannende Perspektiven für eine verantwortungsbewusste, technologieorientierte Gesellschaft.

Zuordnungsspiel: Das ist aus Holz

Im Bereich des Leichtbaus gibt es viele neue, spannende und oft überraschende Holzprodukte. Andererseits begegnen uns im Alltag immer wieder Artikel in Holzoptik, die aus ganz anderen Materialien gefertigt wurden. Die Unterscheidung ist nicht immer leicht! Mit diesem Spiel werden die neuesten Holzprodukte und Erzeugnisse in Holzoptik vorgestellt.

#

Material ✓

- » 24 Spielkarten mit neuen Holzprodukten und Fake-Holzartikeln
- » „Holz“ und „kein Holz“ Karten

Alle Karten stehen zum Ausdrucken auf www.papiermachtschule.at und ab 11/2025 auf www.elaborationwood.at bereit

Vorbereitung

Die Spielkarten werden je nach Klassenstärke einmal oder mehrfach ausgedruckt und ausgeschnitten. Links ist jeweils die Vorderseite mit einem Bild des Produkts und rechts die Rückseite mit der Lösung (H = Holz und K = kein Holz). Einfach in der Mitte falten und zusammenkleben. Die zwei großen mit „Holz“ und „kein-Holz“ beschrifteten Karten werden ebenfalls ausgedruckt. Je nach Bedarf können die Karten auf Holzkärtchen aufgeklebt werden oder laminiert werden.

Ablauf

Die „Holz“ und „kein-Holz“ Karten sollten in einigem Abstand aufgelegt werden. Die Produktkarten werden mit dem Bild nach oben aufgelegt, so dass die Lösung nicht sichtbar ist.

Die Schüler*innen werden aufgefordert, die Bilder den „Holz“ und „kein Holz“ Karten zuzuordnen. Sind alle Karten zugeordnet wird überprüft, ob alles richtig eingeschätzt wurde.



Reflexion

Bereits während des Spiels ist eine Diskussion über die Produkte unbedingt erwünscht. Vielleicht sind nicht alle Produkte bekannt, oder werden auf den Bildern nicht erkannt. Gerne darf über die Einsatzmöglichkeiten gesprochen werden. Gibt es Überraschungen und neue Erkenntnisse? Welche Gründe könnte es geben Holz an

dieser Stelle zu verwenden? Vielleicht können bereits die Antworten aufgrund der vorangegangenen Experimente gegeben werden, oder sind die Fragen ein Anlass, das passende Experiment noch durchzuführen. Gibt es neue Ideen, was eventuell noch möglich wäre? An dieser Stelle ist Kreativität unbedingt erwünscht.

Zusammenfassung



ZUSAMMEN
FASSUNG

Unsere Erde stößt an ihre Grenzen:

- **Der Klimawandel wird schlimmer.**
- **Viele Tier- und Pflanzenarten verschwinden.**
- **Wichtige Rohstoffe wie Öl oder Metalle werden knapp.**

Früher hat man einfach Rohstoffe genommen, Produkte hergestellt und am Ende weggeworfen. Dieses alte Modell funktioniert heute nicht mehr – es verschwendet zu viele Ressourcen und belastet die Umwelt.

Der Plan der EU: Weniger CO₂, mehr Nachhaltigkeit

Die Europäische Union will bis 2050 klimaneutral werden – also **kein CO₂ mehr zusätzlich in die Atmosphäre bringen**. Dafür wurde der **European Green Deal** ins Leben gerufen.

Ein Ziel: Produkte sollen so hergestellt werden, dass man Materialien wiederverwenden oder recyceln kann – das nennt man **Kreislaufwirtschaft**.

Besonders wichtig: Auch **Autos, Busse und Lkws** sollen umweltfreundlicher werden. Schon ab 2035 sollen nur noch Fahrzeuge verkauft werden, die keine Abgase ausstoßen.

Holz im Auto? Ja, das geht!

In Autos werden oft Materialien wie Stahl, Kunststoff oder Glasfaser verbaut. Diese brauchen in der Herstellung viel Energie und verursachen viel CO₂. Holz ist hier eine nachhaltige Alternative:

- Es wächst nach.
- Es speichert CO₂.
- Es ist oft leichter als Metall.
- Es braucht weniger Energie in der Herstellung.

Heute gibt es schon Autoteile aus Holz, zum Beispiel:

- Trittstufen im Bus
- Teile im Innenraum
- Verkleidungen für Batterien

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:
Fachhochschule Salzburg GmbH
Urstein Süd 1
5412 Puch/Salzburg

Grafik & Layout:
Claudia Lobnig | designyourdream.company
Tanja Zadnik | copylot.at

Wichtige rechtliche Information:

Die in dieser Unterlage veröffentlichten Inhalte, Werke und bereitgestellten Informationen unterliegen dem österreichischen Urheberrecht und Leistungsschutzrecht. Eine Vervielfältigung, Verbreitung, Zurverfügungstellung und sonstige Art der Verwertung, einschließlich Bearbeitungen der Unterlage insgesamt oder auch nur von Teilen, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Herausgebers. Trotz sorgfältiger Prüfung der Unterlagen sind Fehler nicht auszuschließen. Die Richtigkeit des Inhalts ist daher ohne Gewähr. Eine Haftung des Herausgebers oder der AutorInnen ist ausgeschlossen. Die Ausführungen beziehen sich auf den Stand März 2025.

Mitfinanzierende Partner

pro:Holz



h FACHVERBAND
HOLZINDUSTRIE
ÖSTERREICH