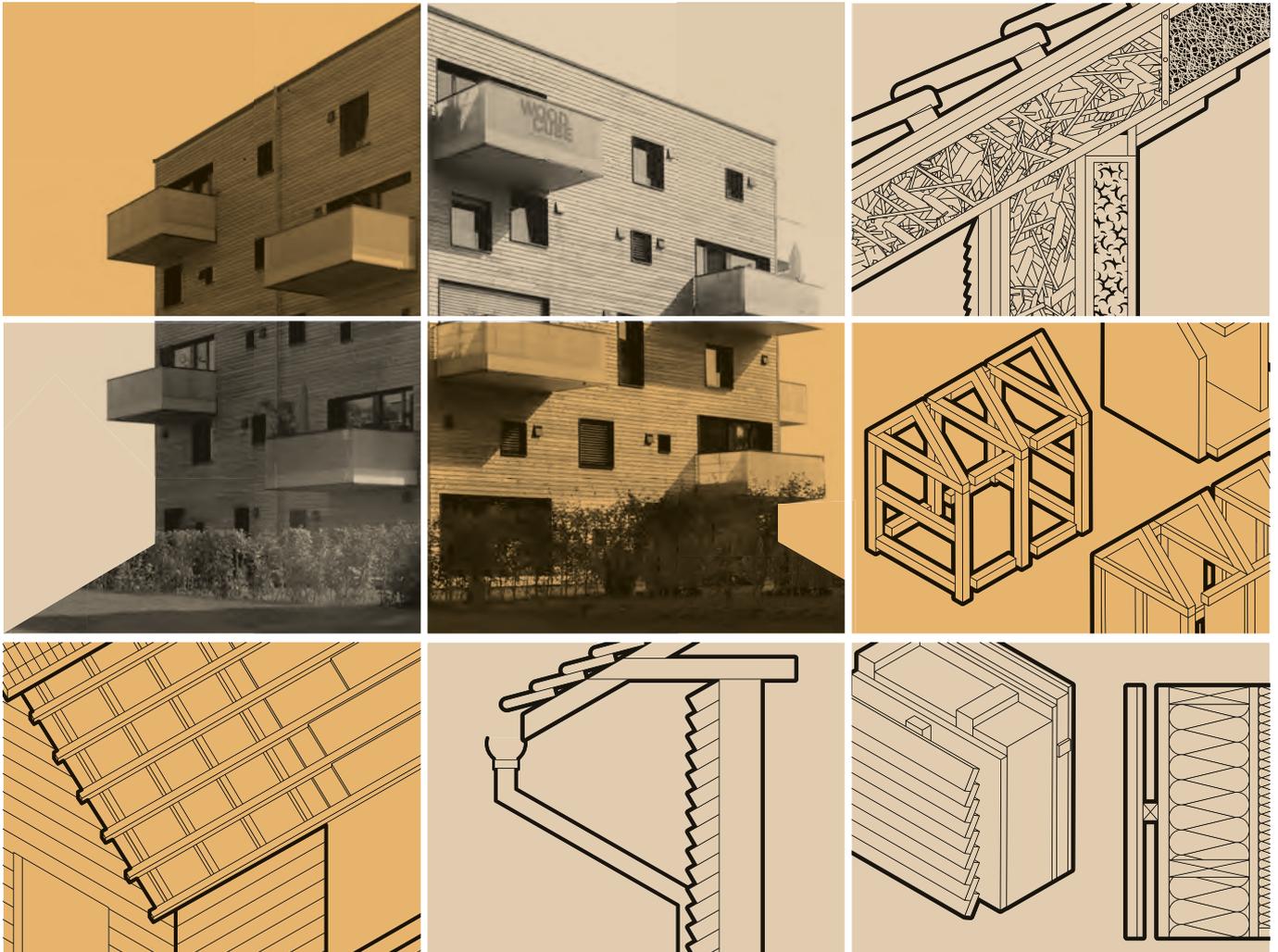


# NACHWACHSENDE ROHSTOFFE

INFORMATIONSMATERIALIEN FÜR BERUFSBILDENDE SCHULEN

## AUFBAUMODUL BAUEN UND BAUSTOFFE



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V.

## NACHWACHSENDE ROHSTOFFE ALS UNTERRICHTSTHEMA IN BERUFSSCHULEN

# AUFBAUMODUL BAUEN UND BAUSTOFFE

### Herausgeber

Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH,  
mit Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)  
über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

### Text und Konzeption

Peter Wiedemann (Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH)

### Redaktion

Peter Wiedemann, Frank J. Richter (Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH)  
Mathias Sauritz (FNR)

### Didaktische Beratung

Prof. Dr. Werner Kuhlmeier (Universität Hamburg, Institut für Berufs- und Wirtschaftspädagogik)  
Kay Reichmann (Knobelsdorff-Schule Berlin, Oberstufenzentrum Bautechnik I)

### Gestaltung

KAMA GbR, Berlin, [www.visual-kama.de](http://www.visual-kama.de)

### Gesamtherstellung

Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH, Berlin

### Stand

November 2016

Die unter MEHR WISSEN aufgeführten Internetlinks und Videos dienen der vertieften Information bzw. Anschauung im Rahmen der vorgestellten Sachthemen. Dies begründet in keinem Fall eine Empfehlung bestimmter Produkte oder Hersteller. Weiterführende Information finden Sie in der Datenbank der FNR: <https://datenbank.fnr.de/produkte/baustoffe>

### Bildnachweis

Titel: DeepGreen Development

KV 1: Wikipedia; KV 3: Wikipedia; KV 8: FNR, Wikipedia; KV 10: Marco Rothenberger

KV 11: DeepGreen Development; KV 12: Katrin Heyer; KV 13: Katrin Heyer; KV 14: Katrin Heyer

KV 15: Wikipedia; KV 21: NZNB; KV 22: FNR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung/Andreas Meichsner

KV 23: Claytec, FNR, NZNB; KV 26: Claytec, FNR; KV 27: Lesando GmbH, Kreidezeit GmbH, Josef Renn/putz.de

KV 28: Auro AG, Kreidezeit GmbH; KV 30: Dachverband Lehm, FNR

AB 2: FNR; Versuch 5: OSZ Bautechnik I (Andreas Joerdens)

# MATERIALIEN FÜR DEN UNTERRICHT

## BAUEN UND BAUSTOFFE

### Kapitel 1: EINFÜHRUNG

- Kopiervorlage 1: Ressourcenverbrauch
- Kopiervorlage 2: Nachhaltigkeit
- Kopiervorlage 3: Bauen mit der Natur
- Kopiervorlage 4: Das Hausmodell

### Kapitel 2: BAUEN MIT HOLZ

- Kopiervorlage 5: Baustoff Holz
- Kopiervorlage 6: Holzbauweisen
- Kopiervorlage 7: Holzprodukte
- Kopiervorlage 8: Holzfassaden
- Kopiervorlage 9: Aufbau einer Außenwand

### Kapitel 3: HOLZBAUTEN

- Kopiervorlage 10: Der Woodcube
- Kopiervorlage 11: Ökologisch bauen mit Holz – Das Interview
- Kopiervorlage 12: Das Steigerwaldzentrum
- Kopiervorlage 13: Das Steigerwaldzentrum – Details der Baukörper
- Kopiervorlage 14: Das Steigerwaldzentrum – Aufbau der Deckenkonstruktionen
- Kopiervorlage 15: Bauen im Bestand
- Kopiervorlage 16: Visionen für die Zukunft

### Kapitel 4: DÄMMSTOFFE

- Kopiervorlage 17: Vorteile für Umwelt und Gesundheit
- Kopiervorlage 18: Die Alternativen
- Kopiervorlage 19: Überblick Wärmedämmstoffe

### Kapitel 5: BAUEN MIT STROH

- Kopiervorlage 20: Der Stein der Zukunft
- Kopiervorlage 21: Ballen als Bausteine

### Kapitel 6: INNENAUSBAU/TROCKENBAU

- Kopiervorlage 22: Innenwände
- Kopiervorlage 23: Wandaufbauten
- Kopiervorlage 24: Aufbau einer Innenwand

### Kapitel 7: OBERFLÄCHEN

- Kopiervorlage 25: Gesundes Wohnen
- Kopiervorlage 26: Das Raumklima
- Kopiervorlage 27: Putze
- Kopiervorlage 28: Wandfarben

### **Kapitel 8: BAUSTOFF LEHM**

Kopiervorlage 29: Der Baustoff aus dem Boden  
Kopiervorlage 30: Lehmbaustoffe

### **Kapitel 9: ARBEITSBLÄTTER**

Arbeitsblatt 1: Das Kundengespräch  
Arbeitsblatt 2: Errichtung einer Raumtrennwand  
Arbeitsblatt 3: Der Infobrief  
Arbeitsblatt 4: Der Wissenstest  
Arbeitsblatt 5: Planung eines Eigenheims  
Arbeitsblatt 6: Aufbau einer Außenwand

### **Kapitel 10: VERSUCHE**

Versuch 1: Zugfestigkeit von Holz  
Versuch 2: Druckfestigkeit eines Strohhalmbündels  
Versuch 3: Prüfung von Baulehm  
Versuch 4: Herstellung von Lehmputz  
Versuch 5: Ausfachung von Fachwerkwänden  
Versuch 6: Herstellung von Kaseinfarbe

### **Kapitel 11: HINTERGRUNDINFORMATION**

Hintergrund 1: Was ist eine Ökobilanz?  
Hintergrund 2: Ökologischer Vergleich von Bauweisen

## **INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE**

Das vorliegende Aufbaumodul wird durch vier Fachmodule inhaltlich ergänzt und erweitert:

- KONSTRUKTION MIT NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN
- DÄMMEN UND DÄMMSTOFFE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN
- TROCKENBAU MIT NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN
- OBERFLÄCHENGESTALTUNG MIT NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

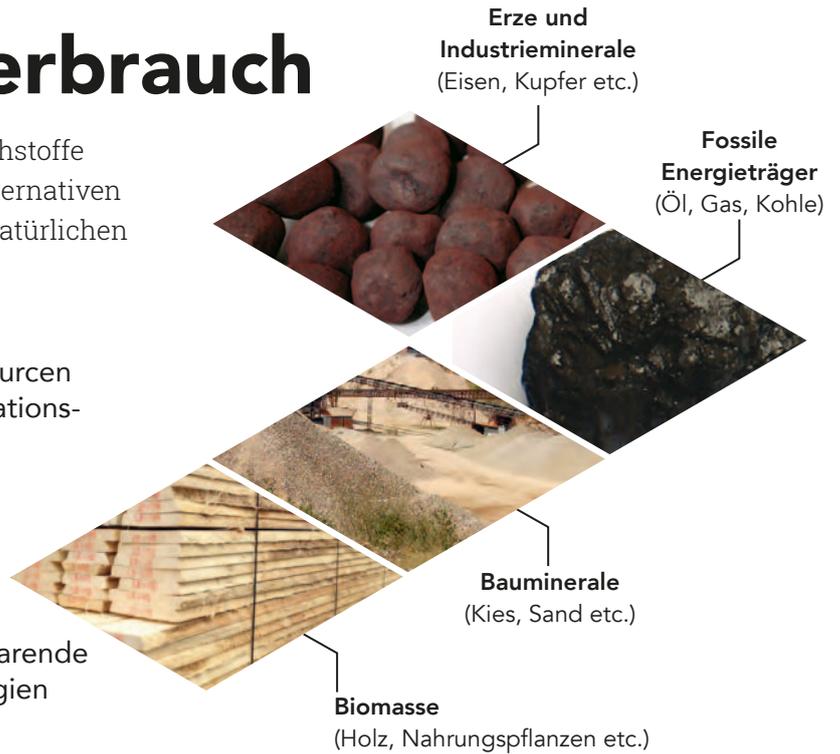


Download unter:  
[www.zeitbild.de](http://www.zeitbild.de)

# Ressourcenverbrauch

Unser Lebensstil verbraucht zu viele Rohstoffe und Energie. Es ist daher an der Zeit, Alternativen zu entwickeln, um sparsamer mit den natürlichen Ressourcen der Erde umzugehen.

- Die Nutzung von natürlichen Ressourcen übersteigt schon jetzt die Regenerationsfähigkeit der Erde deutlich.
- Jedes Jahr werden allein in Europa zweieinhalb Mal mehr Ressourcen verbraucht, als unser Planet bereitstellen kann.
- Es müssen energie- und materialsparende sowie umweltfreundliche Technologien und Produkte entwickelt werden.

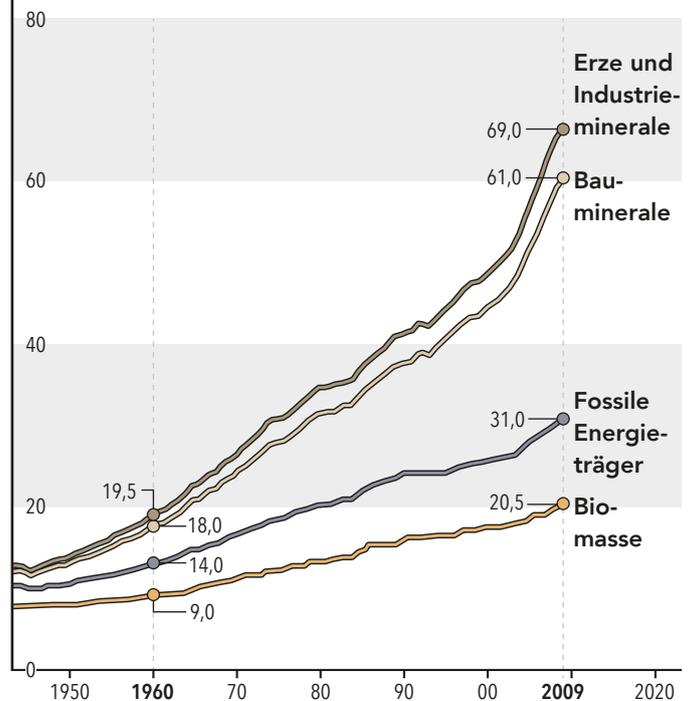


Der Bausektor gehört zu den rohstoffintensivsten Wirtschaftsbereichen. Fast die Hälfte des Energiebedarfs in Deutschland wird gebraucht, um Bauprodukte wie Ziegel, Aluminium, Kunststoffe oder Stahl zu erzeugen und zu transportieren. Es ist daher wichtig, dass auch im Bauwesen ein Bewusstsein für den schonenden Umgang mit Ressourcen und Energie entwickelt wird.

- Rund 90 Prozent aller in Deutschland verwendeten mineralischen Rohstoffe (560 Mio. t) werden jedes Jahr zur Herstellung von Baustoffen und Bauprodukten eingesetzt.
- Weltweit betrachtet, ist die Herstellung von Zement für mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich als der gesamte Luftverkehr.
- Am Abfallaufkommen in Deutschland ist der „Bau“ mit über 54 % beteiligt.

## WELTWEITER RESSOURCENVERBRAUCH

in Mrd. Tonnen



Quelle: Ecological Economics (2009)



### MEHR WISSEN

BAUEN UND WOHNEN - RESSOURCENSCHONEND: [tinyurl.com/zqs8jzm](https://tinyurl.com/zqs8jzm)

RESSOURCEN EFFIZIENT NUTZEN: [tinyurl.com/jemjw5s](https://tinyurl.com/jemjw5s)



VIDEO: WELTWEITER  
 RESSOURCENVERBRAUCH

[tinyurl.com/hlgswbe](https://tinyurl.com/hlgswbe)



VIDEO:  
 REGENERATIVE GEBÄUDE

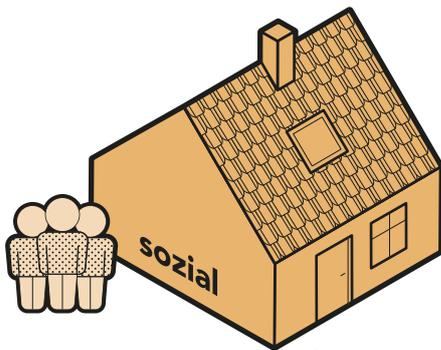
[tinyurl.com/jlpfjsc](https://tinyurl.com/jlpfjsc)

# Nachhaltigkeit

Zukunftsfähig wirtschaften bedeutet, ökologische, ökonomische und soziale Aspekte gleichzeitig und ausgewogen zu berücksichtigen. Das ist der Gedanke der Nachhaltigkeit. Vor allem in Bezug auf die Nutzung der Natur als Rohstoffquelle bedeutet das:

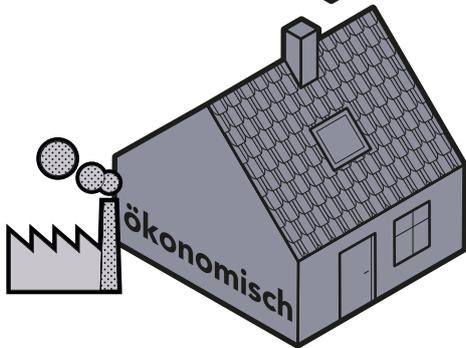
- Die Nutzung erneuerbarer Naturgüter (z. B. Holz) darf nicht größer sein als ihre Regenerationsrate.
- Die Nutzung nicht erneuerbarer Naturgüter (z. B. Erdöl) darf nicht größer sein als ihre Ersetzbarkeit durch andere Stoffe.
- Die Freisetzung von Stoffen (z. B. Abfall) darf nicht größer sein als die Aufnahmefähigkeit der natürlichen Umwelt.

## DREIKLANG DER NACHHALTIGKEIT



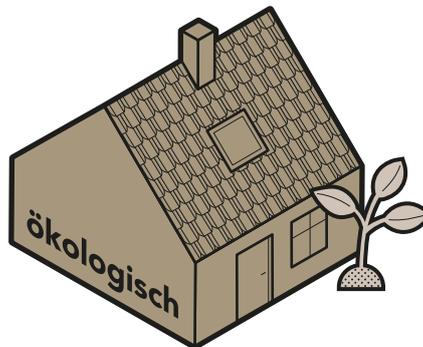
**Sozial** nachhaltig ist es,

- eine Gesellschaft so zu organisieren, dass sich soziale Spannungen in Grenzen halten.
- Konflikte nicht eskalieren zu lassen, sondern auf friedlichem und zivilem Weg auszutragen.



**Ökonomisch** nachhaltig ist es,

- wenn eine Gesellschaft wirtschaftlich nicht über ihre Verhältnisse lebt und dadurch die Ressourcen der folgenden Generationen nicht in Mitleidenschaft zieht.



**Ökologisch** nachhaltig ist es,

- keinen Raubbau an der Natur zu betreiben.
- die natürlichen Lebensgrundlagen nur in dem Maße zu beanspruchen, wie sie sich erneuern.

## NACHHALTIG BAUEN

Wer nachhaltig bauen möchte, sollte Baustoffe wählen, die aus nachwachsenden, gut recycelbaren und lange verfügbaren Rohstoffen bestehen. Bereits bei der Herstellung des Baustoffes oder -produktes dürfen nur geringe Umweltbelastungen auftreten. Ziel ist es, den Verbrauch von Energie und Ressourcen zu vermindern. Besonders wichtige Faktoren beim nachhaltigen Bauen sind:

- Einsatz wiederverwertbarer Baustoffe und Bauteile,
- Einsatz von nachhaltigen und natürlichen Baumaterialien,
- möglichst kurze Transportwege der Bauteile,
- gefahrlose Rückführung der verwendeten Materialien in den natürlichen Stoffkreislauf,
- Senkung des Energiebedarfs und des Verbrauchs von Betriebsmitteln,
- Möglichkeit der Nachnutzung von Gebäuden,
- Schonung von Naturräumen (flächensparendes Bauen).



### MEHR WISSEN

NACHWACHSENDE ROHSTOFFE: Informationsmaterial für berufsbildende Schulen. Basismodul, M1/KV3: Nachhaltigkeit



VIDEO:  
NACHHALTIG BAUEN

[tinyurl.com/jso4ksg](https://tinyurl.com/jso4ksg)



VIDEO:  
DAS BAUEN DER ZUKUNFT

[tinyurl.com/joryke2](https://tinyurl.com/joryke2)

# Bauen mit der Natur

Das Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen folgt den Prinzipien der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe beim Bauen oder Modernisieren hat viele Vorteile:

- Umwelt und Ressourcen werden geschont,
- eine lange Haltbarkeit ist garantiert,
- der Einbau von Naturmaterialien schafft ein angenehmes Wohnklima.

Eine Vielzahl von verschiedenen nachwachsenden Rohstoffen wird heute in der Baubranche eingesetzt. Lehm, Kalk und Erdpigmente – obwohl nicht nachwachsende Rohstoffe – werden ebenfalls dem nachhaltigen, ökologischen Bauen zugeordnet.



- **Konstruktionsmaterial:** Konstruktionsvollholz (KVH), Brettsper Holz
- **Außenwände:** Holz faserplatten, Strohballen
- **Böden, Decken:** Holz faserplatten
- **Naturdämmstoffe:** Holzfasern/ Holzspäne, Zellulose (Altpapier), Stroh, Schilfrohr, Hanf, Schafwolle, Seegras etc.
- **Putze:** Lehm, Kalk – mit den Zuschlagsstoffen Pflanzenfasern und Zellulose
- **Oberflächen (Farben, Lacke, Lasuren):** Erd- u. Mineralpigmente, Pflanzenöle, Fette, Wachse, Harze
- **Bodenbeläge:** Holz, Linoleum, Kork, Pflanzenfasern, Tierhaare

Nachwachsende Rohstoffe sind die Grundlage für viele qualitativ hochwertige Bauprodukte. In puncto Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Umweltschutz haben diese besonders viel zu bieten:

- Ihre Verwendung schont die endlichen Vorräte fossiler Rohstoffe.
- Der Energieaufwand zu ihrer Herstellung ist in der Regel gering.
- Die Entsorgung ist im Allgemeinen unproblematisch.
- Jeder Baustoff pflanzlichen Ursprungs ist eine Kohlenstoffsenke.
- Naturbaustoffe wirken als Klimaschützer.
- Gewinnung sowie Herstellung der Bauprodukte haben deutlich geringere Umweltauswirkungen als herkömmliche Baustoffe.



## MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodule

NACHWACHSENDE BAUSTOFFE: [tinyurl.com/hxos69n](https://tinyurl.com/hxos69n)

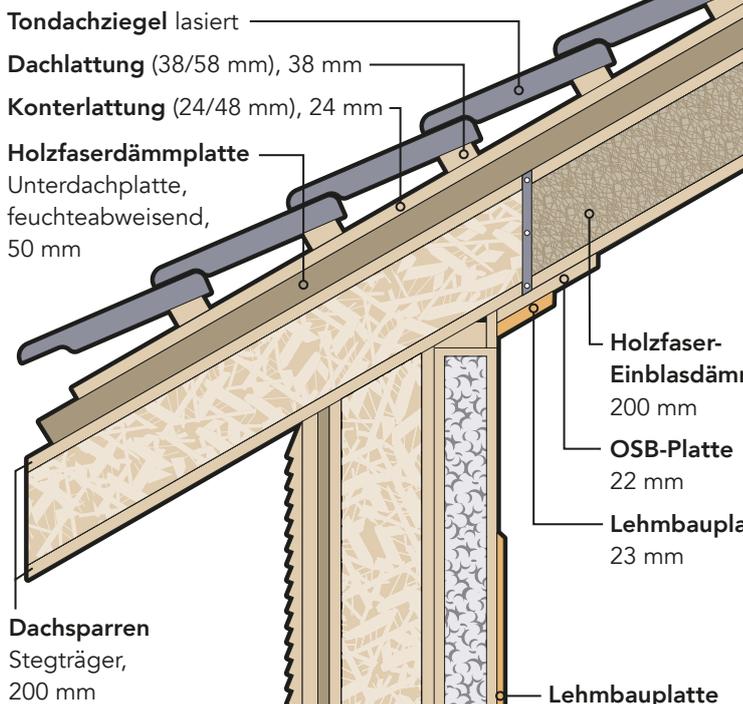


VIDEO:  
NATURSTOFFE IM TREND  
[tinyurl.com/za99um9](https://tinyurl.com/za99um9)



VIDEO:  
GESÜNDER WOHNEN  
[tinyurl.com/hlcy62g](https://tinyurl.com/hlcy62g)

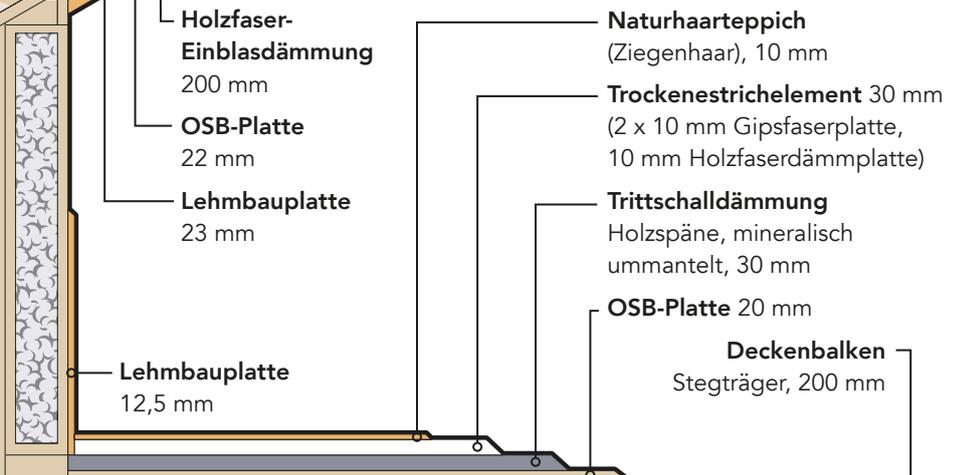
## DACH



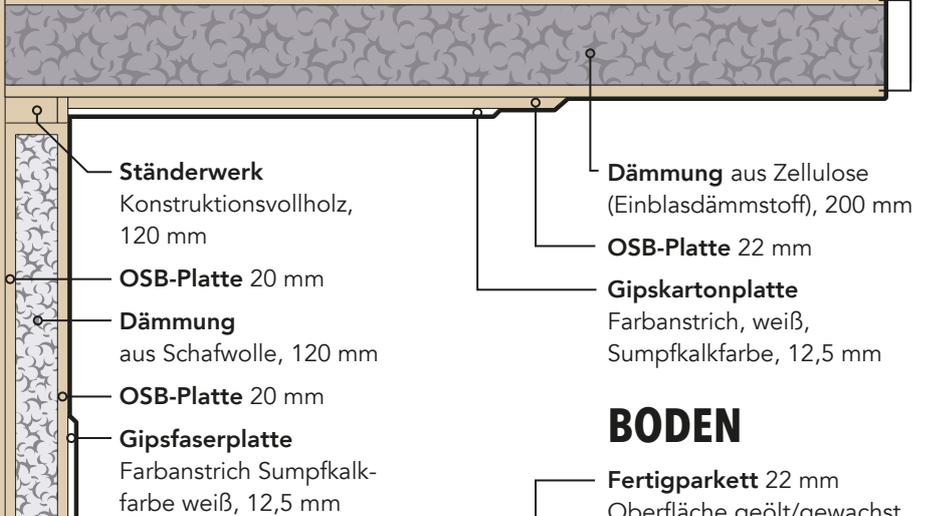
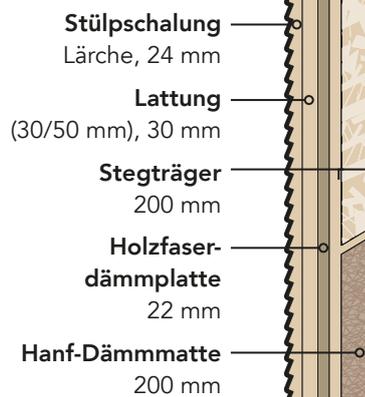
# Das Hausmodell

Das Hausmodell zeigt exemplarisch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe beim Hausbau.

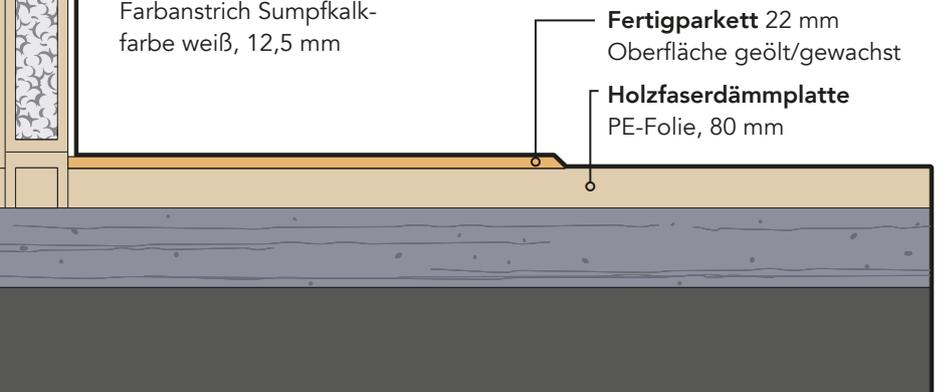
## GESCHOSSDECKE



## AUSSENWAND



## BODEN



### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Konstruktion

REFERENZGEBÄUDE: [tinyurl.com/jp34cgs](https://tinyurl.com/jp34cgs)

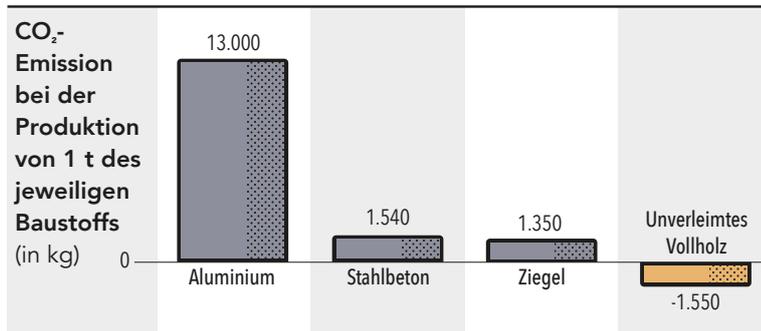


VIDEO:  
**HOLZBAUPLUS ÖFFENTLICH**  
[tinyurl.com/h2kzynq](https://tinyurl.com/h2kzynq)



VIDEO:  
**HOLZBAUPLUS NEUBAU**  
[tinyurl.com/outd3nf](https://tinyurl.com/outd3nf)

# Baustoff Holz



Quelle: Ökologischer Baustoffkatalog, Institut für Baubiologie Wien

Holz ist der wichtigste Bau- und Werkstoff beim Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen. Holz dient zur Konstruktion von Gebäuden und kommt bei der Dämmung und beim Innenausbau zum Einsatz. Durch den hohen Vorfertigungsgrad können Gebäude aus Holz in Rohbauqualität in einer sehr kurzen Bauzeit realisiert werden.

## GUTE ÖKOBILANZ

- Als nachwachsender Rohstoff ist Holz nahezu unbegrenzt verfügbar.
- Während des Wachstums speichert der Baum das Treibhausgas Kohlendioxid.
- Im unbehandelten Zustand ist Holz schadstofffrei.
- Der Ausstoß von Schadstoffen ist bei der Herstellung des Baumaterials gering.
- Der Energieaufwand beim Bau eines Holzhauses ist niedrig.
- Am Ende der Nutzungsphase entsteht ein neuer Rohstoff (Cradle2Cradle).

## GUTES MATERIAL

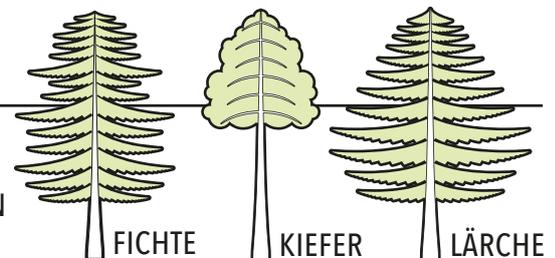
- Im Verhältnis zu seinem Gewicht trägt Holz 14-mal so viel wie Stahl und ist genauso druckfest wie Stahlbeton.
- Holz besitzt eine deutlich bessere Wärmedämmwirkung als Stein. Eine Wand aus 6,5 Zentimeter Nadelholz hat die gleiche Dämmwirkung wie 40 cm Vollklinker.
- Dabei muss aber auf die Luftdichtheit der Konstruktion geachtet werden, um Bauschäden zu vermeiden.

## ZAHLEN UND FAKTEN

125 MIO. M<sup>3</sup> HOLZ  
 WACHSEN PRO  
 JAHR IN DE



75 MIO. M<sup>3</sup>  
 DAVON WERDEN  
 GEERNTET



Quelle: Bundeswaldinventur 2014, Deep Green, Infodienst Holz

- Knapp 10 Prozent (ca. 12 Mio. m<sup>3</sup>) des nachwachsenden Holzes würden ausreichen, um den jährlichen deutschen Neubaubedarf von rund 240 Mio. m<sup>2</sup> Wohnfläche abzudecken.
- Jeder Kubikmeter Holz, der andere Baumaterialien ersetzt, reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei deren Herstellung anfallen würden, um durchschnittlich 1,1 Tonnen. Hinzu kommen 0,9 Tonnen CO<sub>2</sub>, die im Holz gebunden sind. Effekt für Umwelt und Klima: 2 Tonnen CO<sub>2</sub>-Ersparnis pro m<sup>3</sup> Holz.
- Die wichtigsten Baumarten in Deutschland für den Hausbau mit Holz sind Fichte und Kiefer, sowie Lärche für Fassaden und Eiche für die Fachwerksanierung.

### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Konstruktion

BAUEN MIT HOLZ: [tinyurl.com/z39sc5x](https://tinyurl.com/z39sc5x)



VIDEO:  
 BAUEN MIT HOLZ

[tinyurl.com/h7dn9rb](https://tinyurl.com/h7dn9rb)

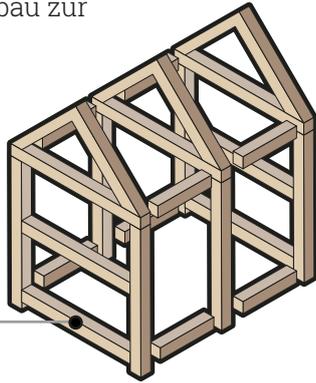


VIDEO:  
 WUNDERWERKSTOFF HOLZ

[tinyurl.com/hno5qzq](https://tinyurl.com/hno5qzq)

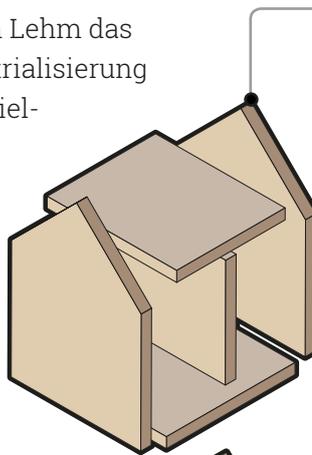
# Holzbauweisen

Über Jahrtausende hinweg war Holz neben Lehm das wichtigste Baumaterial. Im Zuge der Industrialisierung verdrängten Ziegel, Beton, Stahl und Glas vielfach diesen alten Baustoff. In den letzten Jahren gewann der Baustoff Holz wieder an Bedeutung. Verschiedene Holzbautechniken stehen heute im Hausbau zur Verfügung.



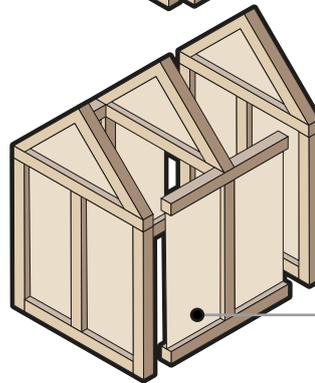
## HOLZSKELETTBAU

- Das Grundelement ist ein Traggerüst (Skelett) aus Holz.
- Dieses wird aus senkrechten Stützen und horizontalen Trägern gebildet, die an Knotenpunkten miteinander verbunden sind.
- Die raumschließenden Wände sind konstruktiv völlig vom Tragwerk getrennt.
- Der Holzskelettbau ermöglicht die Realisierung von transparenten Bauten mit großen Glasflächen.



## MASSIVHOLZBAU

- Wand-, Decken- und Dachbauplatten aus Holz oder Holzwerkstoffen als flächige Tragwerkselemente.
- Diese werden meist vorgefertigt und auf der Baustelle montiert.
- Massivholzbauteile sind Tragwerk und raumbildendes Element in einem.
- Die Dämmschicht wird meist außenseitig aufgebracht.
- Innen werden die Platten verkleidet, können aber auch sichtbar bleiben.



## HOLZRAHMENBAU

- Das Konstruktionsprinzip besteht aus einem Rahmen von waagrecht und senkrecht verlaufenden Holzern.
- Der Rahmen wird mit Holzwerkstoffplatten beplankt und ausgesteift (Holztafeln).
- Die Wärmedämmung wird im Hohlraum zwischen der inneren und äußeren Beplankung eingebracht.
- Bei relativ geringen Wandstärken werden sehr gute Dämmwerte erreicht.

## MISCHBAUWEISEN

- Mischbauweisen aus Holz- und Massivbaukonstruktionen (sog. Hybrid-Konstruktionen) sind eher selten.
- Decken werden als Beton- oder Verbunddecken (Holzträger, auf denen eine Betondecke aufliegt) ausgeführt.
- Der aussteifende Kern eines Gebäudes wird mit Beton errichtet, tragende Wände und Stützen können auch in Holzbauweise ausgeführt werden.
- Die Fassade des Gebäudes wird aus leichten und hochgedämmten Holzrahmenelementen gefertigt.



### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Konstruktion

HOLZBAUWEISEN: [tinyurl.com/z7c8r3x](https://tinyurl.com/z7c8r3x)



HISTORISCHE ENTWICKLUNG DER HOLZWAND

[tinyurl.com/zyr7uwo](https://tinyurl.com/zyr7uwo)



VIDEO: HOLZBAU

[tinyurl.com/jvyal3](https://tinyurl.com/jvyal3)



VIDEO: HOLZSKELETTBAU

[tinyurl.com/h56wp6g](https://tinyurl.com/h56wp6g)

# Holzprodukte

Holz wird beim Hausbau vor allem für tragende Konstruktionselemente verwendet: Wände, Decken und Dachstuhl. Hier wird **Massivholz** eingesetzt, da es die notwendigen mechanischen Eigenschaften besitzt. Besonders geeignet ist Konstruktionsvollholz: Dies ist kontrolliertes Nadel-schmittholz, das nur geringen Quell- und Schwindvorgängen unterworfen ist.

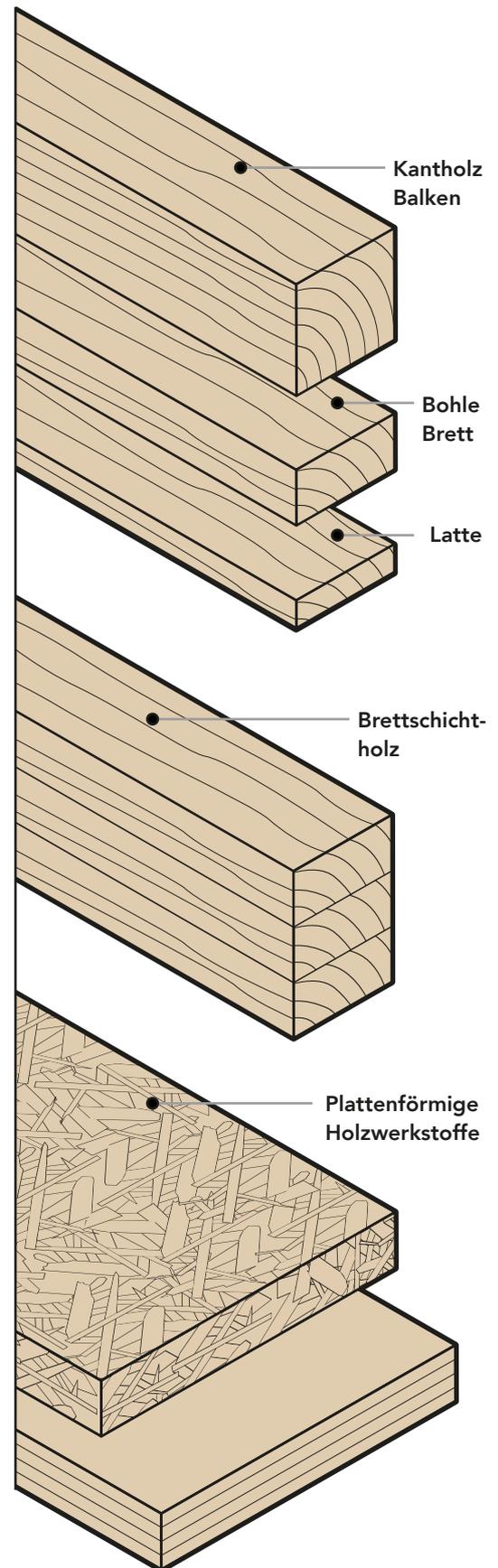
**Brettschichtholz** besteht aus gehobelten und verleimten Einzelbrettern. Es eignet sich aufgrund seiner hohen Stabilität für Träger und Stützen. Es lassen sich damit auch große Längen und gebogene Formen realisieren, wie z. B. im Hallenbau.

**Plattenförmige Holzwerkstoffe** eignen sich für tragende und aussteifende Konstruktionen sowie für Verschalungen. Hierbei unterscheidet man zwischen Sperrhölzern, die aus mehreren aufeinander geleimten Holzschichten bestehen, und Spanplatten, die aus verpressten Holzspänen hergestellt werden.

Als Bau- und Konstruktionsmaterial zeichnet sich Holz u. a. durch folgende Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten aus:

- Es ist einfach zu verarbeiten,
- besitzt hohe Festigkeitswerte,
- ist bei sachgerechter Verwendung von hoher Dauerhaftigkeit und braucht nur einen geringen Pflegeaufwand,
- besitzt gute Wärmedämm- und Schalldämmeigenschaften,
- erfüllt die Brandschutzanforderungen (siehe Videos),
- ist korrosionsbeständig und beständig gegenüber aggressiven Medien,
- ermöglicht kurze Bauzeiten und erfordert keine Trockenzeiten der erstellten Gebäude,
- ermöglicht eine weitgehende Vorfertigung in Betrieben sowie eine problemlose Montage vorgefertigter Elemente,
- bietet eine Vielfalt von Gestaltungsmöglichkeiten, die in anderen Bauweisen nicht oder nur schwierig zu erreichen sind.

Quelle: Informationsdienst Holz



MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Konstruktion

BAUHOLZ: [tinyurl.com/huzstrm](https://tinyurl.com/huzstrm)



VIDEO:  
HOLZ IN HOCHFORM  
[tinyurl.com/jjc6ocf](https://tinyurl.com/jjc6ocf)



VIDEO:  
BRANDVERSUCH  
[tinyurl.com/zhelwmf](https://tinyurl.com/zhelwmf)



# Holzfassaden

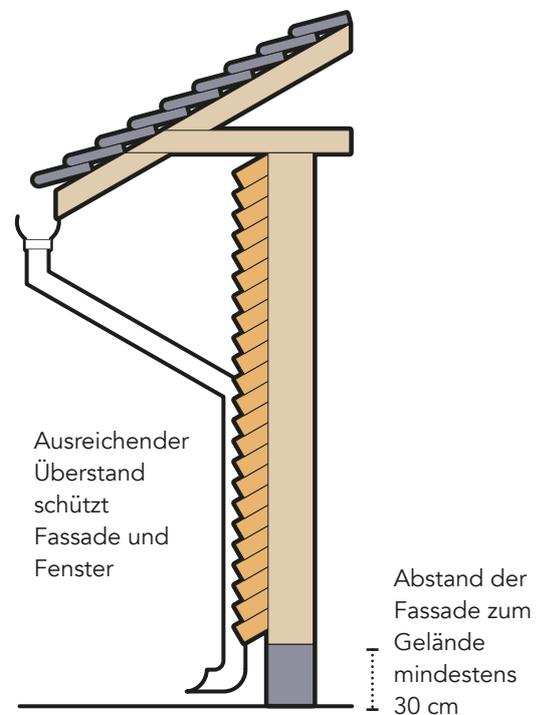
Holzverkleidungen im Außenbereich sind dekoratives Element und funktionaler Bestandteil der Gesamtkonstruktion. Einheimische Nadelholzarten wie Lärche, Fichte, Tanne und Kiefer sind hierfür geeignet, aber auch die dauerhaften Laubholzarten Eiche, Robinie oder Kastanie.

Fichtenholz ist das wirtschaftlich bedeutendste Bau- und Konstruktionsholz. Es lässt sich problemlos bearbeiten und gut oberflächenbehandeln. Das Kernholz von Lärche, Kiefer und Eiche ist dauerhafter als das von Fichte und eignet sich daher gut für den Einsatz im Außenbereich. Diese Holzarten werden häufig im Fassadenbereich ohne Oberflächenbehandlung eingesetzt. Beim Einbau soll der Holzfeuchtegehalt von Holzverkleidungen zwischen 13 Prozent und 18 Prozent liegen, um Schädigungen durch holzverfärbende oder holzerstörende Pilze zu vermeiden.

Grundsätzlich können Holzfassaden sehr langlebig sein und sogar völlig unbehandelt mehrere Jahrzehnte überdauern. Bei jeder Holzfassade stellt sich die Frage: „Naturlook“ oder farbig gestalten? Eine farbig gestaltete Holzfassade sieht toll aus, aber die Farbe muss zirka alle fünf Jahre erneuert oder zumindest ausgebessert werden. Als Anstriche eignen sich offenporige Lasuren und diffusionsoffene Lacke, die einen Feuchtigkeitsaustausch ermöglichen.

## KONSTRUKTIVER HOLZSCHUTZ

Entscheidend für die Lebensdauer einer Holzfassade ist der konstruktive Holzschutz. Dieser macht eine chemische Holzbehandlung überflüssig. Der größte Feind des Holzes ist Wasser. Eine Holzfassade kann nur begrenzt vor Schlagregen geschützt werden, zum Beispiel durch einen großen Dachüberstand. Ganz vermeiden lässt sich der Wasserkontakt nicht; solange das Holz schnell wieder trocknen kann, ist das kein Problem. Ziel des konstruktiven Holzschutzes muss es also sein, ein schnelles Abfließen des Wassers zu ermöglichen. Für Holzfassaden bedeutet dies auch, dass sie eine funktionierende Hinterlüftung brauchen. Zum Schutz der Holzfassade vor Spritzwasser ist auf einen ausreichenden Abstand der Holzverkleidungen vom Erdboden zu achten. Der Abstand des Geländes zur Unterkante der Holzfassade sollte mindestens 30 cm betragen.



### MEHR WISSEN

HOLZFASSADE: [tinyurl.com/hq4ncpw](https://tinyurl.com/hq4ncpw)

VARIANTEN DER HOLZFASSADE: [tinyurl.com/hwbgope](https://tinyurl.com/hwbgope)



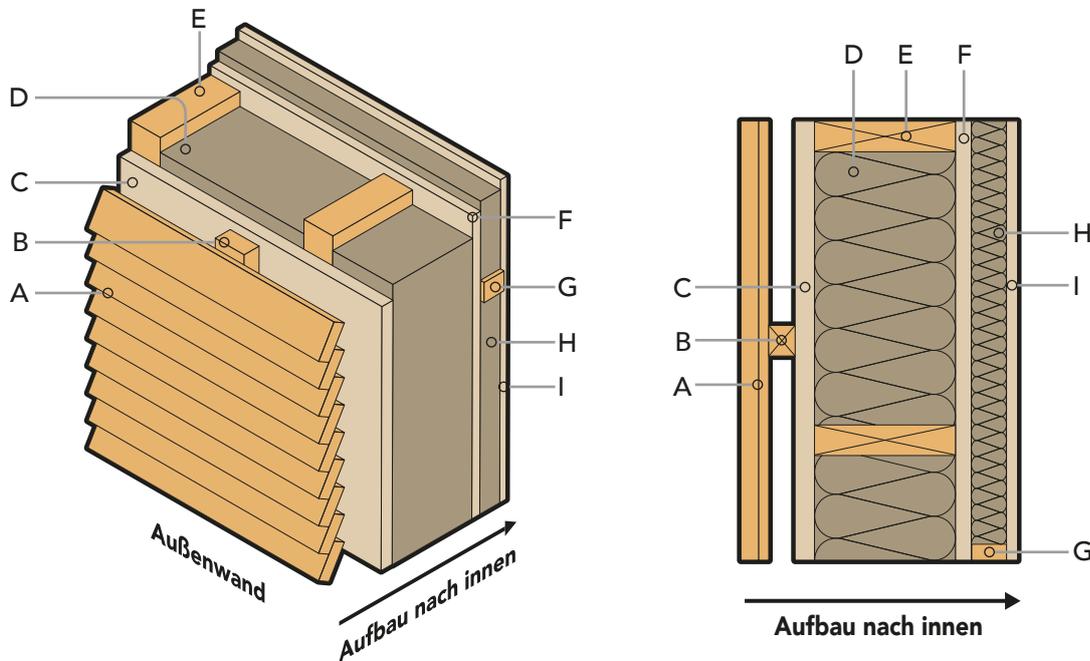
VIDEO:  
HOLZVERSCHALUNG MIT LÄRCH  
[tinyurl.com/hle6l9j](https://tinyurl.com/hle6l9j)



VIDEO:  
STÜLPSCHALUNG MONTIEREN  
[tinyurl.com/h28w448](https://tinyurl.com/h28w448)

# Aufbau einer Außenwand mit Holzfassade (Holzrahmenbau)

U-Wert in  $W/(m^2K)$ : 0,22-0,24  $W/(m^2K)$



## BAUSTOFFANGABEN ZUM SCHICHTAUFBAU

	Dicke	Baustoff
A	24,0 mm	Lärche Außenwandverkleidung (z. B. Stülpschalung unbehandelt)
B	30,0 mm	Fichte-Lattung versetzt (30/50, 30/80) – Hinterlüftung
C	22,0 mm	Holzweichfaserplatte
D	160,0 mm	Naturdämmstoff (z. B. Zellulose, Flachs, Hanf, Holzfaser)
E	160,0 mm	Konstruktionsvollholz (KVH)
F	18,0 mm	OSB
G	40,0 mm	Fichte-Querlattung (40/60)
H	40,0 mm	Naturdämmstoff (z. B. Zellulose, Flachs, Hanf, Holzfaser)
I	12,5 mm	Gipsfaser oder Lehmbauplatte

Holz besitzt eine widerstandsfähige Oberfläche. Nur eine dauerhafte Durchfeuchtung kann zu einer Beschädigung der Fassade führen. Bauliche Holzschutzmaßnahmen sorgen für eine einwandfreie Wasserableitung an der Fassade und verhindern das Eindringen von Feuchtigkeit. Alle Arten von Anschlüssen müssen so ausgeführt werden, dass ein nachträgliches Austrocknen des Holzes möglich ist (z. B. durch Hinterlüftung). Auf einen ausreichenden Abstand der Unterkante der Holzfassade zum Boden (mind. 30 cm) muss geachtet werden.

Eine Hinterlüftung (mind. 20 mm Dicke) zwischen tragender Wand und Außenverkleidung sorgt dafür, dass Kondensat oder eingedrungene Feuchtigkeit schneller abtrocknen kann. Am unteren und oberen Ende sind Hinterlüftungsöffnungen erforderlich. Die Ausbildung der Unterkonstruktion ist abhängig von der Verlegerichtung, den Verkleidungselementen und der Zusatzdämmung. Zur Aufbringung einer Wärmedämmung und Ausführung einer Hinterlüftungsebene ist eine sogenannte Konterlattung empfehlenswert.



**MEHR WISSEN**

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Konstruktion

# Der Woodcube

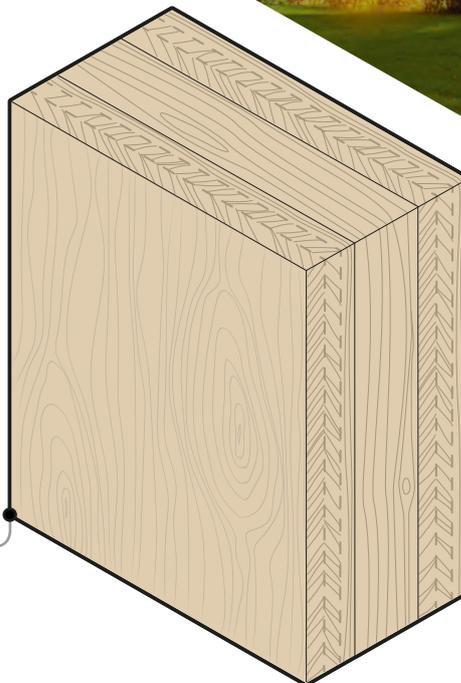
Ein fünf-geschossiges Wohnhaus nur aus Holz. Geht das denn überhaupt? Der Beweis findet sich in Hamburg. Dort steht seit 2013 der „Woodcube“, ein fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus aus Holz. Bis auf den zentralen Aufzugs- und Treppenhauskern aus Stahlbeton besteht die gesamte Tragkonstruktion des Gebäudes aus heimischen Tannen-, Fichten- und Lärchen-Vollholzelementen. Für die Massivbauelemente wurden Bretterlagen durch Buchenholzdübel zu 32 cm starken Wand- und Deckenelementen verbunden. Auf die Verwendung von Leim, Folien und Holzschutzmitteln wurde verzichtet. Holzweichfaserplatten, 4 cm dick, sorgen neben den Massivholzwänden für die Dämmung. Die Fassade besteht aus einer Unterlattung, auf die eine witterungsbeständige und natürlich alternde Lärchenholzverschalung aufgebracht wurde. Auf Holzschutzmittel und eine Brandschutzkapselung konnte verzichtet werden. Experten bestätigen, dass der Woodcube ohne zusätzliche Brandschutzmaßnahmen auskommt.



**Baubeginn:** November 2012  
**Fertigstellung:** Mai 2013  
**Bruttogeschosfläche:** 1.479 qm  
**Geschosse:** 5  
**Wohneinheiten:** 8  
**Wohnungsgrößen:** 70 – 90 qm  
**Energiestandard:** Effizienzhaus 40  
**Lage:** Hamburg-Wilhelmsburg

## FÜR DIE ZUKUNFT

Wie zukunftsweisend Ansätze im modernen Holzbau sind, zeigt der Woodcube auf eindrucksvolle Art und Weise. Ein Vollholzhaus ist durch seinen nachwachsenden Rohstoff nahezu CO<sub>2</sub>-neutral und im Fall des Woodcube auch sehr gut recycelbar. Durch die konsequente Verwendung natürlicher Baustoffe wurde der Einsatz von Bauchemie in Form von Lacken und problematischen Kunststoffen bzw. Dämmstoffen auf Kunststoffbasis überflüssig.



### Aufbau der Außenwände

Holzpaneele, aus mehreren Holzschichten zusammengesetzt und durch Buchenholzdübel zusammengehalten.

## BRANDSCHUTZ

Massivholz zeigt mit einem Abbrandverhalten von 0,7 mm pro Minute ein träges Brandverhalten. Tragende Holzwände erreichen dadurch eine Feuerwiderstandsdauer von über 90 Minuten, obwohl nur 60 Minuten gefordert sind. Schwer erkennbare und löschbare Hohlraumbrände sind im Massivholzbau ausgeschlossen.



### MEHR WISSEN

WOODCUBE: [tinyurl.com/hcydcb9](http://tinyurl.com/hcydcb9)

WOODCUBE - NACHHALTIG WOHNEN: [tinyurl.com/j2zjo2n](http://tinyurl.com/j2zjo2n)



VIDEO:  
WOODCUBE HAMBURG  
[tinyurl.com/zv3r5ym](http://tinyurl.com/zv3r5ym)



VIDEO:  
WOODCUBE-DIASHOW  
[tinyurl.com/j5goxlm](http://tinyurl.com/j5goxlm)

# Interview: Ökologisch bauen mit Holz – Wie geht das?



**Interview mit Matthias Korff**  
Investor des Woodcube in Hamburg

Das Interview führte Kathrin Weber,  
NDR.de. Stand: 13.01.2013

## **Was ist das Besondere am IBA-Projekt Woodcube?**

Das System, auf dem der Woodcube beruht, bietet bessere Dämm-eigenschaften als alles, was es sonst im Verbundsystem gibt. Es gibt keine Verbindungstoffe, die sich nicht vertragen oder ablösen können. Ich bekomme keine energetischen Probleme oder Probleme mit der Haltbarkeit. Wir bauen hier in allen Bereichen das Maximale ein und nehmen damit die Vorgaben der Energieeinsparverordnung von 2016 vorweg. Wir bauen auf der IBA die Zukunft des Bauens. Wir versuchen das so zu machen, dass der Woodcube keinen Energieverbrauch mehr hat – also in der Erstellung und im Betrieb CO<sub>2</sub>-neutral ist. Außerdem ist dieses Gebäude völlig bio-recyclingfähig.

## **Wie sind Sie zum Baustoff Holz gekommen?**

Vor zwei Jahren habe ich das Grundstück auf der IBA angeboten bekommen und fand die Idee, klimaneutral mit Holz zu bauen, gut. Diese Logik, einstofflich, also nur mit einem einzigen Material zu bauen, ist so ernüchternd einfach – das fand ich einfach klasse.

## **Welche Vorteile hat Holz als Baustoff gegenüber Baustoffen wie Stahl und Beton?**

Holz bietet wesentlich bessere statische Eigenschaften als alle anderen Baustoffe, die ich kenne. In der Weise, wie wir jetzt bauen, mit 32 Zentimeter dicken Außenwänden, ist Holz Statik, Dämmung und Oberfläche zugleich. Diese 32 Zentimeter dicke Holzwand dämmt besser als eine Passivhauswand, die zum Beispiel aus Ziegeln und Styropor hergestellt wird. Eine Ziegel- und Styroporwand müsste gut 50 Zentimeter dick sein, um ähnliche Wärmedämmwerte zu erreichen. Und dann ist Holz, in der Art, wie wir es verbauen, völlig schadstofffrei. Außerdem wirkt sich Holz positiv auf das Nervensystem aus und riecht besser.

## **Gibt es auch Nachteile der Holzbauweise?**

Im Moment hat sie den Nachteil, dass es aufgrund der geringen Produktionskapazität noch ein wenig teurer ist. Man muss ein bisschen mehr investieren, hat aber dafür danach nie mehr Pflegekosten. Es muss innen nichts getan werden, es müssen keine Maschinen ausgetauscht werden oder Ähnliches. Ich zahle heute etwas mehr, aber wenn ich in fünf Jahren feststelle, dass ich keine Heiz-, Betriebs-, Wartungs- oder Instandhaltungskosten habe, spätestens dann lohnt sich das.

## **In Norddeutschland gibt es bisher sehr wenige Holzhäuser. Woran liegt das und wird sich das Ihrer Ansicht nach in Zukunft ändern?**

In urbanen Bereichen ist Holz in Vergessenheit geraten, die Baustoffindustrie hat andere Materialien angepriesen, die vermeintlich besser, günstiger, schneller sind. Es gibt gewisse Ängste vor diesen Bausystemen, aber wenn die Leute sich das hier angucken, sind sie sehr schnell gefesselt und interessiert. Wir bekommen inzwischen sehr viele Anfragen.

## **Besteht die Gefahr, dass Tiere wie Würmer oder Vögel das Holz angreifen und beschädigen?**

Nur wenn es feucht wäre, aber es ist nicht feucht. Tiere gehen nur in nasses, vermoderndes Holz rein. Wir haben hier eine Nutzfassade, die gewissermaßen belüftet ist, das heißt, sie wird nass und trocknet am nächsten Tag wieder ab. Da hat kein Insekt Interesse dran. Das ist wie in alten Fachwerkhäusern: Wenn du trockenes Holz hast, hält das ewig.

## **Muss ein Holzhaus regelmäßig gepflegt werden und muss man nach ein paar Jahren mit Sanierungsmaßnahmen rechnen?**

Nein, dieses Bausystem ist völlig wartungsfrei. Es muss nichts gestrichen oder gewartet werden. Die Investitionen amortisieren sich sicherlich in kürzester Zeit.



# Das Steigerwald-Zentrum

Vor einigen Jahren beschloss die Bayerische Forstverwaltung, ein Besucher- und Informationszentrum im Steigerwald zu errichten. Herzstück des Informationszentrums ist eine Ausstellung mit interaktiven Stationen. Hier erfährt man Wissenswertes über den Steigerwald, die naturnahe Waldbewirtschaftung und einen nachhaltigen Lebensstil. Das Zentrum wurde zu einem Vorzeigeprojekt im Bereich Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen.



## DETAILS DER KONSTRUKTION

- Das Gebäude wurde als reiner Holzbau errichtet.
- Auf drei Stahlbetonringfundamenten sind freitragende Holzsandwich-Bodenplatten verlegt. Sie können große Spannweiten überbrücken.
- Auf den Bodenplatten stehen massive Sperrholzaußenwände aus Fichte mit Zellulosedämmkammern und einer Lärchenholzverschalung bzw. mit einer schlanken Pfosten-Riegel-Fassade aus Buche.
- Die Verwendung von Buchenholz ermöglicht hier eine Verringerung des konstruktiven Querschnitts der Pfosten.
- Der nördliche Baukörper A besitzt eine Brettstapeldecke aus Fichte mit eingefräster Akustiknut.
- Im mittleren Teil B wurde eine Brettstapeldecke aus Fichten- und Buchenbrettern eingebaut.
- Im südlichen Baukörper C entstand eine Holzrippendecke mit Brettschichtholzträgern ebenfalls aus Buche. Die hohe Biegesteifigkeit der Buchenholzträger ermöglicht eine schlanke Konstruktion.
- Die gesamte Wärmedämmung besteht aus recyceltem Altpapier (Zellulose). Sie wurde in Kammern in der Bodenplatte, den Außenwänden und den Dachflächen eingebracht.
- Die tragenden Elemente des Gebäudes wurden über die Wintermonate hinweg vorgefertigt, so dass die Bauzeit nur 16 Monate betrug.



NACHHALTIGKEIT ERLEBEN:  
 DAS STEIGERWALD-ZENTRUM

[tinyurl.com/hlegfyf](http://tinyurl.com/hlegfyf)



VIDEO:  
 DER STEIGERWALD

[tinyurl.com/hqxmgtt](http://tinyurl.com/hqxmgtt)

# Das Steigerwald-Zentrum

**Bauherr:** Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

**Projekt:** Neubau eines Waldinformationszentrums

**Architekt:** Staatliches Bauamt Schweinfurt

**Baumaterial:** 500 t Fichte, Buche, Eiche und Lärche, überwiegend aus heimischen Wäldern

**Bruttogeschossfläche:** 1.200 m<sup>2</sup>

**Bauzeit:** Oktober 2012 – August 2013

**Baukosten:** 3.000.000 €

**Lage:** Am Waldrand, Handthal/Oberschwarzach, Steigerwald, nördliches Bayern



**Baukörper A – Verwaltung**

Blick auf die Lärchenholzfassade



**Baukörper B – Foyer**

Versetzte Brettstapeldecke aus Buche u. Fichte. Im Hintergrund Pfosten-Riegel-Fassade aus Buche. Fenster mit Ornilux-Mikado-Beschichtung gegen Vogelschlag

**Baukörper C – Seminarraum**

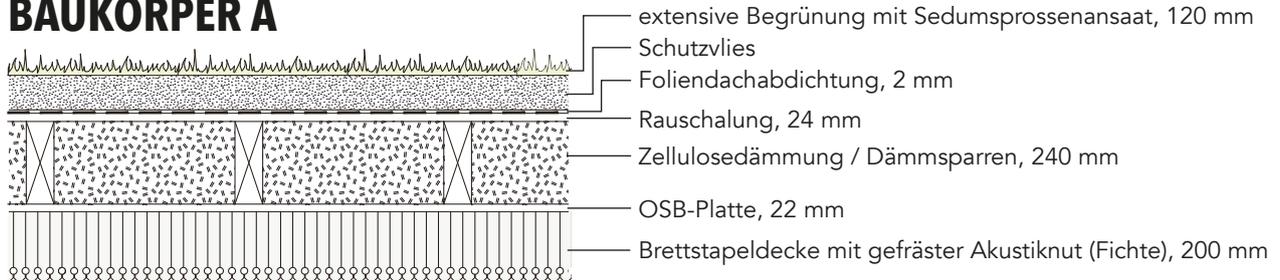
Holzrippendecke mit Brettschichholzträgern aus Buche. Im Hintergrund Pfosten-Riegel-Fassade. Fenster mit Mikado-Beschichtung.



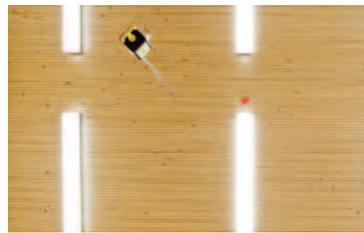
# Das Steigerwald-Zentrum

Aufbau der Deckenkonstruktion in den Baukörpern A, B, und C

## BAUKÖRPER A



Brettstapeldecke mit Akustiknut  
 Bauteil NORD



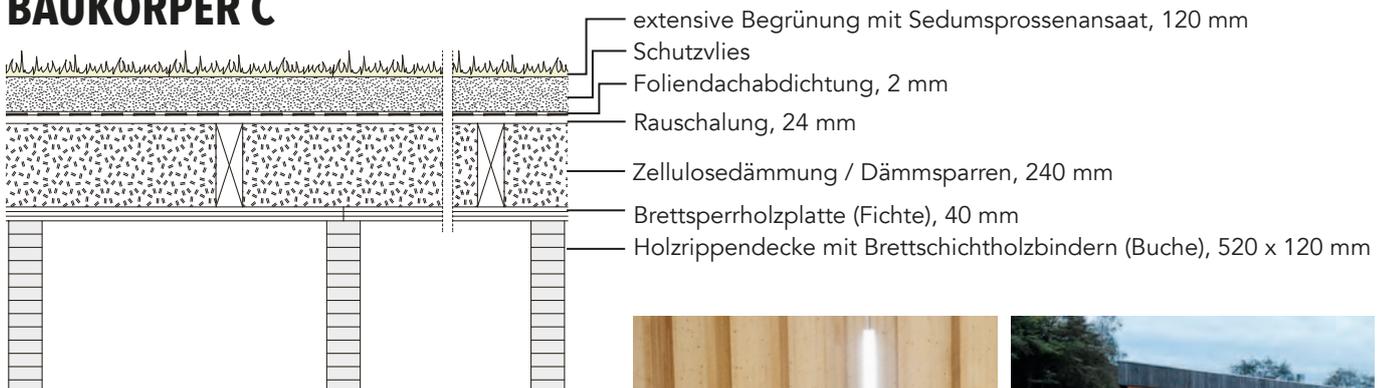
## BAUKÖRPER B



versetzte Brettstapeldecke (Buche/Fichte)  
 Bauteil FOYER



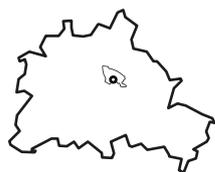
## BAUKÖRPER C



Holzrippendecke mit Buchen-BSH-Trägern  
 Bauteil SÜD

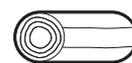


MEHRFAMILIENHAUS  
IN BERLIN, STADTTEIL  
PRENZLAUER BERG



22 METER  
HOCH 7 STOCK-  
WERKE

HYBRIDKONSTRUKTION  
AUS HOLZ  
UND BETON



## Bauen im Bestand

Auch im innerstädtischen Bereich kann mit Holz gebaut werden. Im Berliner Stadtteil Prenzlauer Berg entstand eine siebengeschossige Holzkonstruktion als Mehrfamilienhaus.

Das Baumaterial Holz erfordert gerade beim Brandschutz höchste Sicherheitsstandards. Dafür waren drei Dinge von zentraler Bedeutung:

- kurze, komplett rauchfreie Fluchtwege durch Auslagerung des Treppenraums als Stahlbeton-Konstruktion neben dem eigentlichen Gebäude,
- die Installation einer Rauchmeldeanlage,
- eine lücken- und hohlraumlose Brandschutzbekleidung (Kapselung) der tragenden und ausstieffenden Holzbauteile durch Gipsfaser-Platten.

Die Holzkonstruktion des Wohnhauses wurde in einer Halle industriell vorgefertigt. So konnte das Gebäude in nur neun Monaten erstellt werden. Lastabtragung, Aussteifung, Dämmung und Feuchtigkeitsregulierung erfolgt über die Pfosten-Riegel-Fassade. Die tragenden 320 x 360 mm dicken Riegel und die Brettschichtholzstützen der Außenwände sind mit 160 mm starken Massivholzwänden ausgefacht.

Holz verfügt als Konstruktionsmaterial über beste bauphysikalische Eigenschaften und eine hervorragende Energiebilanz. Eine Fassade aus Holz wurde nicht gebaut, da in diesem städtischen Umfeld eine langsam verwitternde Holzfassade ein Fremdkörper wäre. Das Beispiel zeigt, dass ein 7-geschossiger Wohnungsbau mit einer Holzkonstruktion (Hybrid aus Holz und Beton) auch in der Stadt realisiert werden kann und dabei alle Brandschutzvorschriften eingehalten werden.

Gegenüber einer konventionellen, massiven Bauweise liegt der Primärenergieaufwand für den Rohbau bei 30 Prozent. Außerdem wirken sich bei Holz als nachwachsendem Rohstoff, die kurzen Transportwege und das geringe Gewicht positiv auf die Ökobilanz aus.



### MEHR WISSEN

E3 - HÖCHSTES HOLZWOHNHAUS: [tinyurl.com/zhjtf0](https://tinyurl.com/zhjtf0)

SIEBENGESCHOSSER: [tinyurl.com/hmk97r5](https://tinyurl.com/hmk97r5)



VIDEO:  
ARCHITEKTURCLIPS  
[tinyurl.com/zr7rsfh](https://tinyurl.com/zr7rsfh)



VIDEO:  
PLUS-ENERGETISCHER HOLZBAU  
[tinyurl.com/zebz5av](https://tinyurl.com/zebz5av)

# Visionen für die Zukunft

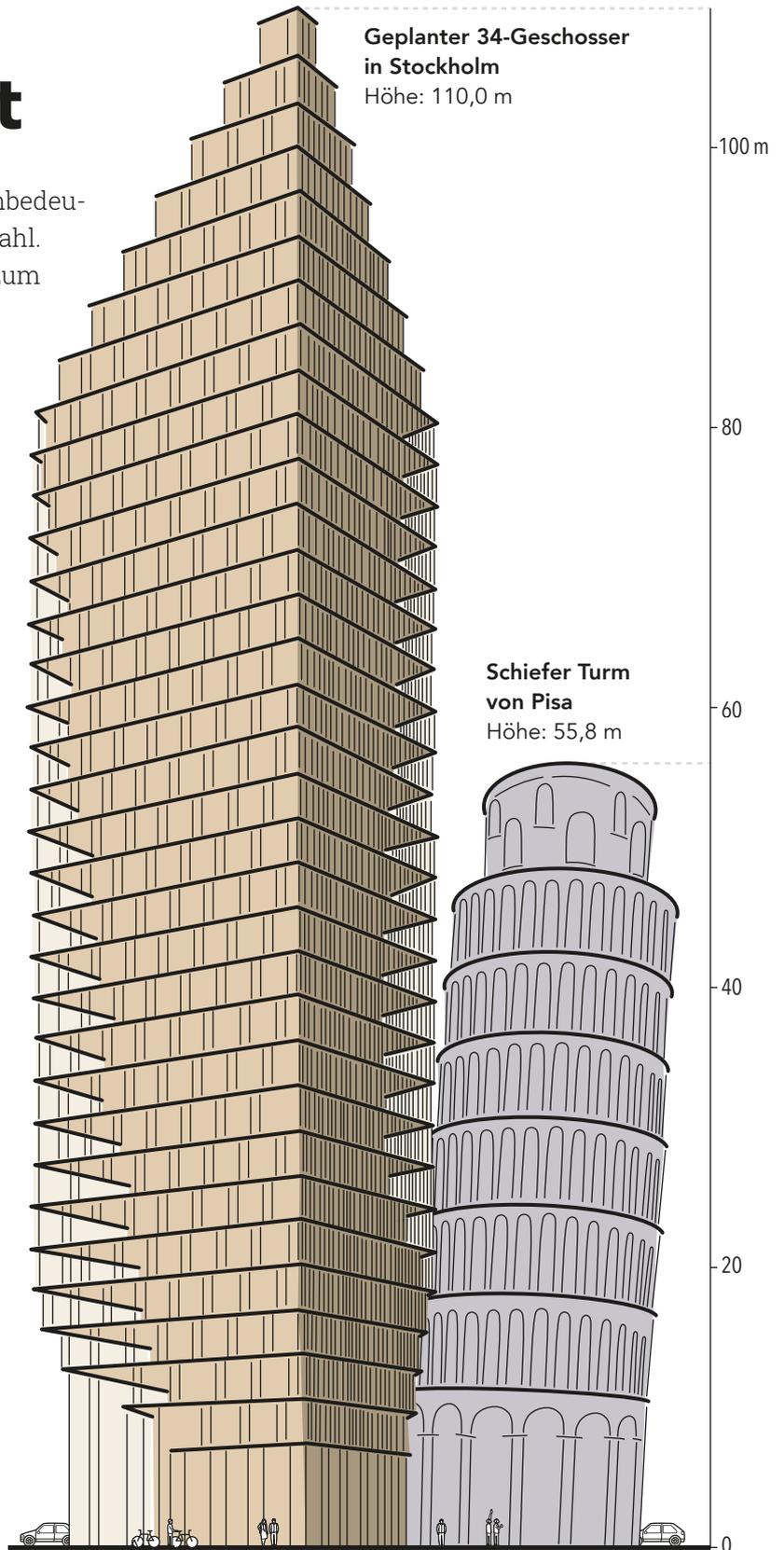
Höhere Bauten waren bis vor Kurzem gleichbedeutend mit der Verwendung von Beton und Stahl. Mit neuen Fertigungsmethoden wird Holz zum Baustoff der Zukunft und durchstößt dabei eine Höhengrenze nach der anderen.

Spektakuläre Holzbauprojekte sorgen für Schlagzeilen: In Stockholm will das dänische Büro „C.F. Møller Architects“ bis 2023 einen 34-Geschosser errichten, der kanadische Architekt Michael Green in Vancouver einen 30-Geschosser. 24 Stockwerke soll ein Hochhaus in Wien zählen, 22 eines bei Stockholm, zehn Geschosse ein Hybrid aus Stahl und Brettsperrholz in London, der bereits gebaut wird.

Noch in diesem Jahr bezugsfertig wird ein 14-Geschosser im norwegischen Bergen – das geplante Gebäude ist dann das höchste Holzgebäude der Welt. Die Aufzählung ließe sich noch fortführen.

Auch im deutschen Sprachraum begeistert die Holzbauweise Architekten und Projektentwickler, da sie durch den hohen Vorfertigungsgrad die Bauzeiten verkürzt und die Qualität steigert. Den Ruf, nachhaltig und klimafreundlich zu sein, hatte der Holzbau schon immer, sein Leistungspotenzial kann er aber erst seit Kurzem richtig entfalten: zum einen durch die Einführung IT-basierter Planungs- und Fertigungsmethoden, zum anderen durch Produkte, die dazu beitragen, dass der Holzbau seine Nischen verlässt und nunmehr in den Geschossbau strebt.

Text: Günther Hartmann, BundesBauBlatt 04/2015



## MEHR WISSEN



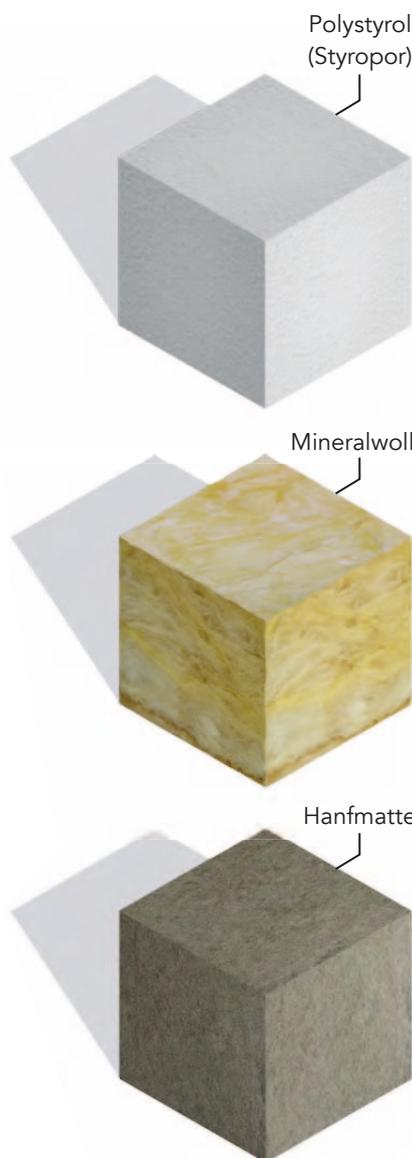
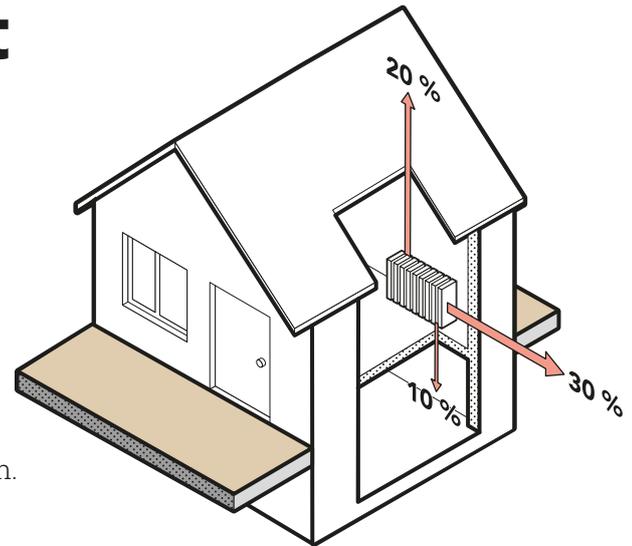
VISION 2020 –  
AUSBLICKE FÜR DEN HOLZBAU  
[tinyurl.com/hnjyraa](http://tinyurl.com/hnjyraa)



VIDEO:  
URBANER HOLZBAU  
[tinyurl.com/jc3nbjk](http://tinyurl.com/jc3nbjk)

# Vorteile für Umwelt und Gesundheit

Je besser ein Gebäude gedämmt ist, desto niedriger ist sein Wärmebedarf. Nicht gedämmte Außenwände tragen zu etwa 30 Prozent zum Wärmeverlust des gesamten Gebäudes bei. Über das Dach gehen circa 20 Prozent Wärme verloren, durch die Decke eines unbeheizten Kellers ungefähr zehn Prozent. Mit der richtigen Dämmung können diese Wärmeverluste um 70 bis 90 Prozent reduziert werden.



## ORGANISCHE UND ANORGANISCHE DÄMMSTOFFE

Dämmstoffe gibt es in ganz unterschiedlichen Formen: Dämmmatten, Dämmplatten oder nicht weiter verarbeitete Dämmstoffe, die als Schüttungen oder als Kerndämmung in Wand-, Decken- oder Bodenzwischenräume eingeblasen werden. Dämmstoffe lassen sich in drei verschiedene Gruppen unterteilen:

- Anorganische Dämmstoffe aus künstlich hergestellten/veränderten mineralischen Stoffen, z. B. Glaswolle, Steinwolle, geschäumtes Glas, Blähton, Perlit, Bimsstein
- Synthetische organische Dämmstoffe auf Erdölbasis, z. B. Polystyrol, Polyester und Polyurethan (Hartschaum)
- Organische Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, z. B. Holzfasern, Zellulose, Flachs, Hanf, Stroh, Kork, Seegras

## AUSWIRKUNGEN AUF DIE UMWELT

Wie jedes Produkt haben Dämmstoffe Auswirkungen auf die Umwelt und den Menschen: Dies betrifft vor allem die Rohstoffgewinnung, die Produktion und die spätere Entsorgung. Kein Produkt kann vollständig schadlos hergestellt werden. Wer ökologisch verantwortungsbewusst bauen möchte, sollte sich nicht nur mit den technischen Eigenschaften von Dämmstoffen und deren Verarbeitbarkeit beschäftigen, sondern auch mit den ökologischen Aspekten der Produktion und der Entsorgung (Abfall). Polystyrol (Handelsname: Styropor) ist der mit Abstand meistgenutzte Dämmstoff. Es

ist kostengünstig und leicht zu verarbeiten. Doch der beliebte Dämmstoff hat eine Menge Nachteile. Er enthält das umweltschädliche Flammschutzmittel HBCD (Hexabromcyclododecan), das sich in der Umwelt und in Organismen anreichert und fortpflanzungsschädigende Eigenschaften hat. HBCD wird deshalb von der EU als „besonders besorgniserregender Stoff“ eingestuft und gilt seit Oktober 2016 als „gefährlicher Abfall“ – Dämmstoffe, die HBCD enthalten, dürfen nur noch in dafür genehmigten Siedlungs- und Sonderabfallverbrennungsanlagen entsorgt werden.

### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Dämmstoffe

WÄRMEDÄMMSTOFFE IM VERGLEICH: [tinyurl.com/zf3scp6](http://tinyurl.com/zf3scp6)



VIDEO:  
 DIFFUSION IN DÄMMSTOFFEN  
[tinyurl.com/z25azyl](http://tinyurl.com/z25azyl)



VIDEO: BRANDVERSUCH  
 MIT HAUS-DÄMMMATERIALIEN  
[tinyurl.com/jkbqur6](http://tinyurl.com/jkbqur6)

# Die Alternativen

Dämmstoffe aus der Natur sind in ihrer bautechnischen Qualität den herkömmlichen Produkten wie Mineralwolle oder Polystyrol absolut ebenbürtig. Naturdämmstoffe sind aber in puncto Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit die erste Wahl. Noch haben sie einen Marktanteil von unter 10 Prozent, sind zwischen 5 Prozent und 10 Prozent teurer, und viele Handwerker wissen zu wenig über Naturdämmstoffe. Doch die Wärmedämmung mit natürlichen Materialien hat entscheidende Vorteile. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen:

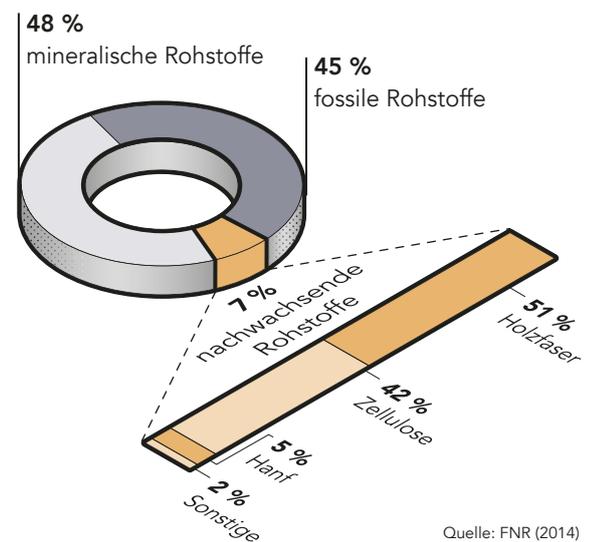
- schonen die endlichen Vorräte fossiler Rohstoffe.
- benötigen bei der Herstellung weniger Energie und reduzieren so den klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß in die Atmosphäre.
- speichern aufgenommenes CO<sub>2</sub> und geben am Ende der Nutzung nur so viel CO<sub>2</sub> ab, wie beim Wachstum aufgenommen wurde.
- sind mit sehr viel geringeren Umwelt- und Gesundheitsrisiken verbunden als herkömmliche Dämmstoffe.
- sind schadstofffrei und schaffen ein angenehmes Wohnklima.
- gleichen Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit meist besser aus als mineralische Dämmstoffe.
- bieten oft einen besseren Hitzeschutz als mineralische Produkte (vor allem im Dachausbau).



Die Herstellung von Zellulose- oder Hanf-Dämmplatten verbraucht ca. 10-mal weniger Energie als die Herstellung von Hartschaumplatten.

Naturdämmstoffe haben auch einige wenige Nachteile. Sie sind von Natur aus nur bedingt feuerfest. Deshalb werden einigen Dämmstoffen Flammschutzmittel (z. B. Borsalz, Eisenoxid, Ammoniumsulfat) zugesetzt. Dazu sind einige Naturdämmstoffe anfällig für den Befall mit Schimmel oder Ungeziefer. Bei richtiger fachlicher Ausführung – keine Fugen und diffusionsoffen (so können Kleintiere nicht eindringen und Feuchtigkeit kann austreten) – wird der Dämmstoff nicht beschädigt und der Befall mit Schimmel und Ungeziefer kann vermieden werden.

### Anteile der Rohstoffe am Dämmstoffmarkt 2011



Quelle: FNR (2014)

Material	Lieferform	Baustoff
Flachs	Matten, Stopfwolle	zwischen konstruktiven Hölzern
Hanf	Matten, Stopfwolle	zwischen konstruktiven Hölzern
Holzfasern	Platten	auf und zwischen konstruktiven Hölzern, an der Fassade
Kork	Platten	auf und zwischen konstruktiven Hölzern, an der Fassade
Roggen	Granulat	als Schüttung in Hohlräumen
Schafwolle	Matten, Stopfwolle	zwischen konstruktiven Hölzern
Schilfrohr	Platten	auf und zwischen konstruktiven Hölzern
Zellulose	Flocken, Platten	zum Ausfüllen von Hohlräumen

### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Dämmstoffe

QUALITÄTSZEICHEN FÜR BAUPRODUKTE - NATURE PLUS: [tinyurl.com/z3z52ja](http://tinyurl.com/z3z52ja)



VIDEO: ÖKOLOGISCHE  
 DÄMMSTOFFE FÜR DAS HAUS  
[tinyurl.com/zzrj7f3](http://tinyurl.com/zzrj7f3)



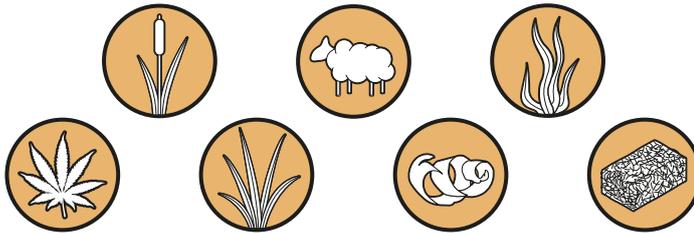
QUALITÄTSZEICHEN FÜR BAU-  
 PRODUKTE - BLAUER ENGEL  
[tinyurl.com/jfakqzv](http://tinyurl.com/jfakqzv)



# Überblick: Wärmedämmstoffe

Bei der Auswahl des Dämmstoffs ist es wichtig, dass dieser zur Konstruktion des Bauteils passt. Unregelmäßige Hohlräume im Dach oder in Geschossdecken dämmt man besser mit flexiblen Matten oder losen Flocken, die in den Hohlraum eingeblasen werden. Druckfeste Platten bieten Verarbeitungsvorteile an der Wand oder bei der Dämmung des Dachs über den Sparren. Wie gut ein Produkt gegen Wärmeverlust schützt, zeigt die Angabe zur Wärmeleitfähigkeit. Eine Leitfähigkeit von 0,040 W/(m·K) ist besser als 0,050 W/(m·K).

## WÄRMEDÄMMSTOFFE AUF EINEN BLICK (AUSWAHL)



**Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K)**  
 Werte, die kleiner als 0,050 W/(m·K) sind, garantieren gute wärmedämmende Eigenschaften.

**Rohdichte in kg/m<sup>3</sup>**  
 Masse eines Stoffes in kg bezogen auf einen Kubikmeter.

**Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl**  
 Bauteile mit niedrigen  $\mu$ -Werten sind vorteilhaft, da sie ein Abtrocknen eingedrungener Raumluftfeuchte ermöglichen.

**Spezifische Wärmekapazität in J/kg·K**  
 Bauteile mit großen c-Werten weisen ein träges Temperaturverhalten auf, d. h. Dämmstoffe mit hohen c-Werten leisten einen guten „sommerlichen Wärmeschutz“.

**Baustoffklasse nach DIN 4102-1**  
 A1: nicht brennbar  
 B1: schwer entflammbar  
 B2: normal entflammbar

Dämmstoff	$\lambda$ in W/m·K	$\rho$ in kg/m <sup>3</sup>	$\mu$	c in J/kg·K	Baustoffklasse
Flachmatten	0,036 – 0,040	30 – 40	1 – 2	1.550 – 2.300	B2
Hanf (Stopfwole)	0,045	50 – 60	1 – 2	2.200	B2 – B1
Hanfmatten	0,040 – 0,050	30 – 110	1 – 2	1.600 – 2.300	B2
Holzfaser (lose)	0,040	30 – 45	1 – 2	2.100	B2
Holzfaserplatten	0,038 – 0,041	40 – 55	1 – 3	2.100	B2
Holzspäne	0,040 – 0,052	110 – 270	2 – 5	2.100	B2
Holzspäne	0,050 – 0,080	90 – 360	2	k.A.	B2
Holzwolleplatten	0,090	330 – 500	2 – 5	2.100	B1
Jute	0,037 – 0,040	30 – 40	1 – 2	2.350	B2
Korkplatte (exp.)	0,040	120	5 – 10	1.800	B2
Korklehmplatte	0,050 – 0,080	200 – 300	10	1.254	B2 – B1
Schafwolle	0,040	20 – 90	1 – 2	1.300 – 1.730	B2
Schilfplatten	0,055 – 0,065	150	3 – 6,5	1.200	B2
Seegras	0,039 – 0,046	65 – 75	1 – 2	2.502	B2
Strohballen	0,052	85 – 115	2	2.000	B2
Zelluloseflocken	0,038 – 0,040	28 – 65	1 – 2	2.100 – 2.544	B2
Zelluloseplatten	0,042	70 – 145	2 – 3	2.000	B2
Polystyrol (exp.)	0,035 – 0,044	11 – 30	20 – 100	1.400	B2 – B1
Steinwolle	0,036 – 0,040	15 – 130	1 – 2	830 – 1000	A1



**MEHR WISSEN**

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Dämmstoffe

# Der Stein der Zukunft

Ein Haus aus Stroh? Was zunächst wie ein Märchen klingt, ist eine geniale Art und Weise, Häuser nachhaltig und umweltfreundlich zu bauen. Die Idee stammt aus dem holzarmen Nebraska in den USA. Dort entstanden die ersten Strohbauten vor über 100 Jahren. Im Prinzip gibt es beim Strohballebau zwei Bauweisen:



Quelle: D. Scharmer (FASBA)

Die lasttragende Bauweise wird oft für ein- bis eineinhalbgeschossige Gebäude genutzt, jedoch gibt es auch Gebäude mit bis zu vier Geschossen (in Österreich). In Deutschland benötigen lasttragende Strohhäuser eine Zustimmung der Baubehörde. Stärker durchgesetzt hat sich das Konzept des Holzständerwerks. Ein Vorteil dieser Methode ist, dass zunächst das Gerüst mit Dach fertiggestellt werden kann und die Strohballen dann vor Regen geschützt eingebracht werden. Stroh als Baumaterial hat einige sehr wesentliche Vorteile:

- Stroh ist ein regionaler nachwachsender Rohstoff und wie Holz CO<sub>2</sub>-neutral.
- Für die Herstellung der Ballen muss sehr viel weniger Energie aufgewendet werden als für herkömmliche Bau- und Dämmstoffe.
- Am Ende der Nutzungszeit kann das Baumaterial einfach kompostiert werden. Die Strohballen sind vollständig abbaubar und werden ohne chemische Zusätze verbaut.
- Gepresstes Stroh hat ausgezeichnete Werte bei Wärmespeicherung und Schallschutz.
- Strohballen sind mit einer verputzten Lehm- oder Kalkschicht sehr feuerbeständig.

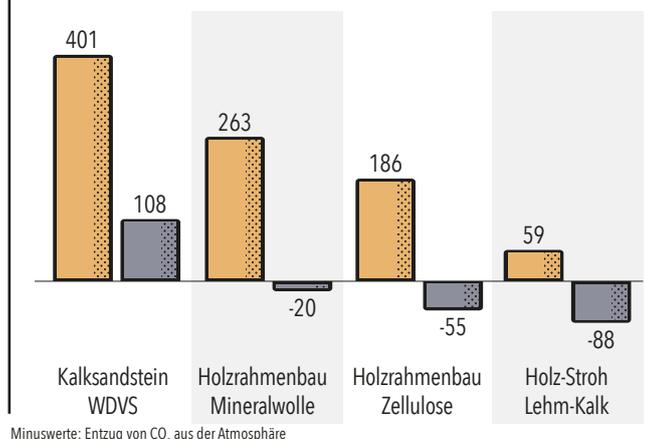
## ÖKOBILANZ: VERGLEICH VON VIER AUSSENWÄNDEN

Ökologische Kriterien der Baustoffherstellung: Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie und Treibhauspotenzial für die Herstellung eines Quadratmeters Außenwand.

Quelle: FNR (2013)

Primärenergiebedarf in kWh/m<sup>2</sup>
 Treibhauspotential in CO<sub>2</sub>-Äq/m<sup>2</sup> Wandfläche

Außenwände mit einem U-Wert von U = 0,10 W/(m<sup>2</sup>·K)



### MEHR WISSEN

STROHGEDÄMMTE GEBÄUDE: [tinyurl.com/htwv68g](http://tinyurl.com/htwv68g)

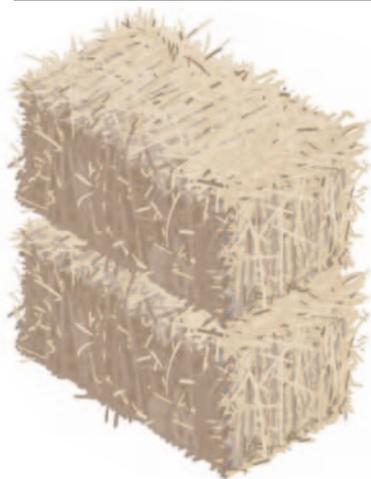
FACHVERBAND STROHBALLENBAU DEUTSCHLAND: [tinyurl.com/j7cbrcj](http://tinyurl.com/j7cbrcj)



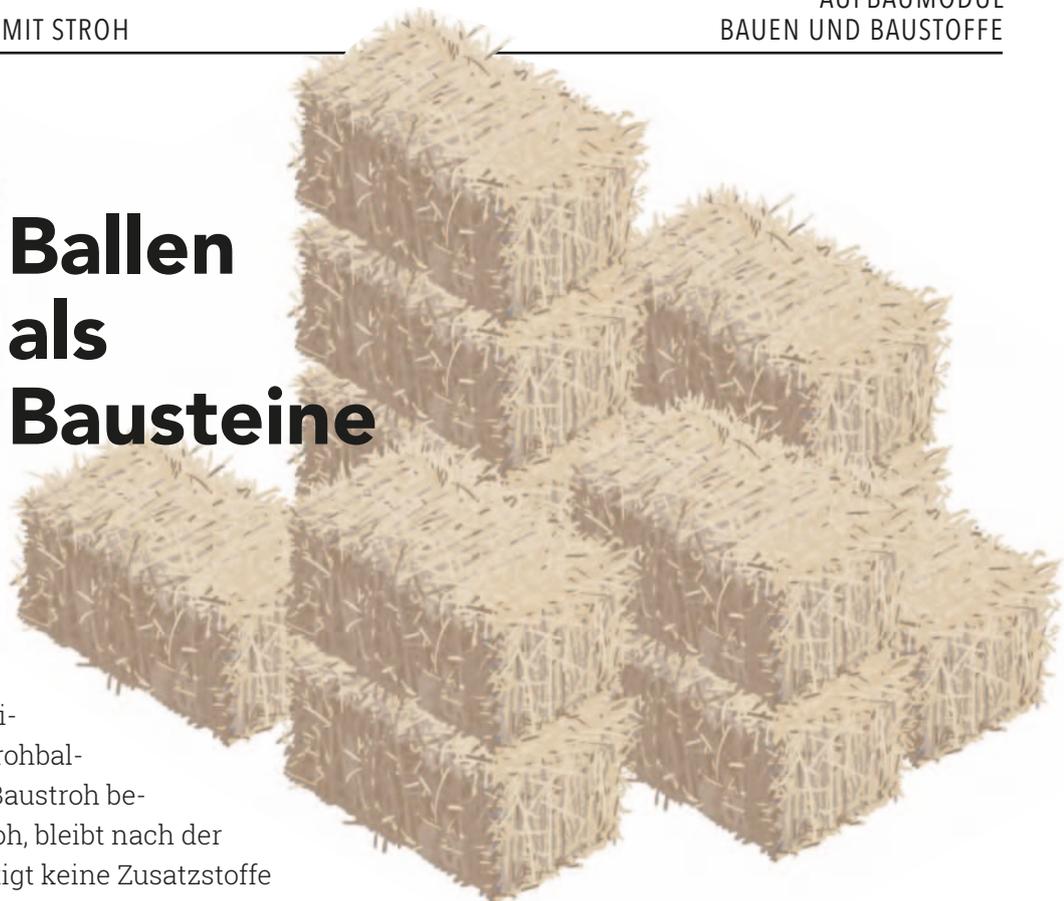
VIDEO: STROHHAUS ROHBAU  
[tinyurl.com/z2jkslv](http://tinyurl.com/z2jkslv)



VIDEO: DEUTSCHLANDS GRÖSSTES STROHBALLENHAUS  
[tinyurl.com/jrlmnh](http://tinyurl.com/jrlmnh)



# Ballen als Bausteine



Normale Strohballen, mit Hochdruck direkt auf dem Feld gepresst, sind das Material, aus dem die Wände der Strohhäuser gefertigt werden. Baustroh besteht aus reinem Getreidestroh, bleibt nach der Ernte unbehandelt und benötigt keine Zusatzstoffe gegen den Befall durch Nagetiere, Insekten oder Schimmelpilze sowie keine Flammschutzmittel. Die Ballen werden in einer Hilfskonstruktion aus Holzständern eingestapelt und dann komprimiert, damit der Putz später keine Risse bekommt. Dann wird der Putz (Lehm oder Kalk) in mehreren Schichten aufgetragen.

## BIS ZU FÜNF GESCHOSSE

Das Norddeutsche Zentrum für Nachhaltiges Bauen (NZNB) in Verden/Aller zeigt, wie es geht. Dort befindet sich Deutschlands höchstes Strohhallenhaus, ein fünfgeschossiges Gebäude in Holzständerbauweise mit Strohdämmung. Geschosshohe Holzelemente wurden in einer benachbarten Halle mit Stroh ausgefacht und teilverputzt. Dies diente dem Witterungsschutz bei der Fertigung und ermöglichte die kurzen Aufstellzeiten des Holzrahmenbaus. Der hohe Vorfertigungsgrad macht das Bauen mit Stroh gut planbar und auch für die konventionelle Bauwirtschaft interessant.



Der größte Feind der Strohballen ist Feuchtigkeit. Um Schimmelbildung zu vermeiden, sollte neben einem ausreichenden Dachüberstand auf der Wetterseite eine vorgehängte (Holz-)Fassade das Material gegen Schlagregen schützen. An der übrigen Fassade kann der Lehmputz durch eine oberste Schicht Kalkputz ergänzt werden. Auch aus dem Innenraum darf keine Feuchtigkeit in die Strohballen gelangen. Daher sollte der Aufbau dampfdiffusionsoffen und luftdicht sein. Die Luftdichtheit ist durch den Lehminnenputz gegeben, sofern er rissfrei aufgetragen wird und besonders die Übergänge zu den Holzbauteilen sehr sorgfältig ausgeführt werden. Die Putzschicht erhöht außerdem die Brandschutzklasse. Die verpressten Strohballen an sich werden in die Kategorie B2 „normal entflammbar“ eingestuft. Die Entflammbarkeit von gepresstem Stroh ist aufgrund des hohen Silikatgehaltes der Getreidehalme gering. Mit einer mindestens 8 mm dicken Lehmputzschicht fällt es sogar in die Kategorie „schwer entflammbar“ (Kategorie B1).



### MEHR WISSEN



NORDDEUTSCHES ZENTRUM FÜR  
NACHHALTIGES BAUEN (NZNB)

[tinyurl.com/jrorlj2](http://tinyurl.com/jrorlj2)



VIDEO:  
BRANDSCHUTZTEST STROHBALLEN

[tinyurl.com/hu4pm54](http://tinyurl.com/hu4pm54)

# Innenwände

Innenwände nehmen einen hohen Flächenanteil am Raumvolumen eines Gebäudes ein. Die hierfür verwendeten Materialien wirken sich auf das Raumklima, die Raumluftqualität, das Behaglichkeitsempfinden und die Gesundheit der Bewohner aus. Innenwände müssen unterschiedliche Aufgaben erfüllen. Sie dienen:



- der Raumaufteilung und Raumtrennung,
- der (teilweisen) Abtragung von Lasten,
- der Bereitstellung einer Installationsebene für die Haustechnik,
- dem Brand- und Schallschutz,
- dem Wärmeschutz, wenn sie unterschiedlich temperierte Bereiche trennen (Wohnraum/Treppenraum),
- dem Raumklima, indem sie Feuchtigkeit aufnehmen und abgeben,
- der Wärmespeicherung, besonders bei Gebäuden und Gebäudeteilen mit hochwärmegeprägten, aber leichten Außenwänden.

Trockenbaukonstruktionen werden aus vorgefertigten Bauteilen erstellt. Bei der Materialwahl sollten auch Belange der Gesundheit sowie der Umweltverträglichkeit beachtet werden. Konstruktionen mit Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen entsprechen diesen Anforderungen. Die Verwendung von nachwachsenden Materialien beim Innenausbau zeichnet folgende Merkmale aus:



- Sie haben eine bessere Ökobilanz als herkömmliche Trockenbaustoffe.
- Sie binden während ihres Wachstums Kohlenstoffdioxid und tragen so zum Klimaschutz bei.
- Sie lassen sich am Nutzungsende meist problemlos entsorgen, thermisch verwerten oder wiederverwenden (Kaskadennutzung).
- Sie verleihen Räumlichkeiten ein angenehmes und gesundes Raumklima.



## MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Trockenbau/Innenausbau

WANDAUFBAUTEN: [tinyurl.com/z46q6qj](https://tinyurl.com/z46q6qj)



VIDEO: ÖKO-TROCKENBAU  
MIT LEHMPLATTEN

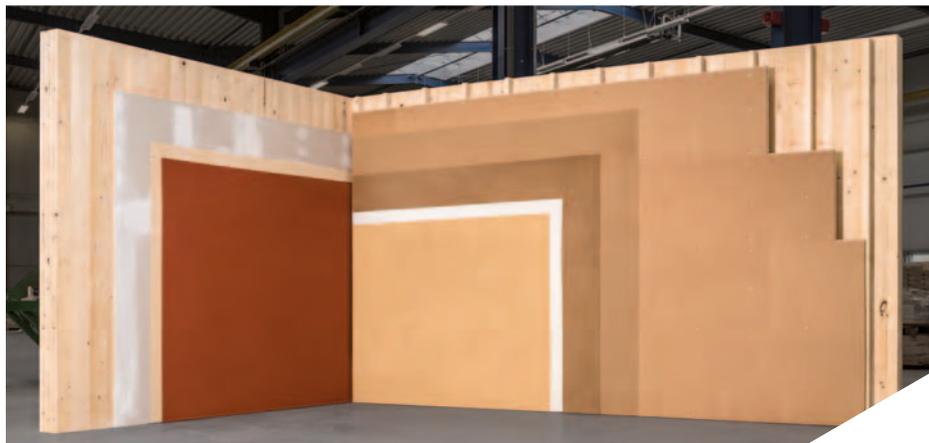
[tinyurl.com/gp6vp4x](https://tinyurl.com/gp6vp4x)



VIDEO: GESUND BAUEN  
AUF DER IHM 2015

[tinyurl.com/h7q7hyx](https://tinyurl.com/h7q7hyx)

# Wandaufbauten



Wandsystem mit Naturbaustoffen

Innenwände werden meist in der Holzständerwerksbauweise errichtet. Es sind mehrschalige, nicht tragende Leichtbauwände aus horizontal und vertikal verlaufenden Ständern und Riegeln, mit einer beidseitigen plattenförmigen Beplankung (2-schalig) und hohlraumfüllenden Dämmstoffen. Je nach Bedarf sind im Wandaufbau ein oder zwei Installationsebenen vorhanden. Die Bauweise bietet aufgrund der Vielzahl von zur Verfügung stehenden Materialien für die Bekleidung und Hohlraumfüllung jede Menge Variationsmöglichkeiten. Auf eine Holzkonstruktion können dann verschiedene Bekleidungen oder Putzträgerplatten aufgebracht werden:

- Holz (Brettschalung, Spanplatten, Sperrhölzer),
- Lehmbauplatten mit Schilfbewehrung,
- Gips (Gipskarton- und Gipsfaserplatten),
- Putzträgerplatten wie Holzwolle-Leichtbauplatten,
- Schilfrohrmatten, bei denen die einzelnen Schilfrohre mit Draht verbunden sind,
- Hanf-Schäbenplatten, die aus den holzigen Bestandteilen der Hanfpflanze bestehen.

Als Putz bietet sich ein mit Stroh gemischter Lehmputz an oder eine Beschichtung mit Naturfaserputz. Beide können Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben. Der Naturfaserputz wirkt sich darüber hinaus sehr positiv auf die Raumakustik aus. Für die Hohlraumdämmung werden faserige Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen eingesetzt. Hier eignen sich Matten aus Hanf, Holzfasern, Zellulose, Schafwolle oder auch Flachs. Die Produkte lassen sich gut verarbeiten und stellen weder für den Verarbeiter noch für die Bewohner eine Gesundheitsgefahr dar.



Trockenbau-Unterkonstruktion mit einseitiger Beplankung durch Holzwerkstoffplatten



## BEISPIEL

Eine Holzständerwerkswand mit einer Beplankung aus Holzwolle-Leichtbauplatten, mit einem Dünnputz und einer Hohlraumdämmung aus Schafwolle, Hanf oder Flachs versehen erreicht zuverlässig die Feuerwiderstandsklasse F90 und ein bewertetes Schalldämmmaß von 55 dB. Bei gleicher Wandstärke weist eine Holzständerwerkswand in der Regel eine bessere Schalldämmung auf als eine Mauerwerkswand.



### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Innenausbau/Trockenbau

TROCKENBAUSTOFFE: [tinyurl.com/gudgapt](https://tinyurl.com/gudgapt)



VIDEO: NEUBAU MIT  
NATURBAUSTOFFEN

[tinyurl.com/zwxexaf](https://tinyurl.com/zwxexaf)



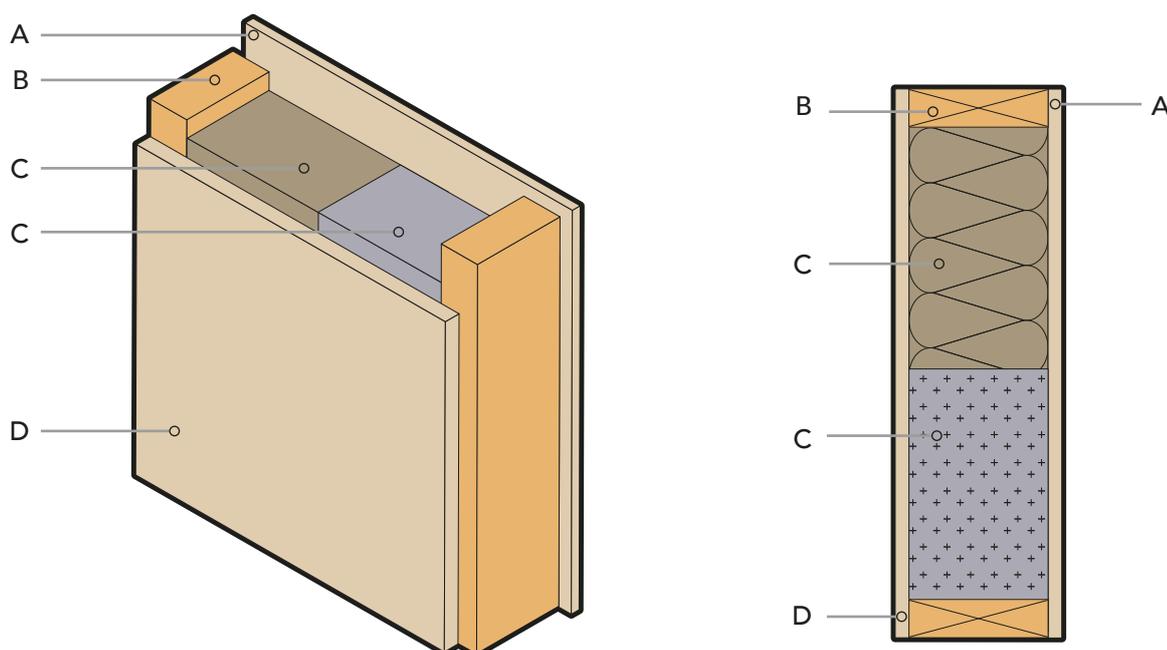
VIDEO: INNENAUS-  
BAU MIT HANF

[tinyurl.com/hqqt8l](https://tinyurl.com/hqqt8l)

# Aufbau einer Innenwand mit Holzständertrennwand (Neubau)

Die Ständerwerkswand stellt eine preisgünstige Art dar, eine Innenwand zu errichten. Mit den vielen Möglichkeiten der Bekleidung lässt sie sich in jedes Umfeld problemlos einpassen. Für einen guten Schallschutz einer Holzständerwerkswand ist Folgendes zu beachten:

- Entkopplung der Verbindung zwischen den Wandverkleidungen durch Vergrößerung des Ständerabstands,
- Befestigung der Verkleidung auf den Ständern über Dämmstreifen oder
- Einsatz von Doppelständern,
- Wahl biegeweicher, möglichst schwerer Beplankungen, die auch mehrlagig aufgebracht werden können,
- komplette Füllung des Hohlraums mit Dämmmaterial.



## BAUSTOFFANGABEN ZUR KONSTRUKTION SCHICHTAUFBAU

	Dicke	Baustoff
A	12,5 mm	Gipsfaser- oder Lehmbauplatte
B	100,0 mm	Konstruktionsvollholz (KVH, z. B. 50/100 oder 60/160)
C	100,0 mm	Naturdämmstoff (z. B. Zellulose, Flachs, Hanf, Holzfaser)
C		alternativ zur Erhöhung der Speichermasse, Hohlräume mit Lehmstapelsteinen gefüllt (verputzt oder unverputzt)
D	12,5 mm	Gipsfaser- oder Lehmbauplatte

# Gesundes Wohnen

Die Zunahme von Allergien und Umwelterkrankungen wird von Fachleuten häufig auch auf Belastungen durch Schadstoffe in der Innenraumluft zurückgeführt. Zu den zahlreichen Quellen dieser Schadstoffe gehören auch Bauprodukte, die Stoffe freisetzen können:

- chemische Holzschutzmittel,
- Fugendichtungsmassen und Kleber,
- asbesthaltige Bauprodukte (z. B. Putze, Parkettkleber, Spachtelmassen),
- Lösemittel aller Art (z. B. in Lacken und Farben),
- Flammschutzmittel in Dämmstoffen,
- Schwermetalle (Farben, Lacke),
- Weichmacher (hormonell oder allergen wirkende Stoffe).



Umweltgefährlich



Gesundheitsschädlich



Ätzend

## NATURBAUSTOFFE UND ALLERGIEN

Auch bei Naturbaumaterialien gibt es Stoffe, die für Allergiker und besonders Sensitive zu Beschwerden und Unverträglichkeiten führen können, wie zum Beispiel Terpene aus Hölzern oder Naturölen, Zitrusduft aus Naturfarben oder Gerüche aus Naturharzen. Solche Stoffe sind für viele Verbraucher kein Problem, für manche Allergiker aber unverträglich. Es ist daher wichtig, dass auch für Naturbaustoffe die entsprechenden Kennzeichnungen und Deklarationen zur Information bereitgestellt werden.

**Umweltzeichen geben Orientierung für den Einkauf umweltfreundlicher Produkte.**



### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Oberflächen

SCHADSTOFFE IN DER WOHNUNG ERKENNEN: [tinyurl.com/zcxsdzz](http://tinyurl.com/zcxsdzz)



VIDEO:  
 WOHNEN SIE GESUND?  
[tinyurl.com/3a5g44q](http://tinyurl.com/3a5g44q)



VIDEO: SCHADSTOFFE IN  
 DEN EIGENEN VIER WÄNDEN  
[tinyurl.com/hrkj66c](http://tinyurl.com/hrkj66c)

Nicht nur Allergiker haben inzwischen erkannt, wie wichtig es ist, ohne Gifte zu bauen oder zu renovieren. Naturmaterialien wie Holz, Kalk, Lehm, Pflanzenfasern und Naturfarben sind gesundheitlich unbedenklich und sorgen für ein gutes Raumklima. Zusatzstoffe sind kenntlich gemacht und auf bedenkliche Stoffe wie Weichmacher, Kunstharze, Schwermetalle oder Konservierungsmittel wird bewusst verzichtet.

Naturbaustoffe werden lediglich manuell, mechanisch, durch Auflösen in Wasser, durch Dampfdestillation oder durch Erhitzung verarbeitet. Die Umweltverträglichkeit eines Baustoffs (insbesondere im Innenbereich) wird durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Wie viel Energie wird zur Herstellung des Baustoffs aufgebracht?
- Wie viele Treibhausgase werden bei der Herstellung des Baustoffs emittiert?
- Wie viel Wasser wird bei der Herstellung verbraucht?
- Wie hoch ist die Luftbelastung bei der Verarbeitung (und nach Trocknung/Einbau)?
- Wie stark ist das Potenzial für Allergien und allgemein die Umweltgiftigkeit?
- Wie problematisch ist die Entsorgung des Baustoffs?

# Das Raumklima

Wandoberflächen in geschlossenen Räumen regeln maßgeblich das Raumklima. Naturbaustoffe beeinflussen das Raumklima positiv und vermeiden Schimmelbildung oder die Ausdünstung von Schadstoffen. Beim Einsatz natürlicher Materialien kann der Hausbewohner vor Schadstoffemissionen sicher sein. Für Allergiker bieten sich voll deklarierte Materialien an, die alle Inhaltsstoffe offenlegen. Darauf kommt es in diesem Zusammenhang besonders an:



Innenraumgestaltung mit Naturstoffen: Holz, Lehmputz und Naturfarben

- Wandbeschichtungen, besonders die ersten 2-3 cm, müssen Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben können.
- Eine gleichmäßige Feuchtigkeitsaufnahme durch große Oberflächen mindert die Gefahr, dass sich Tauwasser an Wärmebrücken ansammelt, was leicht zur Schimmelbildung führen kann.
- Eine gute Wandoberfläche ist geruchsneutral und kann Gerüche binden.
- Besonders wichtig ist, dass keine Schadstoffe aus einer Beschichtung ausgasen. Diese können sich leicht zu gesundheitsschädlichen Konzentrationen anreichern.



Büro mit Holzakustikdecke, Naturfarben und Ziegenhaarteppich

## SCHON GEWUSST?

- Ein 1 cm dicker Naturfaserputz unter der Badezimm-erdecke verhindert das Beschlagen des Spiegels beim Duschen.
- Weiche Lehm- und Faserputze verbessern die Raumakustik im Vergleich zu einer festen Steinwand.
- Naturfarben werden mit geringem Energieaufwand hergestellt und besitzen sehr gute Materialeigenschaften.
- Wichtig sind auch die Hilfsmittel: Tapetenkleister, Tapetenablöser oder Isoliergrund aus natürlichen Rohstoffen ohne schädliche Zusätze.
- Holz, Leinöl, Baumrinde, Naturfasern und Tierhaare bilden die Ausgangsstoffe für natürliche antistatische Bodenbeläge: Parkett, Dielen, Linoleum, Kork, Wollteppiche bzw. Teppichböden.



### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Oberflächen

WOHNEN MIT NATURSTOFFEN: [tinyurl.com/hsyuc4f](https://tinyurl.com/hsyuc4f)



AUSBAUEN UND GESTALTEN  
MIT NAWARO

[tinyurl.com/hhawv6q](https://tinyurl.com/hhawv6q)



NATÜRLICHE BODENBELÄGE

[tinyurl.com/jqdsvd9](https://tinyurl.com/jqdsvd9)

# Putze

Im Innenraum soll Putz hauptsächlich einen glatten Untergrund für die abschließende Wandgestaltung sicherstellen. Zur Feuchtigkeitsregulierung und um Schimmelpilze zu vermeiden, muss der Putz wasserdampfdurchlässig und wärmeleitend sein.

## LEHMPUTZE

Lehmputze sind, außer für Nassräume, für alle Innenräume geeignet. Ist der Untergrund eben genug, reicht ein einschichtiger Auftrag bis 10 mm Dicke als Lehmoberputz. Lehmfeinputz enthält feinere mineralische Partikel und kleine pflanzliche Fasern. Er kann mit Kalkkaseinmalen, aber auch mit Lasur- oder Glättetechniken optisch gestaltet werden. Farbige Lehmfertigputze bestehen aus Lehm, Sand, Stroh- oder Zellulosefasern und farbigen Tonerden. Diese Putze eignen sich für den Auftrag auf Holzoberflächen und für mineralische Untergründe wie z. B. Gipsplatten oder Beton. Sie absorbieren Schadstoffe und verbessern das Raumklima.

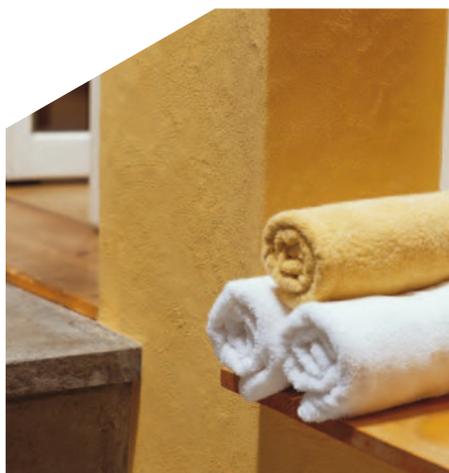


## KALKPUTZE

Kalkputze werden meist im Keller oder in Feuchträumen verwendet, da sie hohe Luftfeuchte gut vertragen und Schimmelbildung verringern. Durch Zusatz von Zellulosefasern entstehen atmungsaktive, dämmende Oberflächenbeschichtungen. Sie sind wasserdampfdurchlässig, geruchsabsorbierend und nicht schmutzanfällig. Gebrauchsfertige Weichfaserputze bestehen nur aus natürlichen Stoffen, sind lösemittel- und fungizidfrei. Diese Putze bieten eine naturweiße Oberfläche und können auf alle Untergründe aufgetragen werden.

## NATURFASERPUTZE

Faserputze (Flüssigtapete) bestehen aus Fasern und Flocken von Baumwolle und Zellulose sowie Textilfasern wie Viskose, Leinen oder Jute. Mittlerweile gibt es auch ein Produkt aus Hanffasern. Faserputze werden aufgesprüht und vor allem in Räumen eingesetzt, die stark beansprucht werden. Schad- oder Schmutzstellen lassen sich gut nachbessern. Naturfaserputze sind strapazierbar, umweltfreundlich, feuchteregulierend sowie schall- und wärmedämmend.



### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Oberflächen

GESUND BAUEN - PUTZE: [tinyurl.com/h62gaow](https://tinyurl.com/h62gaow)



VIDEO:  
KALKPUTZ

[tinyurl.com/jbgobyp](https://tinyurl.com/jbgobyp)



VIDEO: BAUMWOLLPUTZ  
UND FLÜSSIGTAPETE

[tinyurl.com/hef833f](https://tinyurl.com/hef833f)



**Rohstoffe für Naturfarben und Lacke:** Baumharze (z. B. Dammar, Lärchenharz), Bienenwachs, Pflanzenöle (z. B. Leinöl, Orangenöl), Pflanzenfarben (z. B. Indigo, Färberkrapp), Erdpigmente (z. B. Ocker)

# Wandfarben

Natürliche Wandfarben bestehen aus mineralischen und nachwachsenden Rohstoffen. Die Zugabe von Erdpigmenten oder Pflanzenfarben ergibt den farbigen Anstrich. Naturfarben enthalten keine Weichmacher, Kunstharze und Konservierungsmittel. Sie sind diffusionsoffen, regulieren die Feuchtigkeit, gasen keine gesundheitsschädlichen Zusatzstoffe aus und schaffen so ein gutes Raumklima. Damit sind diese Farben auch für Allergiker geeignet.



## LEIMFARBEN

Sie enthalten Leim (früher Knochen-, Stärke- und Lederleime, heute meist Methylcellulose) als Bindemittel und Wasser als Lösungsmittel. Als Weißpigment und Füllstoff werden Kalksteinmehl oder Kreide verwendet, weitere Buntpigmente können zugesetzt werden. Leimfarben sind nur wenige Male überstreichbar.



## KALKFARBEN

Kalk ist Farbpigment und Bindemittel in einem. Kalkfarbe ist frei von organischen Lösungsmitteln. Sie wirkt desinfizierend, ist gesundheitlich unbedenklich und setzt keine Schadstoffe frei. Ein Zusatz von Zellulosefasern und Leinöl verbessert das Haftvermögen. Kalkfarben können auf reinem Kalkputz, Kalk-Zementputz oder auf Sandstein gestrichen werden.



## KALKKASEINFARBEN

Ein Kalkspat-Kreide-Gemisch wird mit Kalkmilch vermischt und durch Kasein (Magermilchquark) gebunden. Titandioxid wird gelegentlich als Weißmacher eingesetzt. Die traditionelle Innenraumfarbe besitzt eine relativ hohe Wischfestigkeit und lässt sich auf mineralischen und organischen Untergründen verarbeiten. Kalkkaseinfarben bilden den Basisanstrich für Lasur- und Wischtechniken auf Pflanzenfarbenbasis, sie sind die beste Alternative zu Dispersionsfarben.



## NATURHARZFARBEN

Sie enthalten keine synthetischen Bindemittel und bestehen rein aus natürlichen Rohstoffen – Öle, Wachse, Harzstoffe, Pigmente, natürliche Aromastoffe und Konservierungsmittel. Naturharzfarben sind für Innenanstriche wie Außenanstriche geeignet. Sie lassen sich auf mineralischen und organischen Untergründen verarbeiten.



### MEHR WISSEN

BAUEN MIT NAWARO: Fachmodul Oberflächen

NATURFARBEN: [tinyurl.com/jm4wcxz](https://tinyurl.com/jm4wcxz)



VIDEO:  
LASIEREN MIT NATURFARBEN

[tinyurl.com/jb3se3t](https://tinyurl.com/jb3se3t)

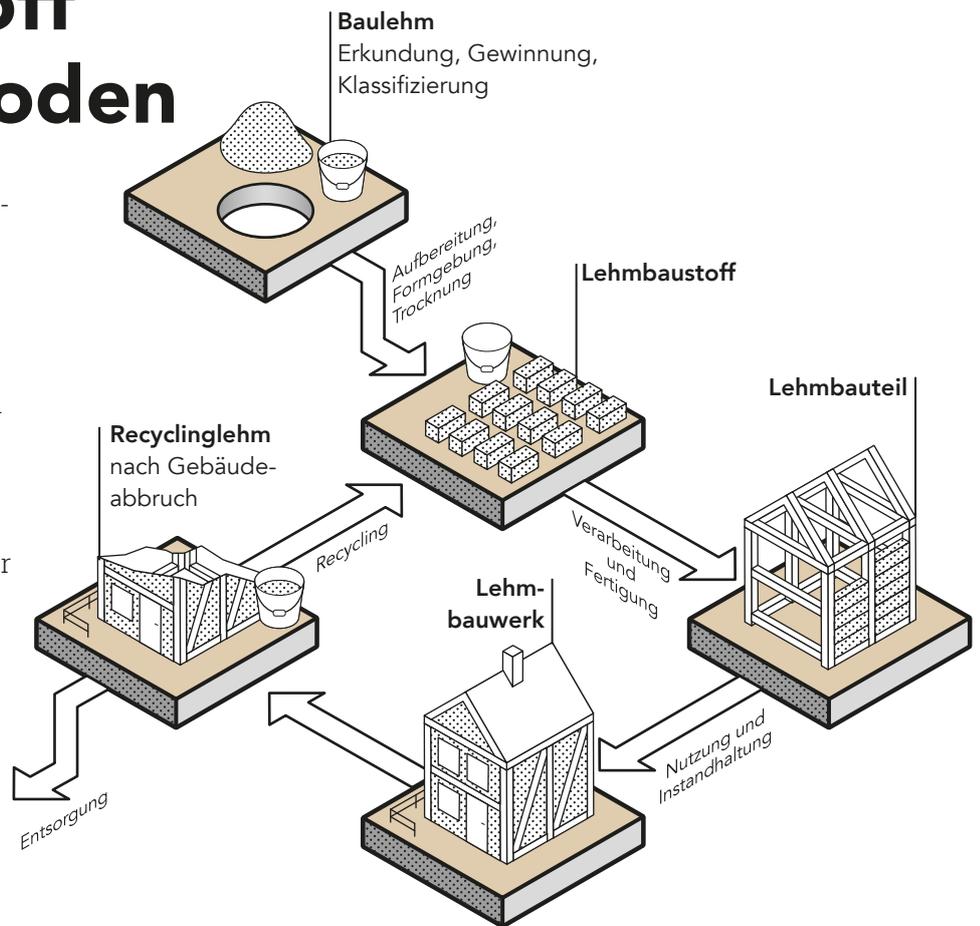


VIDEO:  
KREIDEZEIT

[tinyurl.com/jqcrwz5](https://tinyurl.com/jqcrwz5)

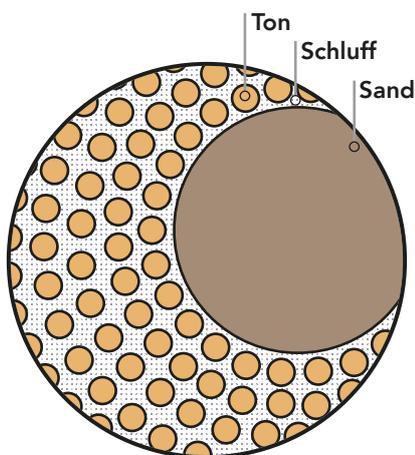
# Der Baustoff aus dem Boden

Lehm gehört im eigentlichen Sinn nicht zu den nachwachsenden Rohstoffen, ist aber Teil des ökologischen und nachhaltigen Bauens mit Naturstoffen. Neben Holz ist er einer der ältesten Baustoffe der Menschheit. Lehm kann ohne viel Aufwand aus Lehmgruben gewonnen werden. Die Herstellung von Zement, Beton oder Mauersteinen ist sehr energieaufwendig, die Aufbereitung von Lehm dagegen nicht. Lehm hinterlässt keine problematischen Abfälle. Bei Abriss oder Umbau eines Gebäudes lässt sich der Baustoff wiederverwenden oder einfach entsorgen.



## Das Naturmaterial Lehm ist eine Mischung aus:

- Sand (Korngröße > 63 µm)
- Schluff (Korngröße > 2 µm)
- Ton (Korngröße < 2 µm)



**Lehm** entsteht durch Verwitterung von Gesteinen. Für die Qualität des Lehms als Baustoff sind der Tongehalt und die Kornzusammensetzung entscheidend:

- hoher Tonanteil = fetter Lehm
- geringer Tonanteil = magerer Lehm
- großes Kornspektrum, kantige Körner = stabiles Korngerüst
- homogene Kornstruktur, vorwiegend Schluff und runde Körner = weniger stabiles Korngerüst

**Ton** ist der Kleber, der bei Wasserzugabe quillt und bei Trocknung schwindet. Je größer die Kornoberfläche ist, desto mehr Ton wird benötigt, um die Sandkörner und Schluffteilchen zusammenzuhalten.

- zu viel Ton = zu viel Schwund beim Trocknen = Risse!
- zu wenig Ton = zu wenig Kleber = bröseliger Lehm nach der Trocknung

**Je ausgiebiger Lehm eingeschlämmt und bearbeitet wird, desto höher wird seine Plastizität und desto dichter und stabiler der Baustoff, den man daraus herstellt.**

Quelle (u. a.): [www.naturbauhof.de/#lehmbaustoffe](http://www.naturbauhof.de/#lehmbaustoffe)

## MEHR WISSEN

DACHVERBAND LEHM: [tinyurl.com/hp89amg](http://tinyurl.com/hp89amg)

BAUSTOFF LEHM: [tinyurl.com/gnznqna](http://tinyurl.com/gnznqna)



VIDEO:  
 BAUSTOFF LEHM

[tinyurl.com/hl7zj5k](http://tinyurl.com/hl7zj5k)



VIDEO:  
 MIT LEHM BAUEN

[tinyurl.com/zb5h3ot](http://tinyurl.com/zb5h3ot)

# Lehmbaustoffe

Lehmbaustoffe sind Baustoffe aus ungebranntem Lehm. Je nach Bedarf werden ihnen mineralische oder pflanzliche Zuschlagstoffe (Strohhäcksel, Hobelspäne, Hanffasern etc.) zugefügt. Lehm ist ein massiver Baustoff mit guten wärmeleitenden und damit wärmespeichernden Eigenschaften, ist aber nicht dämmend. Im modernen Hausbau kommt Lehm meist beim Innenausbau (Lehmbauplatten) und als Lehmputz zur Anwendung.



- **Stampflehm** kann mittels Schalung zu tragenden Bauteilen oder zur Herstellung von Lehmsteinen verarbeitet werden.
- **Wellerlehm** ist Teil des traditionellen Lehmbaus bei Fachwerkhäusern und enthält meist Stroh als Zuschlagstoff.
- **Leichtlehm** wird zu Steinen oder Platten geformt und nach seinem Zuschlagstoff bezeichnet, z. B. als Strohleichtlehm.
- **Lehmschüttung** dient, vermischt mit Zuschlagstoffen, zur Verfüllung waagerechter Bauteile oder Hohlräume.
- **Lehmsteine** werden zu tragenden oder nicht tragenden Bauteilen verarbeitet.
- **Lehmbauplatten** werden als Wand- oder Deckenbekleidungen, als Trennwände, in Dachschrägen und im Fußboden- oder Deckenaufbau eingesetzt.
- **Lehmmörtel** werden zum Vermauern, zur Ausfachung, zur Erstellung von Vorsatzschalen und als Deckenfüllung eingesetzt.
- **Lehmputze** werden mit pflanzlichen Fasern gemischt und im Innenbereich verwendet. Aufgetragen werden kann Lehmputz auf fast allen Untergründen.

## VORTEILE

- Lehm ist energiesparend bei der Gewinnung und der Verarbeitung.
- Lehmmaterialien können bei Abbruch neu verwendet werden.
- Lehm ist nicht brennbar.
- Lehm schafft ein angenehmes ausgeglichenes Raumklima.
- Lehm lässt sich leicht nacharbeiten und ausbessern.
- Lehmbauten überdauern bei fachgerechter Verarbeitung und Pflege Jahrhunderte.
- Lehm kann mit bloßen Händen verarbeitet werden.

## NACHTEILE

- Lehm verliert bei Durchfeuchtung seine Festigkeit, er ist deshalb bei aufsteigender Feuchtigkeit und für bewitterte Außenwände nicht geeignet.
- Lehm hat eine geringe Zugfestigkeit – entsprechende konstruktive Maßnahmen und Zuschlagstoffe sind daher notwendig.
- Die Trocknungszeiten von Lehmbauteilen sind stark witterungsbedingt, die Bauzeiten daher schwer kalkulierbar.
- Lehm ist im feuchten Zustand frostempfindlich.

### MEHR WISSEN

OEKO-ZENTRUM-LEHMBAUSTOFFE: [tinyurl.com/hjabb8v](https://tinyurl.com/hjabb8v)

LEHMBAUSTOFFE: [tinyurl.com/zehcvjs](https://tinyurl.com/zehcvjs)



VIDEO:  
 BAUEN MIT LEHM

[tinyurl.com/z22epew](https://tinyurl.com/z22epew)



VIDEO: LEHMBAUTECHNIKEN  
 UND NATURBAUSTOFFE

[tinyurl.com/go6k4od](https://tinyurl.com/go6k4od)



## AUFGABE

Für den Neubau eines Einfamilienhauses soll eine nichttragende Innenwand mit einer Wanddicke von 24 cm errichtet werden. Sie soll durch ihre Masse als thermisches Speicherelement dienen.



Stampflehmwand im Neubau der Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe (FNR)

## HANDLUNGSZIELE

- Erstellen Sie einen Arbeitsablauf zur Errichtung einer nichttragenden Innenwand – aus Stampflehm bzw. – aus Strohlehm.
- Vergleichen Sie jeweils die Arbeitsschritte und den Arbeitsaufwand für die beiden Baustoffe.
- Skizzieren Sie jeweils einen Querschnitt der Wand.
- Benennen Sie die einzelnen Bauteile.
- Erstellen Sie eine Übersicht über die notwendigen Materialien und Hilfsmittel für die Errichtung der jeweiligen Trennwand.

### INFORMATIONSQUELLEN



 LEHMBAU INFO:  
VERBRAUCHER-  
INFORMATION

[tinyurl.com/zwxku43](http://tinyurl.com/zwxku43)



 LEHMBAUSTOFFE

[tinyurl.com/j3z9agw](http://tinyurl.com/j3z9agw)



 STAMPFLEHMWAND

[tinyurl.com/j5lckyt](http://tinyurl.com/j5lckyt)

## AUFGABE

Ihre Aufgabe ist es, in einer Projektgruppe gemeinsam mit Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern eine Ausstellung zu den Themen **Ressourcenschutz, Klimaschutz** und **Nachhaltigkeit** vorzubereiten.

## INFOBRIEF: DER LEBENSZYKLUS VON BAUSTOFFEN UND DEREN FOLGEN FÜR MENSCH UND UMWELT

### HANDLUNGSZIELE

Erstellen Sie mithilfe von recherchierten Fachtexten in arbeitsteiliger Gruppenarbeit eine Übersicht über den Lebenszyklus der Baustoffe Beton, Holz und Lehm. Nutzen Sie dazu die Aufgabenstellungen auf den unten angegebenen Arbeitsblättern.

- Vergleichen Sie in der Expertenrunde die bearbeiteten Baustoffe.
- Formulieren Sie einen Infobrief, in dem Sie die Vor- und Nachteile der Baustoffe gegenüberstellen. Treffen Sie eine Empfehlung zur Stoffauswahl.
- Beachten Sie bei der Bearbeitung vor allem auch die Themen Ressourcenschutz, Klimaschutz und Nachhaltigkeit.
- Präsentieren Sie Ihren Infobrief der Klasse.

## MATRIX ZUR BEWERTUNG DER BAUSTOFFE

	Beton	Holz	Lehm
Rohstoffgewinnung			
Herstellung Baustoff			
Transport			
Verwendung			
Lebensdauer			
Schadstoffgehalt			
Wiederverwertbarkeit			
Abfall			



### INFORMATIONSQUELLEN

ARBEITSBLÄTTER ZUM PROJEKT „MEIN HAUS, MEIN PLANET UND ICH“:  
 Blatt 6: Lebenszyklus von Beton  
 Blatt 7: Lebenszyklus von Lehm  
 Blatt 8: Lebenszyklus von Holz

FU BERLIN, DIDAKTIK DER PHYSIK,  
 PROJEKT SONNENTALER:  
[www.sonntaler.net](http://www.sonntaler.net)  
 > Suche: Baustoffe



VOR- UND NACHTEILE  
 VON ÖKOLOGISCHEN BAU-  
 STOFFEN BZW. NAWARO

[tinyurl.com/z6uftub](http://tinyurl.com/z6uftub)



NUTZUNGSDAUER  
 VON BAUTEILEN

[tinyurl.com/z58rau9](http://tinyurl.com/z58rau9)



UMWELTEFFEKTE  
 VON BETON

[tinyurl.com/j9ny7sk](http://tinyurl.com/j9ny7sk)

## AUFGABE

Testen Sie Ihr Wissen!

1. Was zeichnet Baumaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen aus?  
Nennen Sie drei Charakteristika, die Ihnen besonders wichtig erscheinen.

---

---

---

2. Der Baustoff Holz ist von besonderer Bedeutung für ein umweltbewusstes Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen. Nehmen Sie zu dieser Aussage Stellung.

---

---

---

3. Was kennzeichnet Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen?

---

---

---

4. Bewerten Sie die Baustoffe Beton/Zement, Stahl, Aluminium, Mauerstein hinsichtlich der Faktoren Rohstoffverfügbarkeit, Energieeinsatz, Abfallaufkommen.

---

---

---

5. Erläutern Sie die wesentlichen Merkmale des nachhaltigen Bauens.

---

---

---

# AUFGABE

Sie planen Ihr Eigenheim und möchten dafür möglichst viel Naturmaterialien verwenden. Welche Materialien wählen Sie? Tragen Sie in die Zeilen die zugehörigen Informationen ein.

## KONSTRUKTION

---

---

---

---

---

---

---

## DÄMMUNG

---

---

---

---

---

---

---

## DACH

---

---

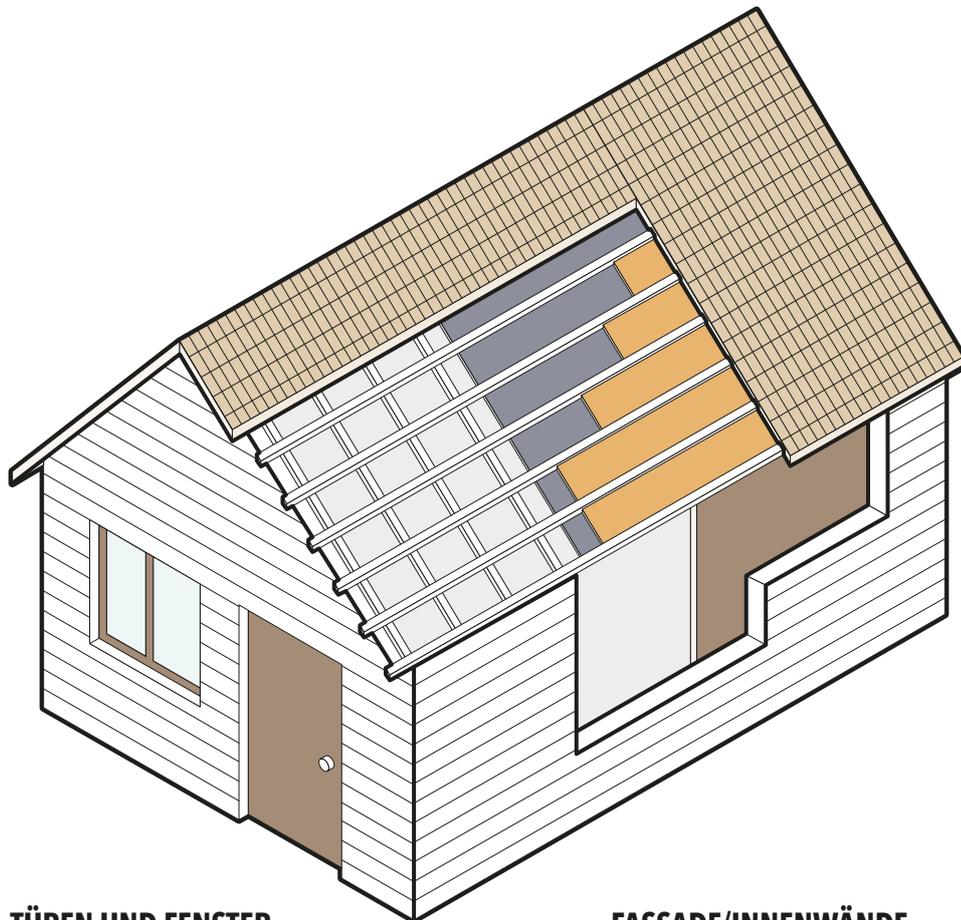
---

---

---

---

---



## TÜREN UND FENSTER

---

---

---

---

---

---

---

## FASSADE/INNENWÄNDE

---

---

---

---

---

---

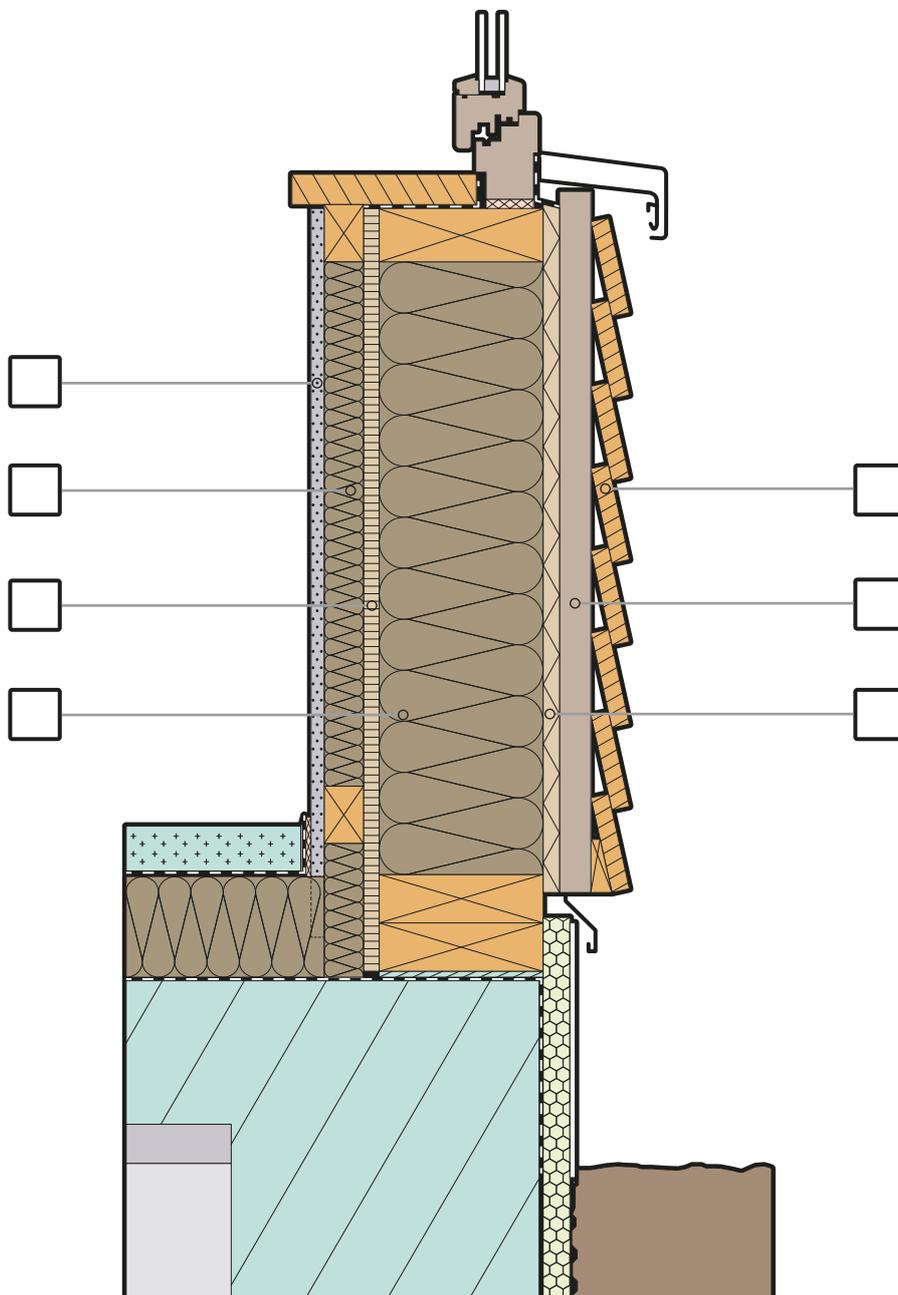
---

## AUFGABE

Ordnen Sie die Nummern der Baustoffe jeweils der richtigen Stelle zu.

### AUFBAU EINER AUSSENWAND

- 1 Mitteldichte Faserplatte als Winddichtung
- 2 Holzschalung als Fassadenbekleidung
- 3 Installationsebene mit Wärmedämmung
- 4 Traglattung
- 5 Holzrahmenkonstruktion mit hohlraumfrei eingebrachter Wärmedämmung
- 6 OSB-Platte zur Aussteifung, als Dampfbremse sowie als Luftdichtung
- 7 Gipskartonplatte



# Zugfestigkeit von Holz

Die Druckfestigkeit oder Zugfestigkeit von Holz lässt sich nicht pauschal angeben. Von Bedeutung ist hier nämlich, ob das Werkstück in Faserrichtung, tangential oder radial belastet wird. Mit einem Furnierstück lässt sich zeigen, dass Holz in Faserrichtung eine wesentlich höhere Zugfestigkeit aufweist als quer zur Faserrichtung. In diesem Versuch wird an ein Furnierstück ein Eimer angehängt. Der Eimer wird so lange mit Wasser befüllt, bis das Furnierstück reißt. Die enorme Zugfähigkeit von Holz in Faserrichtung wird dabei sehr anschaulich.

## **i** ZIEL DES VERSUCHES

Feststellung der unterschiedlichen Zugfestigkeiten von Holz in Faserrichtung und quer zur Faser.

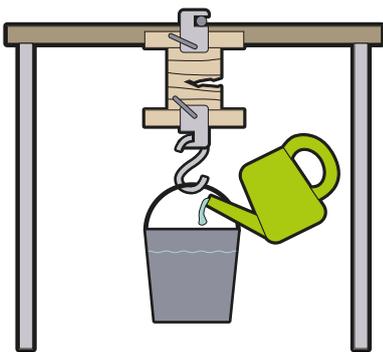
## **i** HINWEIS

Bei einer normalen Holzlatte würde eine so starke Zugkraft gebraucht, dass ein Eimer Wasser nicht ausreicht. Das Furnierstück besitzt an der Oberseite nur eine sehr dünne Holzschicht, dadurch reicht die Zugkraft weniger Liter Wasser aus.

## **i** GERÄTE UND MATERIALIEN

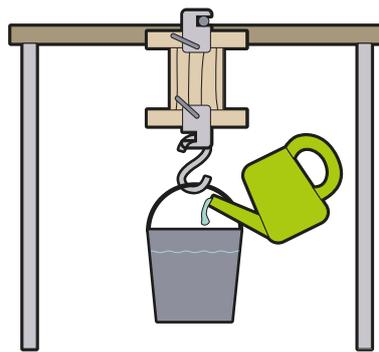
- mehrere Furnierstücke
- Stativstange, Schraubzwinde
- Metallhaken, zwei Muffen
- kurze Leistenstücke
- zwei Wassereimer, Gießkanne
- Schere

## VERSUCHSAUFBAU UND DURCHFÜHRUNG



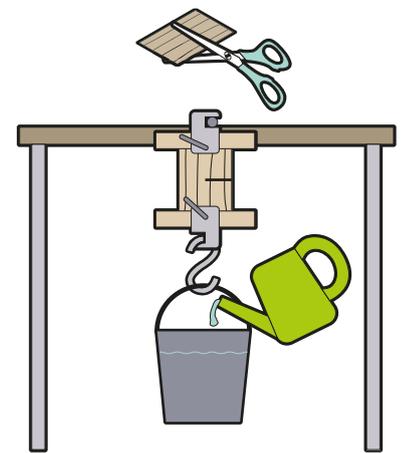
### 1.

Zunächst wird das Furnierstück so eingebaut, dass es quer zur Faser belastet wird. Nun wird der Wassereimer so lange befüllt, bis das Furnierstück reißt. Dies sollte relativ zügig erfolgen.



### 2.

Anschließend wird das Furnierstück so eingebaut, dass die Belastung in Faserrichtung erfolgt. Jetzt ist es kein Problem, den Eimer vollständig zu befüllen. Das Furnierstück hält.



### 3.

Der Eimer wird wieder geleert. Mit einer Schere wird das Furnierstück nun in der Mitte eingeschnitten. Der Versuch wird wiederholt. Sollte das Furnierstück nicht reißen, wird dieser Vorgang wiederholt.

Da Holz in Faserrichtung sehr hohe Zugkräfte aufnehmen kann, wird das Furnierstück erst reißen, wenn es sehr weit eingeschnitten ist. Selbst wenn das Furnierstück nur noch wenige Millimeter breit ist, hält es. Holz hat in Faserrichtung eine enorme Zugfestigkeit. Quer zur Faser ist die Zugfestigkeit dagegen deutlich geringer. Anhand der Versuchsergebnisse lässt sich abschätzen, um welchen Faktor die Zugfähigkeit in Faserrichtung größer ist als in tangentialer Richtung.

# Druckfestigkeit eines Strohalm- bündels

Ein Strohalm-bündel lässt sich in Längsrichtung stärker belasten als quer zur Strohalmrichtung. Da die Zellstruktur von Holz gewisse Ähnlichkeiten mit dem hier dargestellten Strohalmmodell aufweist, sind die Ergebnisse dieses Versuchs auch auf Holz übertragbar.

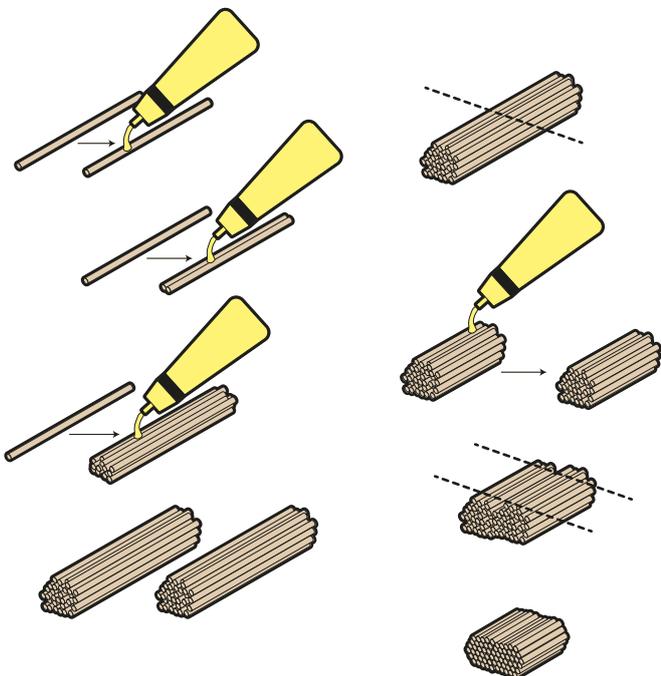
## **i** ZIEL DES VERSUCHES

Es soll dargestellt werden, dass ein Strohalm-bündel quer zur Faser eine geringere Druckfestigkeit aufweist als in Faserrichtung.

## **i** MATERIAL



## VERSUCHSAUFBAU UND DURCHFÜHRUNG

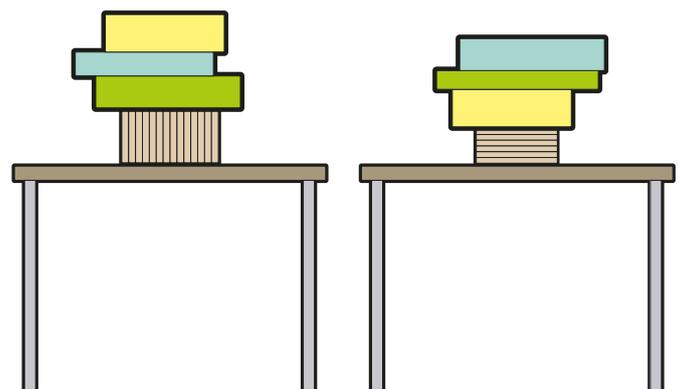


**1.**

Es wird ein „Quader“ aus ca. 7 cm langen Strohhalmen zusammengeklebt. Vorteilhaft ist es, gleich zwei dieser Quader herzustellen. Es dauert nämlich einige Zeit, die Strohhalme miteinander zu verkleben.

**2.**

Wichtig ist, dass zwei plane parallele Flächen entstehen. Die Strohhalme werden zunächst auf 9 cm Länge gekürzt und dann zusammengeklebt. Anschließend mit dem Styrocutter zwei plane Flächen schneiden.



**3.**

Der Quader wird auf einen Tisch gestellt, so dass die Strohhalme senkrecht stehen. Nun wird der Quader mit einigen Büchern belastet. Man stellt fest, dass der Quader überraschend viele Bücher tragen kann.

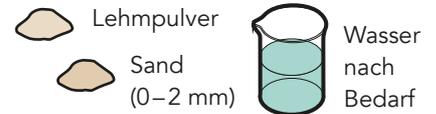
**4.**

Das Strohalm-bündel wird jetzt auf die Seite gelegt, so dass die Strohhalme parallel liegen. Das Strohalm-bündel wird dann wiederum mit Büchern belastet. Was ist dabei festzustellen?

# Prüfung von Baulehm

Lehm weist je nach Fundort unterschiedliche Eigenschaften auf. Spricht man von magerem oder fettem Lehm, bezieht sich diese Aussage auf den Tongehalt des Lehms.

## ZUTATEN



## MATERIALIEN



## VERSUCHSAUFBAU UND DURCHFÜHRUNG

### 1.

In jedem der drei Gefäße wird Lehm-pulver in Wasser aufgeschlämmt. Gefäß 1: Lehm/Sand 3:1, Gefäß 2: Lehm/Sand 2:1, Gefäß 3: Lehm/Sand 1:1

### 2.

Geben Sie so viel Wasser zu, dass sich die Mischung noch zu einer Kugel formen lässt. Nasser Sand braucht deutlich weniger Wasser als trockener Sand.

## VERSUCH 1

### Riuchversuch

Es wird der Geruch aller drei Gefäßinhalte verglichen. Riecht die feuchte Mischung nach Humus, ist dies ein Hinweis auf organische Bestandteile und diese Mischung ist als Baulehm unbrauchbar. Notieren Sie Ihre Beobachtungen.

## VERSUCH 2

### Kugelformprobe zur Einschätzung der Bindekraft

Aus der Mischung werden je Gefäß zwei Kugeln ( $\varnothing$  ca. 5 cm) geformt. Fetter Lehm klebt beim Formen an den Händen. Ein zu magerer Lehm lässt sich nicht formen. Lassen Sie die Kugeln aus einer Höhe von 1,30 bis 1,60 m auf eine flache, möglichst glatte Oberfläche fallen.

#### **Aufprall-Kugel zeigt keine oder kaum**

**Risse:** Fetter, sehr tonhaltiger Lehm, der als Baulehm abgemagert werden muss und intensive Aufbereitung erfordert.

**Aufprall-Kugel zeigt Risse, hält aber die Form:** Lässt sich als Baulehm meist für alle Verwendungszwecke einsetzen.

**Aufprall-Kugel zeigt Risse und Absprengungen:** Geeignet für Lehm-mörtel und Lehmsteine. Für die Herstellung von Hanf-/Holzlehm muss die Bindekraft mit Fertig-Lehmpulver erhöht, d. h. der Lehm muss etwas fetter eingestellt werden.

**Aufprall-Kugel zerfällt völlig:** Sehr sandiger und damit magerer Lehm, der mit Fertig-Lehmpulver zu Lehm-mörtel verarbeitet werden oder als Deckenfüll-Lehm eingesetzt werden kann.

## VERSUCH 3

### Schneidversuch und optische Bewertung

Je Gefäß wird eine Kugel mit dem Messer zerschnitten. Eine glänzende Schnittfläche weist auf fetten Lehm hin, eine stumpfe auf geringe Bindekraft. Notieren Sie die Beobachtungen.

**Hellbraun, ocker bis gold-gelb, keine/kaum Steine sichtbar:** In der Regel Lößlehm, der sich gut zu Lehmschlämme verarbeiten und als Baulehm allgemein gut verwenden lässt.

**Braun, keine/kaum Steine sichtbar:** Sofern andere Prüfungen (Geruch, Kugel) nicht auf hohe Humusanteile und/oder Mutterboden hinweisen, ist dieser Lehm als Baulehm gut geeignet.

**Bläulich, hellgrau, fett glänzende Stellen erkennbar:** Fetter Lehm mit hohem Tonanteil. Schwer zu Lehmschlämme zu verarbeiten. Muss für fast alle Anwendungen abgemagert werden. Hoher Arbeitsaufwand.

**Weißlich, hoher Kalkgehalt im Lehm:** Wenig Bindekraft, daher als Baulehm ungeeignet.

# Herstellung von Lehmputz

Lehmputze sind eine Mischung von Sand und Lehm (Bindemittel). Diese Mischung wird je nach Bedarf mit faserigen Zuschlagstoffen (Strohhäcksel, Hanffasern etc.) versetzt. Lehmputze lassen sich relativ leicht mit einem Mischer oder einem Handrührgerät selbst herstellen.



## HINWEIS

1. Versuchen Sie verschiedene Mischungsverhältnisse von Lehm und Sand und vergleichen Sie die Verarbeitbarkeit und Haftung der Putze.

### Lehmpulver/Sand 1:1., 1:2, 1:3

2. Tragen Sie die Putze auf verschiedene Träger auf: Mauerwerk, Holzfaserplatte, Gipsfaser- oder Lehmbauplatte.
3. Probieren Sie unterschiedliche Werkzeuge: Rolle, Quast, Kelle oder Spachtel.

## VERSUCHSAUFBAU UND DURCHFÜHRUNG

### LEHMUNTERPUTZ (Ausgleich von unebenen Wänden)

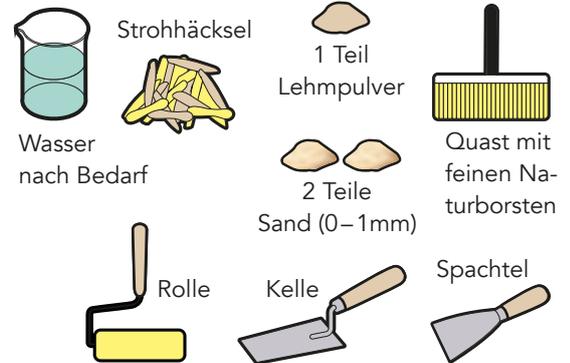
Die Mischung am besten einen Abend vorher herstellen, damit sie gut durchsumpft. Dadurch wird das Stroh geschmeidiger und der Lehm entfaltet seine volle Klebkraft.

Putzstärke: ca. 1 bis 2 cm

Ergiebigkeit: 1 Sack Lehmpulver (25 kg) ergibt ca. 55 l fertige Mischung (entspricht 5,5 m<sup>2</sup> Lehmunterputz in 1 cm Stärke). Dazu wird ca. 625 g Strohhäcksel (grob) benötigt.



## ZUTATEN UND MATERIALIEN



### 1.

Das Lehmpulver in Wasser aufschlämmen, gut durchrühren, dann Sand dazugeben, zum Schluss die Strohhäcksel hinzufügen.

### 2.

Wasserzugabe nach Bedarf, so dass die Mischung „gut von der Kelle geht“. Wassermenge vorsichtig dosieren – je nach Feuchtigkeit des Sands.

### 3.

Bevor der Lehmunterputz aufgetragen wird, muss die Mischung noch einmal kräftig durchgerührt werden.

### 4.

Putzuntergrund: staubige oder bröselige Wände abfeigen, gut annässen, eventuell mit Lehmschlämme (Lehmpulver in Wasser gerührt) einstreichen.

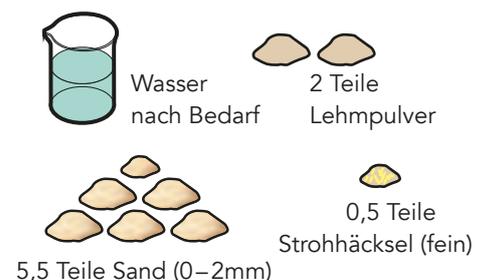
### LEHMOBERPUTZ (Endschicht)

Putzstärke: ca. 0,5 bis 1 cm. Feinere Putzstärken sind möglich, wenn man mit fein gesiebtem Sand oder mit Quarzsand aus der Tierhandlung/Baumarkt arbeitet.

Ergiebigkeit: 1 Sack Lehmpulver (25 kg) ergibt ca. 63 l fertige Mischung (= 6,3 m<sup>2</sup> Lehmoberputz in 1 cm Stärke). Dazu wird ca. 500 g Strohhäcksel (fein) benötigt.



## ZUTATEN



### 1.

Mischung herstellen wie beim Lehmunterputz.

### 2.

Das Stroh kann auch durch Sand ersetzt werden.

### 3.

Oberputz erst auftragen, wenn Unterputz trocken ist!

### 4.

Den Putzuntergrund leicht mit Wasser vornässen.

# Ausfachung von Fachwerkwänden

Unter Ausfachungen wird das Ausfüllen von Fachwerkwänden mit Lehmbaustoffen verstanden. Dabei werden in die Gefache Wickelstaken – mit Strohlehm umwickelte Holzleisten, (auch Weller genannt) – oder Geflechte gebracht. Die Staken oder Geflechte werden mit Lehm beworfen/verfüllt.



## ZUTATEN

Lehmgemisch, Stroh, Weidenruten, Holzleisten



## MATERIALIEN

Gefäß zum Anrühren des Lehmgemisches, 2 Holzrahmen ca. 1 m x 1 m (Innenbreite ca. 10 cm), Kelle, Reibebrett, Beil, Stechbeitel, Hammer, Messer, Säge

## VERSUCHSAUFBAU UND DURCHFÜHRUNG

### 1.

Holzleisten und Weidenruten auf Länge schneiden, so dass diese hochkant in den Rahmen passen.



Einbau Sprickelwerk. Wird im Anschluss mit Strohlehm beworfen und verputzt.

### 2.

Im Holzrahmen oben und unten jeweils eine Nut stemmen und die Weidenruten bzw. Holzleisten dort einsetzen.



Einbau Staken für Lehmwickel

### 3.

Stroh zu einem Bündel zusammendrücken und mit dem Lehmgemisch bestreichen. So erhält man einen Lehmwickel.



Einbau der Lehmwickel (3 Schichten)

### 4.

Die Lehmwickel um die Staken bzw. Weidenruten wickeln und weiter mit Lehm bestreichen.



Einbau der Lehmwickel

### 5.

Die letzte Schicht mit Kreuzschnitt aufrauen.



Kreuzschnitt, Oberfläche wird aufgeraut.

### 6.

Letzte Schicht zum Schluss mit Lehmgemisch verputzen und vorsichtig abreiben.



Oberflächengestaltung: Glattziehen des Lehmputzes mit Kelle

HINWEIS: Die Länge der Holzleisten bzw. Weidenruten muss 4 cm größer sein als das lichte Innenmaß!

# Herstellung von Kaseinfarbe

Kaseinfarbe ist ein altes bewährtes Anstrichmittel. Wie bei den anderen Farben auch, werden auch hier das Bindemittel (Kasein), Wasser (Lösungsmittel) und Farbstoff (Pigment) miteinander gemischt. Kaseinfarben sind sehr haltbar und für das Streichen von Wänden geeignet. Lange bevor es die chemischen Farben gab, wurden auf diese Weise Wandfarben hergestellt. Kasein ist ein Eiweiß der Kuhmilch und ein natürliches, organisches Bindemittel. Um einen Befall mit Bakterien und Pilzen zu verhindern, fügt man Kaseinfarben häufig ein Konservierungsmittel wie Soda hinzu. Einen guten Schutz bietet auch der Einsatz von Kalk.

## **i** ZUTATEN

- 500 g Magerquark
- Soda
- Farbpigmente in Pulverform (Kreide, Siena, Ultramarin)
- Leinöl

## **i** GERÄTE

- Rührschüssel oder Kochtopf (mindestens 2 Liter)
- Kochlöffel, Esslöffel
- leere Marmeladengläser
- Brief- oder Küchenwaage
- Küchenquirl

## **i** HINWEIS

Die Mengenangaben sind nur als Näherung gedacht. Probieren Sie mit weniger Zutaten verschiedene Mischungen aus!

## VERSUCHSAUFBAU UND DURCHFÜHRUNG

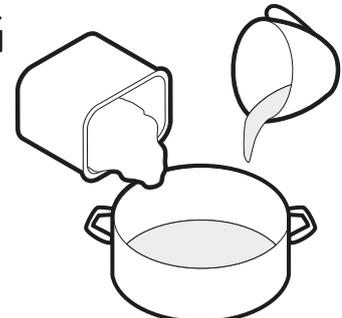
### Herstellung Kaseinleim

**1.**



Einen Esslöffel Soda in einer Tasse mit heißem Wasser auflösen und das Ganze anschließend 20 min. abkühlen lassen.

**2.**



Den Quark in die Rührschüssel/Kochtopf geben und die Soda-Lösung dazugeben. Rühren, bis sich eine gleichmäßige Creme (Kaseinleim) gebildet hat. Die Mischung ca. 60 min. ruhen lassen. Anschließend nochmals durchrühren.

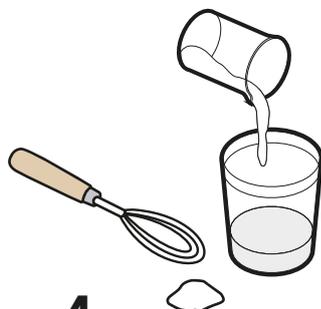
### Herstellung Kaseinfarbe

**3.**



Jeweils 50 g der Creme auf mehrere leere Marmeladengläser aufteilen.

**4.**



Anschließend 70 g Kreide abwiegen und in 25 ml Wasser auflösen. Die Lösung in ein Glas geben und mit dem Quirl verrühren. Mit der Zugabe von Kreide erhält man deckendes Weiß.

**5.**



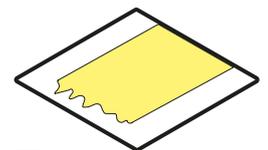
Eine Messerspitze Farbpigment in etwas warmem Wasser auflösen, in ein Glas mit Kaseinleim geben und gut unterrühren. Falls der Farbton zu schwach ausfällt, weiteres Farbpulver dazugeben.

**6.**



Damit die Farben beständig auf dem Untergrund haften, fügt man zur fertigen Kaseinfarbe einige Tropfen Leinöl hinzu. Mit den selbst hergestellten Farben wird Pappe oder Papier bemalt.

**7.**



Vergleichen Sie die Farben mit und ohne Leinölzusatz, indem Sie Holzbrettchen anstreichen und in die Sonne stellen.

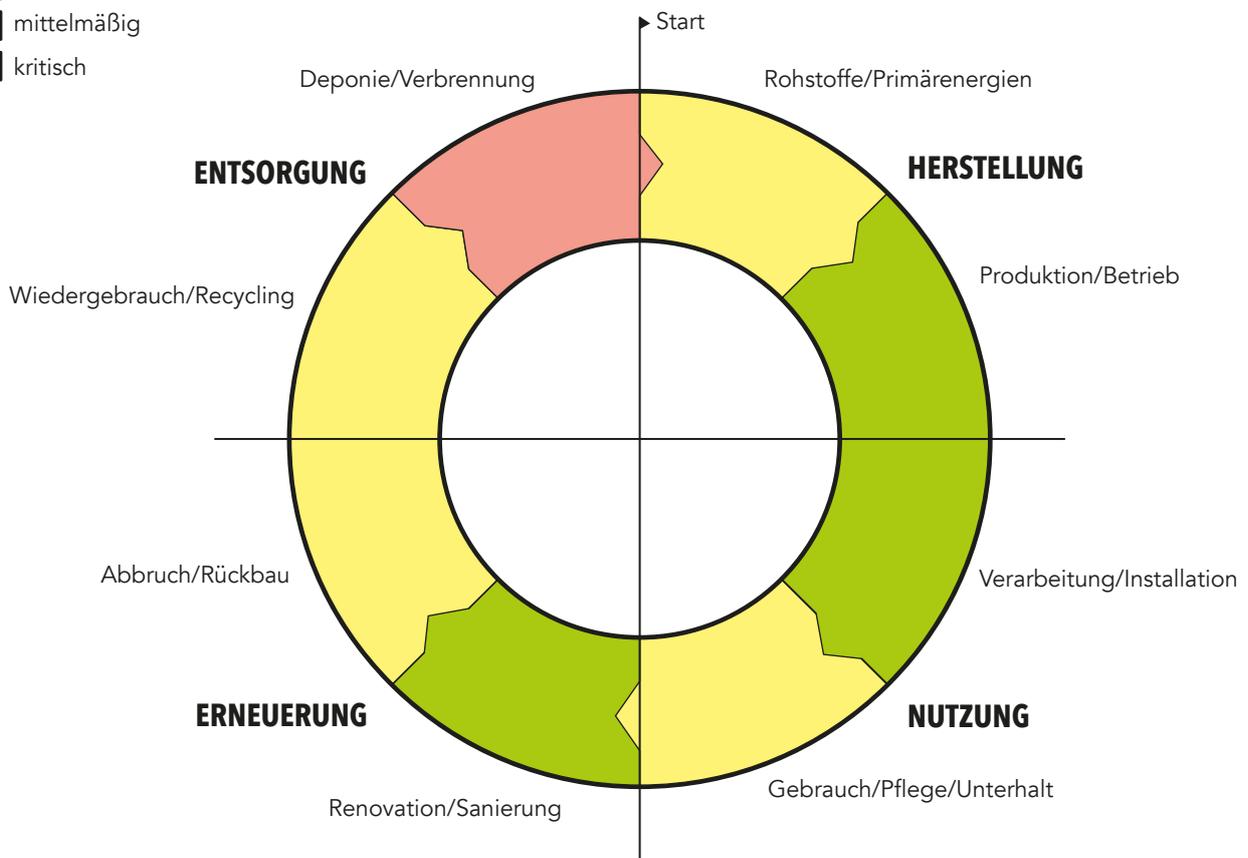
# Was ist eine Ökobilanz?

Eine Ökobilanz kann für alle Produkte in allen Branchen erstellt werden und betrachtet den ganzen Lebenszyklus "Von der Wiege bis zur Bahre". Produkte werden so ökologisch bewertbar und vergleichbar. Jedes Produkt, jeder Baustoff, jede Energieform belastet durch die Herstellung, Nutzung und Entsorgung die Umwelt. In welchem Maße, darüber geben die Ökobilanzen Aufschluss.

Der Lebenszyklus ist in vier Hauptschritte unterteilt, wovon jeder zwei Zyklusschritte beinhaltet.

## ÖKOBILANZ

- sehr gut
- mittelmäßig
- kritisch



Wenn ein Produkt bewertet wird, betrachtet man die Umweltbelastung, den Ressourcenverbrauch, die Energieart und die Energiemenge. Je nach Ökobilanzsystem werden auch die gesundheitlichen Auswirkungen auf Menschen, Tier- und Pflanzenwelt untersucht. Diese Berechnungen sind sehr komplex und schwierig und können nur von Ökobilanz-Spezialisten durchgeführt werden. Ökobilanzen können auch für Stoffe wie Verpackungen, Lebensmittel, Kleidung usw. erstellt werden.

Quelle: <http://www.gesundes-haus.ch>

## MEHR WISSEN

ÖKOBILANZEN IM ÜBERBLICK: [tinyurl.com/gvxzdtx](http://tinyurl.com/gvxzdtx)

ÖKOBILANZ - BAUSTOFFE: [tinyurl.com/ht4wf37](http://tinyurl.com/ht4wf37)



ÖKOBILANZ -  
WÄRMEDÄMMSTOFFE  
[tinyurl.com/z8rhm96](http://tinyurl.com/z8rhm96)



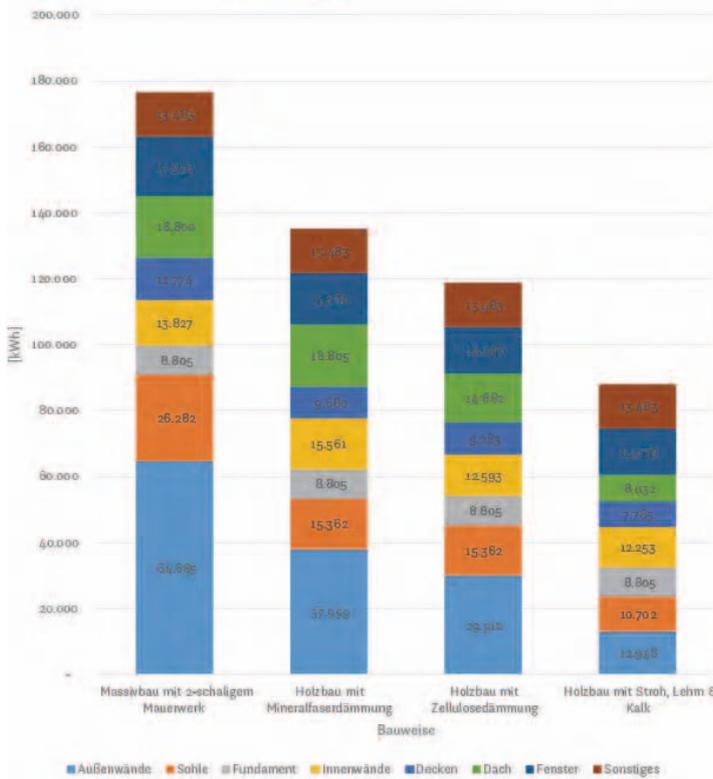
ÖKOBILANZ -  
PUTZ UND MÖRTEL  
[tinyurl.com/go2ekm9](http://tinyurl.com/go2ekm9)

# Ökologischer Vergleich von Bauweisen

Wer sich konsequent für ökologische Baustoffe entscheidet, schützt das Klima und schont die Umwelt. Dies zeigt ein Vergleich der Ökobilanz für die Herstellung eines durchschnittlichen zweigeschossigen Einfamilienhauses.

## PRIMÄRENERGIEBEDARF

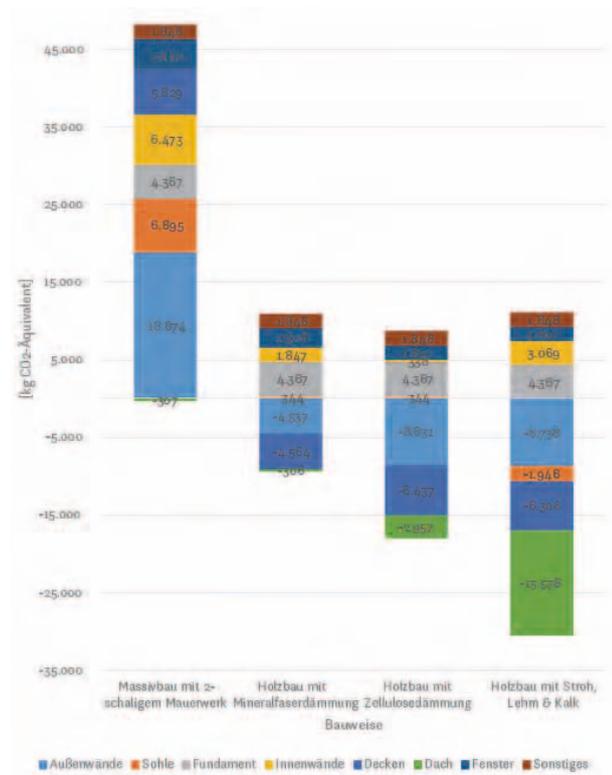
in kWh



Quelle: Oekoplus AG/Dirk Schamer (2015)

## TREIBHAUSPOTENZIAL

in kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent



Bauweise/ Bauteil	Herkömmlicher Mauerwerksbau	Holzbau mit Mineralfaser, OSB & Gips	Holzbau mit Zellulose, OSB & Gips	Holzbau mit Stroh, Lehm & Kalk
<b>Außenwände</b>	zweischaliges Mauerwerk aus gebranntem Klinker, Mineralfaserdämmung und einer Kalksandstein-Innenschale	Bohlenständerwerk, Mineralfaserdämmung, OSB- und Gipsplatten innen und verputzte Holzfaserdämmplatten außen	Bohlenständerwerk, Zellulosedämmung, OSB- und Gipsplatten innen und verputzte Holzfaserdämmplatten außen	Bohlenständerwerk, Strohdämmung, Lehmputz innen, Kalkputz außen
<b>Sohle</b>	Stahlbeton	Stahlbeton	Stahlbeton	Schotter mit 4 cm Betonauflage
<b>Streifenfundamente</b>	Stahlbeton	Stahlbeton	Stahlbeton	Stahlbeton
<b>Innenwände</b>	Kalksandstein, kalkverputzt	Trockenbau mit Mineralfaserdämmung, Gipsplatten	Trockenbau mit Zellulosedämmung, Gipsplatten	Lehmsteine, lehmverputzt
<b>Decke</b>	Stahlbeton, Mineralfaser, Betonestrich, Fliesen in Bädern ansonsten überall Holzböden	Holzbalken, OSB, Kiesschüttung, Fliesen in Bädern ansonsten überall Holzböden	Holzbalken, Bretter, Kiesschüttung, Fliesen in Bädern ansonsten überall Holzböden	Holzbalken, Bretter, Kiesschüttung, Fliesen in Bädern ansonsten überall Holzböden
<b>Dach</b>	Sparrendach, Mineralfaserdämmung, Tonziegel	Sparrendach, Mineralfaserdämmung, Tonziegel	Sparrendach, Zellulose, Tonziegel	Sparrendach, Strohdämmung, Holzschindeln
<b>Fenster</b>	Kunststoff, 3-fach verglast	Holz-Alu-Fenster, 3-fach verglast	Holz, 3-fach verglast	Holz, 3-fach verglast
<b>Energiebedarf</b>	<b>176.610 kWh</b>	<b>135.239 kWh</b>	<b>118.854 kWh</b>	<b>79.249 kWh</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Bilanz</b>	<b>47.923 kg</b>	<b>1.505 kg</b>	<b>-9.318 kg</b>	<b>-19.476 kg</b>

Quelle: Oekoplus AG/Dirk Schamer (2015)

# Ökobilanzberechnung

## ENERGIEEINSATZ

Das Einfamilienhaus mit einem maximalen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen benötigt für seine Herstellung etwa nur halb so viel nicht erneuerbare Primärenergie wie das herkömmlich erstellte Einfamilienhaus. Dies entspricht einer Beheizung des Hauses von über 100 Jahren mit regenerativen Energien.

## KLIMASCHUTZ

Im Vergleich zur herkömmlichen Bauweise belastet der Bau eines Einfamilienhauses mit einem maximalen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen das Klima wesentlich weniger, da deutlich weniger klimaschädliche Gase (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) emittiert werden.

## ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZBERECHNUNG

- Ein konventionelles Haus mit zweischaligem Mauerwerk und Stahlbetondecken benötigt über 180.000 kWh nicht erneuerbare Primärenergie beim Bauprozess.
- Ein gleich gut gedämmtes Gebäude mit Holzrahmenbau und Zellulose-Dämmung verbraucht unter 120.000 kWh nicht erneuerbare Primärenergie.
- Ein strohgedämmtes Gebäude verbraucht dagegen weniger als 90.000 kWh.

Der Unterschied im Energieverbrauch bei der Gebäudeerstellung ist erheblich. Schlecht schneiden vor allem gebrannte Ziegel, Stahlbeton, Mineralwolle, PVC und Polystyrol ab, während Holz, Zellulose, Hanf, Lehm oder Stroh sehr gut abschneiden.

Bei der Berechnung der klimaschädlichen Auswirkungen des Bauprozesses ist ebenfalls ein sehr großer Unterschied in den Bauweisen festzustellen. Während ein konventionelles Haus bis auf den Dachstuhl aus Holz fast nur aus Baustoffen besteht, die das Klima belasten, wird bei Häusern, die weitgehend mit Naturbaustoffen gebaut werden, sogar CO<sub>2</sub> im eingebauten Holz, der Zellulose oder dem Stroh eingelagert.

## NACHHALTIGES BAUEN IST DIE ZUKUNFT DES BAUENS

Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung, auf das sich die Weltgemeinschaft auf der Gipfelkonferenz von Rio de Janeiro 1992 verständigt hat, ist ein universelles Prinzip, das die Zukunft der menschlichen Gesellschaft sichern soll. Vor dem Hintergrund einer fortschreitenden Schädigung der Ökosysteme und einer zunehmenden Ungleichheit zwischen den Völkern soll sich das Handeln in allen gesellschaftlichen Bereichen an den Kriterien der ökologischen Verträglichkeit und der sozialen Gerechtigkeit orientieren.

Das Prinzip einer nachhaltigen Entwicklung hat im Bauwesen eine besondere Bedeutung, da mit jeder Bautätigkeit tiefe Eingriffe in die natürliche Umwelt verbunden sind, große Mengen an Rohstoffen verarbeitet werden und die neu errichteten Bauwerke über einen langen Zeitraum bestehen, womit sie die Lebenswelt zukünftiger Generationen entscheidend mitbeeinflussen. Ein „nachhaltiges Bauen“ gewinnt durch gesetzliche Anforderungen und auch durch die Ansprüche verantwortungsbewusster Kunden zunehmend an Bedeutung.

In der Praxis führt dies zu einer kontinuierlichen Entwicklung neuer ressourcenschonender Werkstoffe, zu veränderten Konstruktionen und Arbeitstechniken. Kenntnisse und Fähigkeiten im Bereich des nachhaltigen Bauens sind daher nicht nur für Planer, sondern auch für die ausführende Ebene der Facharbeiterinnen und Facharbeiter von besonderer Relevanz, um die Bauaufgaben der Zukunft bewältigen zu können.

### **Performanzfelder des nachhaltigen Bauens**

Nachhaltiges und ressourcenschonendes Bauen zeigt sich in verschiedenen Geschäftsfeldern und Arbeitsprozessen, den sogenann-

ten „Performanzfeldern“ nachhaltigen Wirtschaftens. Häufig wird nachhaltiges Bauen in Verbindung gesetzt zu den Klimaschutzzielen und der Energieeffizienz von Gebäuden. Die Gebäudebewirtschaftung ist für fast 40 Prozent des gesamten Primärenergieverbrauchs und damit für den größten Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland verantwortlich. Dabei steht die Wärmenutzung im Mittelpunkt; ca. 77 Prozent des Energiebedarfs eines Gebäudes entfallen auf die Erzeugung der Raumwärme und ca. 12 Prozent auf die Erzeugung von Warmwasser. Die Steigerung der Energieeffizienz ist daher eine zentrale Aufgabe im Bauwesen. Der Sanierung bestehender Gebäude kommt dabei eine Schlüsselrolle zu, da es bei einer aktuellen Neubaurate von 1 Prozent theoretisch 100 Jahre dauern würde, bis alle Gebäude den aktuellen Energiestandards entsprechen.

Nachhaltigkeit beim Bauen bezieht sich aber nicht nur auf die Energieeffizienz der Gebäude. Bauen ist immer auch gekennzeichnet durch einen Verbrauch an Flächen und Rohstoffen. Außerdem fällt beim Rückbau von Gebäuden ein erhebliches Abfallvolumen an. Mehr als 60 Prozent des Abfallaufkommens in Deutschland gehen aktuell auf Bauabfälle zurück. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe und das Recycling von Baustoffen spielen daher im Bauwesen eine immer größere Rolle.

Ein weiterer bedeutsamer Aspekt des nachhaltigen Bauens ist die Vermeidung von Bauschäden. Bauwerke sind stets auf eine lange Lebensdauer angelegt. Diese Lebensdauer kann durch Bauschäden erheblich verringert werden. Außerdem führen Bauschäden häufig zu hohen Folgekosten und auch zur Einschränkung des Wohnkomforts.

Die Betrachtung der Performanzfelder zeigt, dass nachhaltiges Bauen nicht nur die Herstellungsphase, sondern den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks in den Blick nehmen muss. Bauplanung, Bauwerkserstellung, Nutzung und Rückbau sind die vier Phasen im „Leben“ eines Bauwerks. In allen Phasen ergeben sich Möglichkeiten zur Verringerung des Ressourcenverbrauchs:

- Bereits in der Phase der Planung eines Gebäudes werden wichtige Entscheidungen getroffen, z. B. zur Lage und Ausrichtung eines Gebäudes nach den Himmelsrichtungen, zu den verwendeten Werkstoffen oder zum Heizsystem.
- In der Phase der Bauwerkserstellung (oder auch der Gebäudesanierung) spielt die Ausführungsqualität der Konstruktion eine zentrale Rolle, z. B. die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle oder die Vermeidung von Wärmebrücken.
- In der Phase der Nutzung entscheidet vor allem das Verhalten der Bewohner über den Energieverbrauch, die Betriebskosten und die Lebensdauer von Bauteilen.

Schließlich kommt es in der Phase des Rückbaus darauf an, einen möglichst großen Anteil an Baustoffen wiederverwerten zu können, um Abfälle zu vermeiden.

Die Sensibilisierung für ein nachhaltiges, ressourcenschonendes Bauen und die Vermittlung entsprechender berufsbezogener Kenntnisse und Fähigkeiten sind aktuell besonders relevante Aufgaben der Aus- und Weiterbildung in der Bauwirtschaft. Wie einschlägige Studien belegen, besteht hier ein immenser Qualifizierungsbedarf.

### **Lernpsychologische und didaktische Aspekte**

Bei der Planung und Durchführung von beruflichen Lehr- und Lernprozessen, die auf ein nachhaltiges und ressourcenschonendes Bauen gerichtet sind, ist eine Orientierung an vier lernpsychologischen Kategorien hilfreich.

#### **Wahrnehmen**

Die nachhaltigkeitsrelevanten Aspekte des Bauens sind häufig sehr abstrakt. Die eingesetzte Energie bei der Baustoffherstellung, die CO<sub>2</sub>-Emissionen oder baubiologische Effekte sind kaum sinnlich wahrnehmbar. Abstrakte Größen, die nur indirekt über Tabellen, Diagramme o.ä. erschlossen werden können, werden im Wahrnehmungsprozess als weniger bedeutsam bewertet. Daher erscheint es geboten, in den Lernsituationen Möglichkeiten zur sinnlichen Wahrnehmung dieser abstrakten Zusammenhänge vorzusehen. Dies kann zum Beispiel über Experimente geschehen, die diese Zusammenhänge sichtbar und spürbar machen und so ein Lernen mit „Kopf, Herz und Hand“ ermöglichen.

#### **Wissen**

Zur beruflichen Handlungsfähigkeit beim nachhaltigen und ressourcenschonenden Bauen gehören fundierte Kenntnisse. Diese beziehen sich auf

- Kenntnisse zur Konstruktion (z. B. zur richtigen Lage der Dampfsperre bei der Dachdämmung),
- Kenntnisse zum Arbeitsprozess (z. B. zur Abfolge der Arbeitsschritte bei Sanierungsmaßnahmen),
- Kenntnisse zu den eingesetzten Werkstoffen (z. B. mögliche Gesundheitsgefahren, ökolog. Gütesiegel, Ökobilanz).

Es ist berufspädagogisch-didaktisch unstrittig, dass zum Erwerb beruflicher Handlungskompetenz solche Lehr- und Lernprozesse besonders geeignet sind, die das berufliche Handeln zum Ausgangspunkt des Lernens machen. Das bedeutet, dass reale oder realistische Arbeitsaufgaben - in der handwerklichen Ausbildung der Bauberufe sind dies üblicherweise Kundenaufträge - bearbeitet werden sollten.

Um solche Arbeitssituationen in Lernsituationen zu überführen, ist es notwendig, über den funktionalen Anwendungszusammenhang hinauszugehen und den transferfähigen Gehalt der Lerninhalte zu bestimmen. Dieses können grundlegende und exemplarische Inhalte sein (z. B. der Unterschied zwischen nachwachsenden und nicht nachwachsenden Rohstoffen) oder eine Ergänzung bautechnischer Inhalte um ökonomische, ökologische und soziale Aspekte (z. B. wirtschaftliche, ökologische und gesellschaftliche Effekte von Bauschäden).

### **Werten**

Eine an Kompetenzen orientierte Bildung beinhaltet, dass auch die Selbstkompetenz hinsichtlich der Entwicklung persönlicher Wertmaßstäbe in den Lehr- und Lernprozessen gefördert wird. Bauen im Zeichen des Nachhaltigkeitsparadigmas ist untrennbar mit der Frage nach der inter- und intragenerationellen Gerechtigkeit verbunden. Mit der Auswahl der Werkstoffe sind häufig globale Effekte verbunden und Bauen hat stets eine auf die Zukunft gerichtete Dimension.

Daher sollten auch die Auswirkungen bautechnischer Lösungen auf andere Regionen und zukünftige Generationen im Zusam-

menhang mit der beruflichen Qualifizierung behandelt werden. Das Ziel ist, die Urteilsfähigkeit der Lernenden als Voraussetzung für Partizipation und Mitgestaltung zu fördern.

Eine besonders geeignete Lernform, um dieses Ziel zu erreichen, besteht in der Auslösung von Normenkonflikten durch die Bearbeitung von Dilemmata. Ein solcher Konflikt (z. B. zwischen Kundenwunsch und ökologischer Verträglichkeit) bietet einen Anlass, sich über eine kontroverse Diskussion seiner eigenen Wertmaßstäbe zu vergewissern.

### **Wirken**

Durch die Auseinandersetzung mit realen oder realistischen Lern- und Arbeitsaufgaben soll vor allem sichergestellt werden, dass praxisbedeutsame Lerninhalte vermittelt werden und ein „Transfer von Wissen in Können“ gelingt.

In der konkreten Umsetzung und Anwendung des Gelernten zeigt sich die berufliche Handlungsfähigkeit. In lernpsychologischer Hinsicht ist es darüber hinaus wichtig, dass die Lernenden dabei ihre Selbstwirksamkeit erfahren, das heißt, dass sie ihren individuellen Beitrag zum ressourcenschonenden Bauen erkennen.

Daher sollte in die Auswertung eines Lern- und Arbeitsprozesses auch eine ökologische Bilanzierung, der gefundenen Lösungen erfolgen.

In diesem Zusammenhang ist auch die Dokumentation der neu erworbenen Kompetenzen wichtig, damit sich die Lernenden ihrer Handlungsfähigkeit und Wirkungsmöglichkeiten bewusst werden.

**Zur Nutzung des Aufbaumoduls „Nachwachsende Rohstoffe: Bauen und Baustoffe“**

Das vorliegende Aufbaumodul „Nachwachsende Rohstoffe: Bauen und Baustoffe“ ist nach den bewährten Prinzipien des Basismoduls „Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie“ konzipiert. Das bedeutet, dass es auch im Aufbaumodul keine festgelegte Reihenfolge der Lernmaterialien gibt, sondern aufgrund der modularen Struktur ein flexibler Einsatz möglich ist. Offenheit besteht auch gegenüber der Unterrichtsmethode. Die Unterlagen sind vor allem als Selbstlernmaterialien konzipiert; damit ist jedoch keine Vorentscheidung über das methodische Vorgehen oder die Sozialform des Unterrichts verbunden.

Auch ist bewusst darauf verzichtet worden, die Lernmodule auf einzelne Berufe und Lernfelder zu beziehen. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe ist als innovativer Lerninhalt in den Curricula der bauberuflichen Ausbildung bislang kaum verankert. Es lassen sich jedoch vielfältige Bezüge zu den Fachinhalten der Rahmenlehrpläne in den Hochbau- und Ausbauberufen sowie in verschiedenen Berufen des Baunebengewerbes (zum Beispiel Maler/in und Lackierer/in, Tischler/in) herstellen.

Die einzelnen Bausteine des Aufbaumoduls lassen sich wie schon beim Basismodul zu verschiedenen Unterrichtsarrangements kombinieren:

**Kopiervorlagen** fassen die wesentlichen Informationen zu einem Sachverhalt für die Lernenden auf einer DIN A-4-Seite zusammen. Dabei werden die Textpassagen durch lern- und motivationsfördernde Abbildungen aufgelockert.

**Arbeitsblätter** enthalten Aufgabenstellungen, die zu einer aktiven Auseinandersetzung mit einem Thema anregen. Darüber hinaus können sie auch zur Ergebnissicherung sowie zur Lernkontrolle genutzt werden.

**Versuche** leiten die Lernenden zur Durchführung eigener Experimente und Übungen an.

**Hintergrundinformationen** können je nach Bedarf und zur Verfügung stehenden Zeit zur Vertiefung der Inhalte genutzt werden.

Alle Materialien enthalten darüber hinaus Hinweise auf weiterführende Informationen in Form von Internet-Links oder QR-Codes. Sie ermöglichen die selbstständige Vertiefung der Inhalte durch die Lernenden.

