



Umweltbüro  
für Berlin-Brandenburg e.V.



# Alternative Baustoffe



**ubb e.V.**  
**Umweltbüro**  
**Berlin-**  
**Brandenburg**

Ueckermünder Str. 3  
10439 Berlin

Tel 030 4213700

030 4212328

Fax 030 4213700

[info@ubb.de](mailto:info@ubb.de)

[www.ubb.de](http://www.ubb.de)



## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Alternativ–Konventionell.....                                 | 4  |
| Baustoffe–Definition.....                                     | 5  |
| Technische Merkblätter / Produktdatenblätter.....             | 6  |
| Umwelt und Gesundheit.....                                    | 8  |
| Organische Baustoffe.....                                     | 11 |
| Holz.....   | 12 |
| Nachhaltige Forstwirtschaft.....                              | 14 |
| Holz als Baustoff.....  | 15 |
| Moderne Holzbauweise.....                                     | 16 |
| Die Renaissance einer Holzkonstruktion das Zollingerdach..... | 17 |
| Holz als Dämmstoff.....                                       | 18 |
| Bambus.....   | 19 |
| Kork.....   | 20 |
| Stroh.....  | 21 |
| Stroh als Dämmmaterial.....                                   | 22 |
| Schilfrohr /Reet.....   | 23 |
| Das Reetdach.....   | 24 |
| Schilfdämmung.....  | 26 |
| Zellulose.....  | 27 |
| Zelluloseflocken als Dämmmaterial.....                        | 27 |
| Zellulosematten / Zelluloseplatten.....                       | 28 |
| Zellstoffverbundelemente.....                                 | 28 |
| Pflanzenfasern als Dämmmaterial.....                          | 29 |
| Wiesengras.....   | 30 |
| Seegras.....  | 31 |
| Hanf.....   | 32 |
| Hanfkalk ein Baustoff.....                                    | 32 |
| Flachs / Lein.....  | 33 |
| Jute.....   | 34 |
| Kokosfaser.....   | 35 |



|  |    |
|--|----|
| Schafwolle - ein tierischer Dämmstoff.....         | 36 |
| Bauen mit Pilzen?.....                             | 37 |
| Anorganische Baustoffe.....                        | 38 |
| Lehm.....  | 38 |
| Lehmsteine / „Lehmziegel“ .....                    | 39 |
| Traditionelle Lehmbauweisen.....                   | 40 |
| Lehmputz.....                                      | 41 |
| Lehmbauplatten.....                                | 42 |
| Lehmbauplatten in Kombination mit Wandheizung..... | 42 |
| Lehm als Dichtmaterial.....                        | 43 |
| Ziegel.....  | 44 |
| Hohllochziegel.....                                | 45 |
| porosierter Ziegel / Protonziegel.....             | 45 |
| Blähton als Dämmmaterial.....                      | 46 |
| Kalk.....  | 47 |
| Kalksandstein.....                                 | 48 |
| Zement.....  | 49 |
| Beton.....   | 50 |
| Porenbeton (Ytong).....                            | 51 |
| Sichtbeton.....                                    | 52 |
| Recycling-Beton.....                               | 53 |
| CO2-reduzierter Beton.....                         | 54 |
| Sand.....  | 55 |
| Wüstensand als Baustoff.....                       | 56 |
| Glas als Dämmmaterial?.....                        | 58 |
| Perlite.....                                       | 58 |
| Schaumglas.....                                    | 59 |
| Fassadenputze und Oberflächen.....                 | 60 |
| Silikat und Silikonharzputze.....                  | 62 |
| Ungewöhnliche recycel Baustoffe.....               | 64 |
| Reifen Iglu in Kolumbien.....                      | 64 |
| Haus aus PET-Flaschen.....                         | 65 |
| Papier und Pappehäuser.....                        | 66 |



## Alternativ-Konventionell

Eine Alternative ist die Möglichkeit des Wählens zwischen zwei oder mehreren Dingen. Andererseits ist eine Alternative eine freie, aber unabdingbare Entscheidung zwischen zwei Möglichkeiten; das Entweder - oder.

Gehen wir z. B. Lebensmittel einkaufen, dann haben wir idealerweise eine freie Entscheidung wie viel, was, biologisch, ökologisch wir kaufen, oder wir verhalten uns eben ganz anders, oder so wie wir das immer gemacht haben, vom Preis bestimmt, gewohnheitsmäßig, konventionell. Die Wahl vermittelt uns eine scheinbare Freiheit.

In Wahrheit aber haben wir immer mehr nur zwei Möglichkeiten, entweder wir folgen der Gewinnmaximierung, der Zeitersparnis, der ökonomischen Rationalisierung, nach dem gegenwärtigen Stand einer "Norm", oder wir suchen Alternativen, die unsere Umwelt und die Erde besser erhalten. In vielen Bereichen ist erfreulicherweise eine Entscheidung zum Alternativen schon vorgeschlagen worden, oder sie wird bereits verwirklicht.

Bauherren, Planer, Architekten, Mieter, Wohnungs- und Hauseigentümer, Hersteller von umweltfreundlichen Baustoffen, Vereine und Organisationen, Wissenschaft und Forschung können die Bauindustrie „zwingen“ ihre Haltung zu ändern.

Die vorliegende Broschüre informiert über eine Auswahl an Rohstoffen, den Weg zum alternativen Baustoff bis hin zu beeindruckend innovativen Ideen und Produkten. Gerade diese vereinen die umweltfreundlichen Eigenschaften von ökologischen Baustoffen mit modernen Technologien.



## Baustoffe-Definition

**E**in Baustoff ist ein Material in Form von Rohstoffen, Bauhilfsstoffen oder Halbzeug, das zum Errichten von Bauwerken und Gebäuden benutzt wird. Je nach Grundstoff unterscheidet man zwischen organischen und anorganischen Baustoffen. Selbstverständlich werden die benötigten Rohstoffe sowohl für alternative als auch für konventionelle Baustoffe eingesetzt.

**I**nsbesondere bei alternativen Baustoffen kann der Rohstoff zugleich Baustoff sein. Bei der Auswahl der Baustoffe werden im Idealfall auch die für den Unterhalt, die Wartung, Reinigung und Pflege entstehenden Kosten berücksichtigt.

**E**in Baustoff oder Bauteil sollte jedoch nie einzeln, sondern immer im Gebäudekontext betrachtet werden. Dies betrifft vor allem die Lebensdauer der unterschiedlichen Materialien. Gut geeignet sind Baustoffe mit ähnlich langen Lebenszyklen, denn so wird gewährleistet, dass weniger ausgetauscht werden muss und kein großer Aufwand oder hohe Kosten durch Sanierungsmaßnahmen entstehen bzw. dass Baustoffe vor Ablauf ihres eigentlichen Lebenszyklus ausgebaut oder entsorgt werden müssen. Recyclingfähige Materialien sind vorzuziehen; besonders geeignet sind Baustoffe, die leicht austauschbar, gut trennbar und nicht fest miteinander verbunden sind. Verbundkonstruktionen und Verbundbaustoffe sollten möglichst vermieden werden.

**U**m Baustoffe unter Berücksichtigung der praktischen Anforderungen beschreiben und zuordnen zu können, werden Baustoffkennwerte verwendet. Diese Werte werden durch genormte Prüfverfahren ermittelt. Die meisten baupraktisch relevanten Baustoffkennwerte können durch eine oder mehrere zahlenmäßige (quantitative) Angaben beschrieben werden.

**B**austoffkennwerte werden von den Herstellern von Bauprodukten auf Technischen Merkblättern bzw. Produktdatenblättern angegeben. Ob es sich dabei um organische oder anorganische Baustoffe handelt, geben die Kennwerte ebenfalls an.





## Technische Merkblätter / Produktdatenblätter

Um sich für einen Baustoff zu entscheiden, reicht es oft nicht aus, ihn als vermeintliche Alternative zu „empfinden“. Jeder Hersteller wird sein Produkt positiv darstellen, sei es durch ansprechende Werbung oder gute Kundenbewertungen.

Dabei lohnt es sich durchaus, Technische Merkblätter bzw. Produktdatenblätter in gewisser Weise interpretieren zu können.

Sind die meisten Angaben und Hinweise gut verständlich, können jedoch die Angaben zu den physikalisch-chemischen Eigenschaften oft verwirren. Angegeben werden diese unter Begriffen wie Baustoffkennwerte, Produktdaten und ähnlichem.

Die wichtigsten Kennwerte sollen im Folgenden erläutert werden. Dabei wird nicht davon ausgegangen in die Tiefe der Bauphysik vorzudringen, vielmehr geht es darum, Produkte hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu vergleichen.



### Produktdatenblatt

LOGO

Hersteller  
Firmensitz

Produktbeschreibung

Zusammensetzung des Produktes

**BAUSTOFFKENNWERTE**

Maße / Gewicht / Verpackungsart

Verarbeitungshinweise

und vieles mehr.....

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| Rohdichte $\rho$ ,                      | $\rho = \text{kg} / \text{m}^3$ |
| Wasserdampfdiffusionswiderstand $\mu$ , | $sd = \mu \times d \text{ [m]}$ |
| Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ ,          | $\lambda = \text{W/mK}$         |
| Baustoffklassen                         | Entflammbarkeit                 |



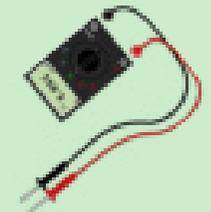
**1. Rohdichte  $\rho$** , ist die Masse eines Stoffes in kg bezogen auf einen Kubikmeter  $\text{m}^3$ . Sagt also aus, wie schwer ein Baustoff ist. Beispiel: Aufstockung eines Einfamilienhauses im Hinblick auf die Statik.

**2. Wasserdampfdiffusionswiderstand  $\mu$** , gibt an, um wie viel der Widerstand einer Stoffschicht bezogen auf die **Wasserdampfdurchlässigkeit** größer ist als die gleich dicke Luftschicht. Bauteile mit **niedrigen**  $\mu$ -Werten sind vorteilhaft, da sie ein Abtrocknen eingedrungener Raumluftefeuchte ermöglichen.

**3. Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$** , in  $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  (Arbeit  $W$ , geteilt durch das Produkt von Masse  $m$  und Kelvin  $K$ ) gibt die Größe des Wärmestroms an, der pro Sekunde durch  $1 \text{ m}^2$  einer  $1 \text{ m}$  dicken Schicht bei einer Temperaturdifferenz von  $1 \text{ K}$  übertragen wird. Werte, die kleiner als  $0,050 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  sind, garantieren gute wärmedämmenden Eigenschaften.

Mit Baustoffklassen wird im Baugewerbe das Verhalten von Baustoffen im Sinne von Entflammbarkeit, Rauchentwicklung im Brandfall eingeteilt. (Baustoffklassen nach DIN 4102 Teil 1)

| Verschiedene Baustoffklassen | Beschreibung   | Beispiele  |
|------------------------------|--|--|
| A1                           | Nichtbrennbar:<br>Baustoffe, für die kein Nachweis erforderlich ist  | Sand, Kies, Beton, Mörtel, Ziegel, Stahl, Glas, Steinwollämmstoffe |
| A2                           | Nichtbrennbar:<br>Baustoffe, die geringfügig brennbare Substanzen enthalten  | Glasfaser, Gipskartonfeuerschutzplatten, Heraklith                 |
| B1                           | Schwer entflammbar:<br>Baustoffe, die nach Beseitigung der Wärmequelle nicht weiter brennen  | Gipskartonfeuerschutzplatten ( $< 12,5 \text{ mm}$ )               |
| B2                           | Normal entflammbar:<br>alle brennbaren Baustoffe, die allein noch Verwendung finden dürfen   | Bitumen, Holz mit Feuerschutzanstrich, PVC                         |
| B3                           | Leicht entflammbar:<br>brennbare Stoffe, die nur in einer verbundenen Konstruktion oder durch Zusatz von nicht brennbaren Substanzen verwendet werden dürfen | Polystyrol (EPS, XPS), Polyurethan, Stroh, Papier, Holz            |





## Umwelt und Gesundheit

**N**eben Materialeigenschaften und wirtschaftlichen Gegebenheiten spielen ökologische Aspekte eine immer größere Rolle. Diese werden unter Betrachtung der Umweltwirkungen in Ökobilanzen zusammengefasst. Die Ökobilanz, in diesem Fall speziell für Baustoffe, wird unter Einhaltung bestimmter DIN ISO Normen erstellt.

„Ökobilanz...Verfahren, das in den internationalen Normen DIN ISO 14040 und DIN ISO 14044 beschrieben wird. Es handelt sich um ein Konzept zur Quantifizierung der negativen Umweltwirkungen, die durch die Herstellung und Nutzung von Bauprodukten ausgelöst werden. Unter Umweltwirkungen versteht man in diesem Zusammenhang insbesondere Rohstoff- und Energieverbrauch sowie Schadstoffemissionen. Je geringer die Werte sind, umso besser ist die Ökobilanz.

**R**ohstoff- Energieverbrauch und Schadstoffemissionen sind noch messbar und gleichbleibend, solange sich die Rahmenbedingungen für ein Produkt nicht wesentlich ändern. Verlegt aber ein Hersteller beispielsweise seine Produktion weit weg und die Rohstoffe werden woanders abgebaut und verarbeitet, verschiebt sich die Ökobilanz.

**B**isher stellt die Ökobilanz einen noch sehr dehnbaren Begriff dar, ihre Kennwerte sind nicht einheitlich geregelt.

**D**ie wichtigsten relevanten Prüfzeichen und Umweltsiegel, die die Bauherren kennen sollten, sind: Blauer Engel, nature-plus, Ecode, RAL-Gütezeichen sowie das EU Eco-Label. Hilfreich sind auch TÜV-Zertifikate wie das TÜV-ASG-Siegel.

Besonders der Faktor der Recyclbarkeit ist umstritten, denn hier wird oft von der Machbarkeit ausgegangen. So können Studien zu einem Baustoff positiv ausfallen. In der Realität wird dieser Baustoff aber nur in geringem Maße recycelt was letztendlich die positive Bilanz verfälscht.



Hinweise und konkrete Erklärungen finden sich in unserer UBB Broschüre **Öko-Kennzeichen bei Baustoffen**



**D**er Begriff Wohngesundheit oder auch gesundes Wohnen und Bauen ist in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus von Verbrauchern gerückt. Aber auch Hersteller, Bauhandwerker, Maler, Fliesenleger usw. beschäftigen sich zunehmend mit diesem Thema.

**V**iele Bau- und Bauhilfsstoffe sind mit Substanzen belastet, die in Form von flüchtigen Gasen oft Jahrzehnte in die Raumluft abgegeben werden. Auch das Einatmen von mineralischen oder organischen Fasern, etwa aus Dämmstoffprodukten, ist gesundheitsschädlich.

**N**atürlich ist auch der Gesetzgeber nicht untätig, und so sind in der Vergangenheit etliche gesundheitsschädliche Substanzen und Stoffe aus unserer Umwelt verbannt worden.

**I**m allgemeinen steht der Begriff Wohngesundheit für einen Gebäudezustand, der durch höchstmögliche Vermeidung von gesundheitsschädlichen Einflüssen auf den Menschen optimale Bedingungen schafft.

**E**twas, worauf man sich immer verlassen kann, sind die eigenen Sinne. Viele Schadstoffe machen sich durch unangenehme Gerüche bemerkbar. Schwarze Flecken an den Wänden sind wohl kaum gewollt. Beschwerden wie Husten, Niesen, Kopfschmerzen, Müdigkeit und allergische Reaktionen können nicht gesund sein. Solche Reaktionen können zum Beispiel durch Schwamm, Giftstoffe und Kunststoffe ausgelöst werden.





## Organische Baustoffe

---

**E**igenschaften von organischen Baustoffen sind eine verhältnismäßig gute Beständigkeit gegenüber organischen Säuren, Basen und Salzen, geringe Wärmeleitfähigkeit und hohe elektrische Widerstände.

**M**it Ausnahme von Holz haben sie meist nur geringe E-Module<sup>1</sup>, weshalb sie im konstruktiven Bereich nur wenig Anwendung finden. Organische Baustoffe sind nachwachsende Materialien, sie sind also regenerierbar und stehen theoretisch unendlich zur Verfügung.

**D**er Nachteil hinsichtlich ihrer Haltbarkeit besteht in der Anfälligkeit gegenüber biologischer Abbauprozesse. Auch sind organische Baustoffe empfindlich gegenüber UV-Strahlung, höheren Temperaturen und Sauerstoff. Das wiederum ist von Vorteil im Sinne der Recycelbarkeit.

**L**andläufig wird unter organischen Baustoffen vielfach an Naturbaustoffe gedacht wie Holz, Schafwolle oder Zellulose. Zu den organischen Baustoffen zählen aber auch oft die schon künstlich synthetisierten. Zu diesen zählen aus Erdöl gewonnene Produkte wie Thermo- und Duroplaste und diverse Elastomere.

---

<sup>1</sup>Das E-Modul ist ein Materialkennwert aus der Werkstofftechnik, der den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei der Verformung eines festen Körpers bei linear elastischem Verhalten beschreibt. <https://www.chemie.de/lexikon/Elastizit%C3%A4tsmodul.html>





## Holz

**H**olz ist ein universeller und sehr alter Rohstoff. Seit Menschengedenken wird er schon verwendet. Leicht zu bearbeiten und zu formen, wurde er mit der Zeit vom Menschen kultiviert und gepflegt.

**E**s baute sich eine Forstwirtschaft auf, die sich ganz mit diesem Rohstoff beschäftigte, um seine teils sehr unterschiedlichen Fähigkeiten optimal auszunutzen. Wobei glatteres, geraderes und härteres Holz eher tragende und stabile Aufgaben bekam, während das weichere oder gebogene Holz für Aussparungen, Verzierungen, Verkleidungen oder Feinarbeiten herangezogen wurde.

**D**a Holz sehr formstabil ist und selbst unbehandelt meist viele Jahre hält, ist es ein idealer Rohstoff. Wie schon erwähnt, gibt es sehr große Unterschiede zwischen den Hölzern. Dies kann man am ehesten zwischen den beiden großen Gruppen der Nadel und Laubbäume festmachen. Während Laubbäume mitunter gewundener, verknoteter und ausufernder durch ihre Äste sind, sind Nadelbäume geradlinig und einfach. Sie sind ursprünglicher und einfacher in ihrer Art und in ihrer Verarbeitung. Außerdem besitzen sie einen größeren Harzhaushalt, der in der späteren Verarbeitung für mehr Resistenz bei diesen Hölzern sorgt.

**D**er Primärenergiebedarf von Holz steigt mit seiner Art der Weiterverarbeitung und der Qualität des Verbauens.



*historische Holzernte*

Die häufigste Baumart in deutschen Wäldern ist die Fichte, die ca. 2,8 Millionen Hektar Waldfläche einnimmt, gefolgt von Kiefer (rund 2,4 Millionen Hektar), Buche (ca. 1,7 Millionen Hektar) und Eiche (1,1 Millionen Hektar). Diese Verteilung ist Ergebnis der möglichst schnellen Wiederaufforstung abgeholzter Waldflächen nach dem 2. Weltkrieg, als vornehmlich schnell wachsende Arten wie Fichten und Kiefern gepflanzt wurden, deren Vermehrungsgut ausreichend vorhanden war, und die gut mit den Umständen entwaldeter Flächen zurechtkamen.

Stand 2021

<https://www.baunetzwissen.de/holz/fachwissen>

<https://pixabay.com/de/images/search/holzr%C3%BCcken%20pferd/>



## Dieser romantischen Vorstellung steht die heutige Wirklichkeit gegenüber

**D**erzeit wächst in Deutschland mehr Holz nach als eingeschlagen wird. Ein großer Teil davon ist für die energetische Nutzung vorgesehen. Bei der Vollbaumernte werden dem Wald neben dem Stamm auch Derbholz, Äste, Rinde und Nadeln oder Blätter entnommen. Diese Entnahme von Nährstoffen stellt an vielen Standorten Nachhaltigkeit der Nutzung in Frage. Das Roden größerer Bestände hinterlässt Schneisen und gestörte Oberflächensysteme, führt mitunter zu Windanfälligkeit benachbarter Kulturen, zu Bodenerosion und Störung des Wasserkreislaufs.



*moderner Holzernter*

**D**ie intensive Forstwirtschaft kämpft mit den gleichen Problemen und sucht ähnliche Lösungen dafür wie die Landwirtschaft. Der Anbau von Monokulturen, wie z. B. bei Fichten, begünstigt die Ausbreitung von Schädlingen. Häufig beobachtbare Folge ist der Borkenkäferbefall. Der Einsatz von Insektiziden wiederum kann auch Nützlinge abtöten und unter Umständen auch benachbarte Lebensräume von Pflanzen und Tieren schädigen.

**Z**iel einer umweltfreundlichen Forstwirtschaft muss es sein, die Regenerationsfähigkeit der Wälder zu erhalten und dabei auch die Leistungsfähigkeit und Qualität des Holzes, ein sinnvolles Schädlings- und Risikomanagement sowie eine ausgewogene Wasserbewirtschaftung zu garantieren.

**A**ber auch die Weiterentwicklung von nachhaltigem Waldbau, die Stärkung von alternativer Waldnutzung und die Berücksichtigung von Recyclingkreisläufen in der Holzverarbeitenden Industrie können wichtige Beiträge zu einer umweltfreundlichen Waldbewirtschaftung leisten.

Quelle: <https://www.holzkurier.com/holzprodukte/2020/07/schadholz-deutschland-2019.htm>



<https://pixabay.com/de/photos/landschaft-wald-natur-forstfahrzeug>



## Nachhaltige Forstwirtschaft

**H**olz in guter Quantität aus einer nachhaltigen Waldwirtschaft verhindert so auch die unkontrollierte Rodungen von Urwald in den südamerikanischen Tropen, auch in osteuropäischen Ländern, in Asien oder Afrika, den Lungen der Erde. Die kommerzielle Nutzung von Tropenholz aus nachhaltiger Waldwirtschaft verlangt immer auch vor Ort einen sorgsamem Umgang mit der Ressource Wald. Verliert der tropische Wald an Wert, weil der Absatz in Europa entfällt, dann wird er oft zu großen Teilen gerodet, die Interessen der ansässigen Bevölkerung werden nicht berücksichtigt, und es werden kurzfristig Monokulturen, lukrative Soja- oder Palmöl-Plantagen angelegt, die die Bodenfruchtbarkeit und den Wasserhaushalt für neue Aufforstungen zerstören.



## Die Europäische Holzhandelsverordnung (EUTR)

**D**ie EUTR und ihre nationalen Umsetzungen schreiben vor, dass der legale Ursprung des Holzes im Forst nachgewiesen werden muss. Dies geschieht in der Regel durch die transparente Rückverfolgung der Lieferkette durch den Importeur, sodass alle Holzimporte nach Deutschland auf ihre legale Herkunft geprüft werden können. Zertifizierungssysteme wie zum Beispiel PEFC und FSC® sollen dabei Sicherheit garantieren.



Die Waldzertifizierungsorganisation PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) steht für Holz und Holzprodukte aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern. Die PEFC-Standards gelten in individueller Ausprägung in etwa 50 Ländern der Erde, verteilt über alle Kontinente. Sie berücksichtigen nicht nur ökologische und waldbauliche, sondern auch soziale Faktoren. PEFC Deutschland hat darüber hinaus das PEFC-Regionallabel eingeführt, welches dem Verbraucher anzeigt, aus welcher deutschen Region das Holz stammt. Die PEFC-Standards werden von unabhängigen Zertifizierungsstellen, wie z. B. dem TÜV, kontrolliert.

Weitere Informationen zu Logos und Prüfzeichen: UBB Broschüre „Ökokennzeichen bei Baustoffen“



## Holz als Baustoff

**H**olz zählt zu den ältesten Baustoffen. Von der Jungsteinzeit bis in die Bronzezeit sind Überreste von Holzbauten nachweisbar. Slawische Grubenhäuser besaßen z. B. Schilf gedeckte Holzkonstruktionen als Dach. Baumstämme fielen oft als „Nebenprodukt“ bei der Gewinnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen mittels Rodung ab.

**M**it dem wachsenden Bewusstsein, die Umwelt zu schützen und nachwachsende Rohstoffe zu nutzen, ist Holz wieder in den Fokus vieler Bereiche gerückt.

**S**o ist es auch im Bauwesen. Im günstigsten Fall ist der Baustoff Holz regional zu erwerben, zu verarbeiten und zu recyceln.

Holz kann Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben, was regulierend wirkt. Auch leitet Holz Wärme nur sehr mäßig, so dass Wärme gut gespeichert bzw. gehalten wird. Diese quasi Gratis-Dämmung spart Heiz- und Energiekosten und macht eine zusätzliche Wärmedämmung im günstigsten Fall überflüssig. Besonders getrocknetes Holz kommt im besten Fall ohne Holzschutzmittel aus. Hier zu erwähnen wäre auch die historische Methode des Abflammens, bei dem die Oberfläche verkohlt und somit einen guten Schutz für das Holz bildet, indem es isoliert und versiegelt wird. Um so massiver das Holz ist, um so weniger verbrennt es und es erhalten sich seine tragenden Fähigkeiten.



*germanische Pfahlbauten (Nachbau am Bodensee)*

<https://pixabay.com/de/photos/pfahlbauten-germanen-haus-am-see>



## Moderne Holzbauweise

Der Nachteil von reinem Holzbau im Bereich von Wärmedämmung und Schallschutz kann mit der Bauweise von Massivholzsystemen ausgeglichen werden.

Seit 2005 gibt es die **Massiv-Holz-Mauer®** als bauaufsichtlich zugelassenen Baustoff und eingetragenes Warenzeichen.

Massivholzbauten zeichnen sich aus durch:

- ✓ Bauen mit reinem Holz
- ✓ Formstabilität
- ✓ Brandschutzklasse REI 90<sup>2</sup>
- ✓ individuelle Planung, Innenausbau
- ✓ Vorfertigung im Werk, schneller Aufbau
- ✓ positive Energiebilanz



*massive Holzbauteile*

Im Fertighausbau spielt der Baustoff Holz eine vorrangige Rolle. Von den jährlich rund 90.000 neu gebauten Ein- und Zweifamilienhäusern werden ca. 13.000 in Holz-Fertigbauweise errichtet. Die Quote am gesamten Ein- und Zweifamilienhausbau beträgt mehr als 14 Prozent.

<https://www.dhwr.de/holzwirtschaft.php>

<sup>2</sup> Die Klassifizierung **REI 90** bezeichnet zum Beispiel ein Bauteil, dessen Tragfähigkeit, raumabschließende Funktion sowie Wärmedämmung im Brandfall für mindestens **90** Minuten erhalten bleibt. Falls erforderlich, kann die Bezeichnung durch weitere Zusätze ergänzt werden.

<https://www.massivholzmauer.de/>



## Die Renaissance einer Holzkonstruktion das Zollingerdach

### Vorteile des Zöllinger Daches

- ✓ geringerer Materialbedarf ( bis zu 40%)
- ✓ bessere Raumausnutzung durch den Verzicht auf Balken und Stützen
- ✓ ein sehr einfacher Aufbau der vorgefertigten Teile

### Nachteile des Zöllinger Daches

Trotz der Vorteile konnte sich die Zollbauweise im 20. Jahrhundert nicht durchsetzen. Gründe dafür waren:

- ✓ Montage der Kleinteile war sehr zeitaufwendig und somit teuer,
- ✓ komplizierte, statische Berechnung von „Hand“ war anspruchsvoll,
- ✓ Wartung und Pflege der Schraubverbindungen wurden oft vernachlässigt, so war eine längere Haltbarkeit nicht immer garantiert.

Mit heutigen Möglichkeiten der computergesteuerten Planungs- und Herstellungsverfahren hat sich manches Problem der statischen Berechnung vereinfacht. Moderne, rechnergesteuerte Maschinen zur Holzbearbeitung können das Holz auch millimetergenau zuschneiden. Die höhere Präzision verbessert merklich die Statik. Weiterhin können heutige Maschinen die Bauteile bereits so stapeln, dass alle Teile in der richtigen Reihenfolge sortiert sind – eine enorme Zeiterparnis beim Aufbau der Konstruktion. Die Schraubverbindungen sind in Konstruktion und Haltbarkeit verbessert worden.



*Werkshalle Elite Holzbau*

Als **Zollingerdach** bezeichnet man eine freitragende Dachkonstruktion nach einer Systembauweise, bei der gleichartige, vorgefertigte Einzelemente rautenförmig zu einem Stabnetztragwerk zusammengesetzt werden. Das Bausystem wurde vom Merseburger Stadtbaurat Friedrich Zollinger Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelt und ist auch unter dem Begriff Zollbauweise bzw. Zoll-Lamellen-Bauweise bekannt.  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Zollingerdach>

**ELITE HOLZBAU**  
Zimmerei und  
Abbundzentrum in Berlin und  
Brandenburg

**Weitere Informationen:**  
Forschungsprojekt der HTWK  
Leipzig  
"ressourceneffizientes Bauens  
mit Holz"



## Holz als Dämmstoff

**B**auprodukte aus Holz mit mehr oder minder guten Dämmeigenschaften sind heute noch in Form von gepressten und mit Klebstoffen / Kunststoffen versehenen Platten, z.B. OSB, sehr verbreitet.

**D**amit stellen diese Platten oft sogenannte Verbundwerkstoffe dar, die das Recyclen erschweren. Zu überlegen wäre daher auf Produkte zurückzugreifen, die ganz ohne Zusätze auskommen oder aber nur abbaubare, klebende Substanzen enthalten.

**R**ohstoffe für Dämmprodukte aus Holz sind zum einen Hackschnitzel und zum anderen Holzwole. Während viele Dämmmaterialien extra dafür produziert werden, könnten mehr Abfallprodukte der Holzindustrie verwendet werden.

**H**ergestellt werden auch Weichholzplatten oder Materialien für Einblasdämmungen.

**W**ie beim Bauholz steigt der Primärenergiebedarf bei Holzdämmstoffen mit der Weiterverarbeitung und den eventuellen Zusätzen.



*Holzwole*



*Holzhackschnitzel*

<https://pixabay.com/de/photos/holzwole-weichholz-polsterung>

<https://pixabay.com/de/photos/holz-hintergrund-schnitzel>



## Bambus

Bambus ist ein Gras. Was macht ihn so interessant, dass er als Holzersatz taugen kann?

**S**chnelles Wachstum, relativ genügsame Ansprüche und ein „Wurzelwildwuchs“ der ihn sich schnell ausbreiten lässt, so dass man schnell große Flächen füllen kann. In verhältnismäßig kurzer Zeit, etwa 3 Jahre, ist er erntereif. Dabei ist Bambus sehr widerstandsfähig, strapazierfähig und haltbar. Das Ganze ist mit einer guten Nachhaltigkeit gekoppelt und macht ihn extrem interessant als Holzersatz.

**B**ambus ist mit um die 1700 Arten fast überall beheimatet außer in Europa und der Arktis. Für den europäischen Markt bedeutet dies weite Transportwege.

**A**uch die Haltbarkeit von Bambus in europäischen Breitengraden und klimatischen Bedingungen ist umstritten. Dort wird sich Bambus doch eher als Material für Bodenbeläge und Möbel halten.



*Bambushaus*



<https://pixabay.com/de/photos/ferienhaus-h%C3%BCte-bambus-kabine-724160/>



## Kork

Im Baubereich kennt man Kork vor allem als Material für Bodenbeläge. Doch auch als Dämmstoff ist er vielfältig einsetzbar. Kork besteht aus der Rinde der Korkeiche. Um einen schnell nachwachsenden Rohstoff handelt es sich allerdings nicht. Nur alle neun bis elf Jahre kann nämlich die wertvolle Rinde vom Baumstamm geschält werden. Schon deshalb ist die Verfügbarkeit dieses Rohstoffs begrenzt.

Hinzu kommt, dass die Korkeiche nur in wenigen Erdregionen verbreitet ist. Sie wächst vor allem im Mittelmeerraum, in Südwest-Europa und Nordwestafrika. Etwa die Hälfte der Weltmarktproduktion stammt aus Portugal. In der Baustoffindustrie ist das Baumrindenerzeugnis eher ein Nischenprodukt auch deshalb, weil der begrenzt verfügbare Rohstoff relativ teuer ist. Im Wohnbereich ist Kork vor allem als Material für Bodenbeläge bekannt. Gerade dort gibt es aber eine große Konkurrenz an wesentlich billigeren Kunststoff Produkten wie (PVC/Vinyl).

Anders als in Deutschland ist es in Portugal bereits durchaus üblich, Kork auch als Dämmstoff einzusetzen zum Beispiel für die Fassaden. Bei diesen Gebäuden bildet der Dämmstoff zugleich die sichtbare Fassadenoberfläche, es erfolgt also kein abschließender Putzauftrag. Möglich ist das durch die Verwendung von besonders hoch verdichteten, wetterresistenten Korkplatten. Aber auch normaler, unbehandelter Kork ist relativ wasserabweisend.



*Korkeiche*



## Stroh

### Strohballen als Baustoff ?

**Ursprung:** Im späten 19. Jahrhundert begann das Bauen mit Stroh in den USA mit der Erfindung von Strohballenpressen. Die ersten Strohballenhäuser entstanden in Nebraska, einem holzarmen Gebiet mit großen Getreidefeldern. Bei diesen Strohballenhäusern trugen die Strohwände die Last der Dachkonstruktion. Diese Konstruktion wird bis heute als Nebraska-Stil oder lasttragender Strohballenbau bezeichnet.

**Erstmals** 1936 wurde ein zweigeschossiges Strohballenhaus mit tragendem Holzständerwerk gebaut mit Stroh als Wandbildner und Dämmstoff.

**Wiederentdeckung:** Gegen Ende der 70er Jahre entdeckte die alternative Szene Nordamerikas den Baustoff Stroh wieder, und in den USA und in Kanada entstanden zahlreiche strohgedämmte Gebäude. 1994 erschien ein Standardwerk: "The Straw Bale House" von Athena und Bill Steen, David Bainbridge und David Eisenberg. Ausgehend von Nordamerika fand der Strohballenbau Nachahmer in aller Welt, auch in Europa.

**Strohballenbau in Europa:** Inzwischen gibt es in vielen europäischen Länder eine Strohbausezene. In Deutschland wurde 2002 der Fachverband Strohballenbau Deutschland gegründet. Dank erfolgreicher Grundlagenarbeit gibt es heute für den Strohballenbau eine Anerkennung der Bauaufsicht. <https://fasba.de/strohballenbau-geschichte/>

Weiterführende Informationen ( Strohbaurichtlinie 2014, Überarbeitung 2019 Download) Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V.,



*Radlader mit Strohballen*

Unter dem Begriff Stroh fallen alle Arten von getrockneten Stängeln von Getreiden. In Deutschland wird Stroh vor allem aus Weizen gewonnen. Historisch wurde Stroh, in Europa, in Verbindung mit Lehm und Holz schon immer als Baustoff für z.B. Fachwerk verwendet. Dort diente es hauptsächlich der Armierung bzw. als Putzträger. Die hervorragenden wärmedämmenden Eigenschaften waren ein willkommener Nebeneffekt. Die meist regionale Verfügbarkeit und die Möglichkeit der einfachen maschinellen Verarbeitung wirkt sich positiv auf die Ökobilanz dieses Baustoffes aus.

<https://pixabay.com/de/photos/radlader-lader-kompaktlader-cat-2580460/>



## Stroh als Dämmmaterial

**H**eute ist die Strohdämmung eine ernstzunehmende, ökologische Dämm-Alternative, die auch in Deutschland immer beliebter wird.

**D**ie Anzahl strohgedämmter Gebäude in Deutschland wird auf ca. 900-1500 geschätzt. Stroh wird lose als Strohhäcksel oder Strohbauplatten zum Dämmen von Innen- und Außenwänden verwendet.

**S**trohhäcksel können wie z.B. Zelluloseflocken als Einblasdämmung zur Anwendung kommen. Stroh kann in Form von gepressten Platten ebenfalls als Wärmedämmverbundsystem (WDVS) genutzt werden.

**I**n der Regel werden die Strohdämmplatten dabei mit PU - Kleber oder anderen chemische Zusätzen so versteift, dass sie entsprechend haltbar sind und als Fassadendämmung verarbeitet werden können. Die Anwendung von PU - Kunststoffen zum Verkleben und zum Befestigen der Platten senkt die Ökobilanz des Baustoffs Stroh allerdings enorm.

**S**eit einiger Zeit können Stroh-Dämm-Platten hergestellt werden, die keine künstlichen Bindemittel enthalten. Diese werden mit einem Protein-Klebstoff hergestellt, der vollständig biologisch und dennoch leistungsstark ist. Dadurch sind die Platten vollständig kompostierbar. So wird ab dem Zeitpunkt des Stroh-Dreschens bis zur fertigen Dämmplatte nur ein Bruchteil vom Energiebedarf anderer natürlicher Dämmstoffe benötigt.

Der Primärenergieverbrauch für die Erzeugung von Stroh als Baustoff liegt bei ca. 14 MJ/m<sup>3</sup>.



Stroh



## Schilfrohr /Reet

**S**chilfrohr oder auch Reet<sup>3</sup> kommt häufig in der Röhrichtzone stehender und langsam fließender Gewässer bis zu einem Meter Wassertiefe vor, daneben auch in Mooren, Feuchtwiesen und Auen. Es bevorzugt Schlick- und Schlammböden, die nicht zu dicht am Frostpunkt liegen. Außerdem sollten die Böden stickstoffhaltig und basenreich sein, damit Schilf sein volles Potential gut entfalten kann.

**T**raditionell wurde und wird Schilf mit Sicheln oder mit der Sense geerntet. Heutzutage erfolgt die Ernte fast überall maschinell mit umgebauten Pistenraupen oder mit einer Art Amphibienfahrzeugen, welche mit Ballonreifen ausgestattet sind.

**W**ird Schilf für eine traditionelle Dacheindeckung verwendet, ist nicht nur die handwerkliche Arbeit von entscheidender Bedeutung, sondern besonders die Qualität.

**A**bsolut wichtig ist der Zeitpunkt der Ernte. Diese sollte bei Frost aber nicht vor Neujahr erfolgen. Die einjährige Pflanze muss **jährlich** geerntet werden. Wenn nur alle drei Jahre geerntet wird, befinden sich auf jedem frischen Halm zwei alte abgestorbene. Die vorjährigen Halme sind anfälliger für Mikroorganismen, Feuchte, Moosbefall usw. Aber alle kommen aufs Dach.

Nur noch 10 bis 30% des in Deutschland verbauten Reets kommen aus heimischer Ernte. Vielerorts sind die Schilfflächen aus Naturschutzgründen geschützt. Das wenige in Ostfriesland, Dithmarschen oder an den Flüssen Wümme und Weser geerntete Reet falle häufig wegen zu geringer Halmwanddichte durch die Zertifizierung



*Schilfernte mit der Pistenraupe*

<sup>3</sup> Schilf bezeichnet den Rohstoff, Reet wiederum den Baustoff



## Das Reetdach

In der althergebrachten Form wird das Reetdach als sogenanntes Kaltdach realisiert, das heißt, als belüftetes Dach. Bei dieser Konstruktionsweise ist es im Dachgeschoss sehr zugig. Die Ausführung in der Kaltdachkonstruktion ist auch bei ausgebauten Dachgeschossen möglich. Dafür ist jedoch ein zweischaliger Aufbau nötig: Die Innenschale zum Wohnraum hin ist wärmegeklämt, es folgt ein durchlüfteter Zwischenraum von 6 bis 8 Zentimetern und darauf erst das Reetdach als äußere Schale.

Von einem Warmdach spricht man, wenn keine Belüftung (absichtlich oder wegen mangelhafter Ausführung) stattfindet. Warmdachkonstruktionen müssen unbedingt mit einer absolut fehlerfreien Dampfsperre ausgestattet sein. Fehlt sie oder weist sie Lücken auf, dringt die in den Wintermonaten wärmere und meist auch feuchtere Raumluft von der Innenseite in die Reeteindeckung ein. Beim Abkühlen entsteht Kondenswasser, das unweigerlich zur Bildung von Schimmel und vorzeitiger Alterung führt.

Ob Vor- oder Nachteile des Reetdachs für ihr Bauprojekt überwiegen, müssen Bauherren nach einer eingehenden Beratung durch Architekten und Fachhandwerker für ihre individuelle Situation entscheiden. Reetdachhäuser sind sowohl in der Anschaffung als auch bei den Folgekosten (Versicherung, Wartung, Reparatur) teurer als andere industriell hergestellte Dacheindeckungen, nicht zuletzt wegen der erhöhten Brandgefahr. Im Gegenzug sind sie dank des natürlichen Rohstoffs Reet umweltfreundlich und vollständig biologisch abbaubar. Mit der Wahl eines Reetdachs bewahrt man aber nicht nur die Natur, sondern auch die Kultur. Die UNESCO hat das Reetdachdecker-Handwerk 2014 in das Bundesweite Verzeichnis des Immateriellen Kulturerbes aufgenommen. Der gute Luftaustausch bei guter Dämmung sind Vorteile für die Bewohner.



Innungsbetriebe zeichnen sich durch das Logo/Zeichen der Berufsorganisation des Deutschen Dachdeckerhandwerks aus. Es darf nur von Mitgliedsbetrieben verwendet werden.



<https://pixabay.com/de/photos/reetdach-stroh-handwerk>



**Wie** bei allen organischen Baustoffen kann es auch bei Reet zu unterschiedlichsten Problemen der Haltbarkeit kommen. Zum einen kann dies an nicht fachgerechter Ausführung liegen, aber auch an der Qualität des verwendeten Materials. Wie bereits beschrieben, ist die Qualität hauptsächlich vom Erntezeitpunkt, der Herkunft und der Lagerung abhängig.

**Seit** 2005 ist vom sogenannten **Reetdach-Sterben**, die Rede, damit ist der frühzeitige Zerfallsprozess von im Außenbereich verbautem Schilfrohr gemeint. Reetdächer haben eine Lebenszeit von ca. 50 bis 80 Jahren. In den letzten Jahrzehnten kam es aber zu immer kürzeren Zeiten. Lange war man der Meinung, dass nur mikrobielle Prozesse dafür verantwortlich sind. Ein weiteres, in der Form noch nicht bekanntes Phänomen war zu beobachten. Eine verstärkte Befall mit verschiedenen Moosen war aufgetreten. Die Moose speichern bei Regen Wasser und das Trocknen des Reets dauert länger, was wiederum die Besiedelung mit Mikroorganismen, Pilzen, Algen usw. befördert. Neben der geringeren Ausbeute von wandstarkem Schilf an den Gewässern ist auch denkbar, dass Klimaveränderungen oder Luftverschmutzungen zu diesen Haltbarkeits - Problemen beitragen.

**Gesellschaft  
zur Qualitätssicherung  
Reet mbH**

Holzoppelweg 5 | 24118  
Kiel  
Telefon 04 31 - 5 47 76-0  
Telefax 04 31 - 5 47 76-66

[info@qualitaetssicherung-reet.de](mailto:info@qualitaetssicherung-reet.de)  
[www.qualitaetssicherung-reet.de](http://www.qualitaetssicherung-reet.de)

© 2021



<http://reetdach-sterben.de>

<https://pixabay.com/de/Photo/dach-Schilfdach-flechten-moos>

<https://pixabay.com/de/photos/reetdach-ahrenshoop-darß-schilfdach>



## Schilfdämmung

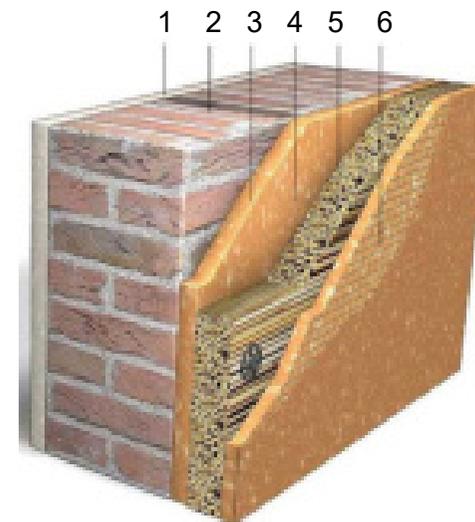
Neben der Verwendung von Rohr als Dachdeckung, wo es gleichzeitig vor Witterungseinflüssen schützt und wärmeisolierend wirkt, wird Schilf als Putzträger für Lehm- oder Kalkputze aber auch als reine Dämmung verbaut.

Zur Herstellung von Dämmschichten aus Schilfrohr wird das Schilf mit Hilfe von verzinkten Stahldrähten zu Matten gebunden. Wie bei Stroh und Gras beruht die dämmende Wirkung auf der in den Hohlräumen der Halme befindlichen Luft.

Bei der Herstellung werden die Rohrhalm immer in derselben Richtung verlegt, mechanisch gepresst und auf die gewünschte Größe geschnitten. Neben Matten, werden heute auch Schilfplatten angeboten.

Besondere Vorteile ergeben sich aus einer Kombination von beidem. Die Wärmedämmende Wirkung wird erhöht und die glatte Oberfläche der Platten erleichtert das Verputzen der Innenwände.

Traditionell wurde und wird Schilfrohr natürlich auch als Putzträger für Zimmerdecken verwendet. Dazu werden einlagige Schilfmatten an die Deckenbalken genagelt. Unter dem Kapitel zu Putzen und Oberflächen wird darauf noch näher eingegangen.



*Schilfdämmung auf Mauerwerk*

- 1 *Kalkputz*
- 2 *Ziegelmauerwerk*
- 3 *Lehmunterputz, oder 4*
- 4 *Lehmbauplatte*
- 5 *Schilfmatten*
- 6 *Lehmbauplatte und Oberputz*





## Zellulose

Zelluloseprodukte werden in der Bauindustrie hauptsächlich im Bereich der Dämmung verwendet. Als Rohstoff zur Herstellung dient Papier, bestenfalls Recyclingpapier, das unter vergleichsweise geringem Energieeinsatz zunächst grob geschreddert, danach in einer Fasermühle zerkleinert und abschließend getrocknet und entstaubt wird. Die daraus hergestellten Dämmstoffe sind zum einen Zelluloseflocken und zum anderen aus diesen Flocken hergestellte Dämmplatten und Matten.

### Zelluloseflocken als Dämmmaterial

Lose Zellulose Flocken können in Dach- Wand- und Deckenbereich mit drei Verfahren in Hohlräume eingebracht werden. Es gibt Schüttverfahren (Flocken werden auf einer festen Unterlage ausgestreut), außerdem das Einblasverfahren zwischen Schalungskörpern und dann das Nassverfahren, bei dem die Zellulose mit geringer Beigabe von Wasser auf die Oberfläche angebracht wird. Für die Kerndämmung, bei der eine dauerhafte Feuchtigkeitwirkung möglich ist, ist Zellulose allerdings nicht zugelassen. Diese Verfahren sind bis auf die Salze und ihre ehemaligen Aufgaben als Papier ( Druckfarbe etc.) frei von Chemikalien.

Für die Dämmung von Boden- und Deckenbereichen bietet die Industrie auch spezielle Schüttungen aus Zellulose an. Anders als die Einblasdämmungen für Hohlräume werden diese manuell verarbeitet.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten von Schüttungen: nicht druckbelastbare und druckbelastbare. Erstere kommen vor allem für die Dämmung oberster Geschossdecken zum Einsatz, wenn der Dachboden nicht begangen werden muss. Als Zellulose-Schüttung für druckbelastbare Bodenbereiche stellen einige Hersteller sogenannte Dämmpellets her. Dabei handelt es sich um Granulate aus Zellulosefasern mit einer Korngröße von 3 bis 8 mm. Da deren Schüttgewicht deutlich höher ist als das der normalen Zelluloseflocken, ermöglicht das Material belastbare Dämmschichten für den Unterbodenbereich, die zudem gute Schalldämmwerte bieten.



*Einblasdämmung*

Zellulose als Recyclingmaterial hat den geringsten Primärenergiebedarf aller Dämmstoffe (55 – 70 kWh/m<sup>3</sup>)

<https://www.istockphoto.com/de/foto/arbeiter>



## Zellulosematten / Zelluloseplatten

Daneben stellen einige Hersteller auch Zellulosematten oder -platten her, bei denen die Flocken durch eine Behandlung mit Wasserdampf zusammengehalten werden. Sie kommen zum Beispiel als Klemmfilz im Dachbereich zum Einsatz, spielen in der Baupraxis aber eine deutlich geringere Rolle als lose Zellulosedämmstoffe, die mit Wasserdampf behandelt und zu Zelluloseplatten gepresst wird. In der Zellulose enthaltene Bindemittel sorgen für den Zusammenhalt des Materials. Eventuell kommen Zusätze zum Papier-Grundmaterial hinzu, aus dem die Zellulosedämmplatten produziert werden. Oft werden zerkleinerte Textilreste zur Zellulose gemischt, um die Stabilität der Zellulosedämmplatten zu erhöhen. Weitere Zusätze können beispielsweise Borsäure und Borsalze sowie weitere Stoffe sein, um diverse Eigenschaften von Zellulosedämmplatten wie etwa die Brennbarkeit zu mindern. Zelluloseplatten sind relativ flexibel, weitgehend resistent gegen Fäulnis und Verrottung, aber eher nicht druckstabil.

## Zellstoffverbundelemente

Bei den so genannten Zellstoffverbundelementen (ZVE) handelt es sich um formstabile Dämmplatten. Die Platten bestehen aus mindestens drei Lagen gewelltem und ebenem Zellstoff, der kreuzweise oder auch in gleicher Richtung schichtweise mit Mais- oder Kartoffelstärke verklebt wird. Durch die kreuzweise Anordnung der Schichten wird zusätzlich eine sehr hohe Druckfestigkeit und Formstabilität bei geringem Eigengewicht erreicht. Zudem besitzen die Platten eine gute Schalldämmung, weshalb sie auch als Trittschalldämmung eingesetzt werden.





## Pflanzenfasern als Dämmmaterial

**N**eben Zellulose aus Papier bzw. Holz und Stroh finden weitere Pflanzenfasern Verwendung als Rohstoff für die Herstellung von Dämmmaterialien. Mit unterschiedlichen Technologien werden Fasern gewonnen, die als Einblasdämmung, als Stopfwohle, als flexible Matten oder zu Platten verklebt Anwendung finden. Je nach Herkunft und Art der Pflanzen ergeben sich bestimmte Eigenschaften, die auf natürliche Weise die Anforderungen an Dämmstoffe erfüllen.

**A**lle aus organischem Material hergestellten Fasern haben annähernd die gleichen guten Eigenschaften. So sind sie nur gering wärmeleitend, diffusionsoffen und meist gut beständig gegen schädigende Einflüsse, wie z.B. Schimmelbefall. Besonders bei Pflanzen, die in Gewässernähe oder in Flachwasserzonen wachsen, kann durch Salzgehalt und/oder Kieselsäureanteil eine natürliche Baustoffklasse<sup>4</sup> B2 (normal entflammbar) erreicht werden.

**V**ieľfach werden diese Dämmmaterialien aber zusätzlich mit Borsäure behandelt, um die Baustoffklasse B1 (schwer entflammbar) zu erreichen. Bei der Bewertung von alternativen/ ökologischen Bauprodukten ist auch die Ökobilanz von nicht geringer Wichtigkeit. So kann ein Dämmmaterial schon aus Gründen der Beschaffbarkeit oder der aufwendigen Bearbeitung diese Bilanz negativ beeinflussen. Das Herstellen von Matten oder Dämmplatten ist fast immer mit dem Zumischen von Bindemitteln verbunden, was wiederum das Recycling erschweren kann.

**D**ie im Folgenden vorgestellten Fasermaterialien mögen ungewöhnlich erscheinen, wobei besonders Wiesen- und Weidegras als Dämmmaterial nahezu unbekannt sind. Hanfprodukte allerdings sind mittlerweile stärker verbreitet, als man annimmt.

**A**lle diese Dämmmaterialien aus Pflanzenfasern sind mehr oder weniger brennbar, bzw. werden mit der Brandschutzklasse B2 eingestuft. Das heißt normal entflammbar. Deshalb werden sie mit Brandschutzmitteln behandelt.



<sup>4</sup> Durch Brandprüfungen gemäß DIN 4102 werden Baustoffe entsprechend ihrem Brandverhalten einer Baustoffklasse zugeordnet.



## Wiesengras

**Z**ur Herstellung von Dämmmaterial aus Gras findet meist das *Deutsche Weidelgras* Verwendung, eine weitverbreitete und unempfindliche Grassorte. Wiesengras ist CO<sub>2</sub> neutral, gesundheitlich absolut unbedenklich und kompostierbar. Die bei der Herstellung anfallenden Abfallprodukte können in Biogasanlagen verwertet werden.

**N**ach dem Mähen muss das Gras als Erstes haltbar gemacht werden. Hierfür wenden die Hersteller eine Silagetechnik an, eine Konservierungsmethode für nachwachsende Rohstoffe durch Milchsäuregärung. Anschließend wird die Silage mit warmem Wasser gewaschen. Zurück bleibt reine, von Nährstoffen freie Zellulose, aus der Einblasdämmstoff hergestellt wird.

**W**ie auch andere Dämmmaterialien aus Zellulosefasern werden die Wiesengrasfasern vor der Trocknung mit einer Beimischung aus Borsalz versehen. Der so gewonnene Einblas- und Stopfdämmstoff besteht aus 96% Zellulose und 4% Borsalz.

**W**iesengrasdämmung wirkt feuchtigkeitsregulierend und verfügt über gute Schallschutzeigenschaften. Weiterhin bietet das Material einen guten sommerlichen Hitzeschutz.

**A**ls Einblasdämmung eignet es sich besonders für die Altbausanierung. Wiesengras kann auch zu Dämmmatten verarbeitet werden. In Deutschland gibt es allerdings noch keinen Hersteller für Dämmmatten aus Wiesengras.



*Deutsches Weidelgras*

Foto privat J.Bethke



## Seegras

**A**bgestorbenes Seegras wie es an den Küsten der Ostsee vorkommt, liegt an den Stränden und verrottet nicht. Diese Eigenschaft des Materials kommt seiner Funktion als Dämmung zugute.

**M**it sehr geringem Energieaufwand kann aus dem Meereslaub ein nachhaltiger Dämmstoff hergestellt werden, der sehr gute feuchtigkeitsregulierende Eigenschaften besitzt.

**M**it Seegras aus der Ostsee zu dämmen ist an sich keine neue Erfindung. Bei der Ostseeegrasdämmung wird die gesamte Pflanze verarbeitet. Die Weiterverarbeitung des Materials erinnert an den Umgang mit Heu. Im Mittelmeerraum entstehen aus dem dort wachsenden Seegras (*Posidonia oceanica*) durch die Wellenbewegung des Meeres sogenannte Neptunkugeln. Die etwa 2 bis 10 cm großen, filzartigen, von der Sonne getrockneten Bälle können einfach aufge-

sammelt werden. Um damit zu dämmen, werden sie durch ein Rüttelverfahren von Sand und Kleinstfasern befreit und anschließend gehäckselt. Die zerkleinerten Seegrasbälle, also die so gewonnene Seegras-Dämmwolle, kann nun auf unterschiedliche Weise, durch schütten, stopfen oder einblasen, eingebracht werden.



*Seegras*

<https://pixabay.com/de/photos/sandd%C3%BCnen-dunes-nationalpark-oregon-52902/>



## Hanf

In Deutschland ist der Hanfanbau seit 1996 für einige rauschgiftarme Sorten wieder erlaubt. Hanfpflanzen wachsen schnell und sind robust. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist unter guten Bedingungen nicht nötig.

**H**anfdämmstoffe können aus den Nebenprodukten des Hanfanbaus, den Hanffasern und Schäben<sup>5</sup> hergestellt werden. Im ersten Schritt werden die Hanffasern aus dem Stängel mittels Röstung gelöst. Ein mechanisches Verfahren sorgt dann für den Aufschluss der Hanffaser. Unter Zugabe natürlicher Bindemittel und Salze zur Erhöhung des Brandschutzes, entstehen durch mechanische Verfilzung oder Vliesbildung Dämmmatten. Q



*Hanfdämmung*

### *Hanfkalk ein Baustoff*

**H**anf kann aber nicht nur als hervorragender Dämmstoff genutzt werden, mit Kalk vermischt entsteht ein Baustoff der betonähnlich hart und belastbar ist.

**H**anfkalk, oder auch Hanfbeton genannt, vereint die günstigen Dämmeigenschaften von Hanf mit den baustatischen Eigenschaften von Kalk. Mittlerweile gibt es etliche Hersteller und Vereine, die sich mit der Herstellung von Hanfkalk beschäftigen.

Weitere Informationen: <https://www.hanfkalk-berlin.de/>

<https://www.hanfandkalk.de/leistungen/bauen-mit-hanfkalk/>

In der Bauwirtschaft erreicht Hanf nur einen Marktanteil von 7 %. Ein Schwerpunkt ist die Verwendung von Hanffasern im Automobilbau, wo sie als Verstärkung für Kunststoffe der Türinnen- und Kofferraumverkleidung genutzt werden. Vor allem die weitere Ausdehnung des Dämmstoffmarktes und die Nutzung von naturfaserverstärkten Kunststoffen auch außerhalb der Automobilindustrie bestimmt aktuell das Wachstum des europäischen Hanfmarktes.

<https://pixabay.com/de/images/search/hanfdaemmung/>

<sup>5</sup> Schäben: <https://de.wikipedia.org/wiki/Schäbe>



## Flachs / Lein

**F**lachs, die Produktbezeichnung des aus der Leinpflanze hergestelltem Rohstoff, ist neben Holz, Stroh oder Hanf eine der ältesten Kulturpflanzen in unseren Breiten. Obwohl Flachs noch mehr als Hanf eher in den Bereich von Kleidung und Seilerei gehört, so hat er sich doch auch als Dämmstoff etabliert oder wieder eingeführt.

**W**ährend Leinen vor allem für die Textilherstellung seinen Schwerpunkt hatte und dafür die Langfaser verwendet wurde, blieb die Kurzfaser als Abfall zurück. Genau diese Kurzfaser kann für den Baustoff genutzt werden. Man jagt sie durch Nadelwalzen und fügt sie zu einem festen Vlies zusammen. Mit Klebstoff werden diese zu Dämmplatten verklebt, manche davon mit Stützgewebe verstärkt.

**F**lachs hat gute, die Feuchtigkeit regulierende Eigenschaften. Der Marktanteil von Flachs als Dämmstoff liegt in Deutschland allerdings nur bei 5%. Neben der guten Dampfzirkulationsfähigkeit wirkt Flachs auch Wärme dämmend und ist fäulnisresistent. Als Dämmstoff lässt sich Flachs gut verarbeiten und vor allem zur Sparren-Dämmung einsetzen, sowohl in der Innen- und Außendämmung als auch in der Altbausanierung. Aus dem Samen der Pflanze wird außerdem ein Öl gewonnen, das Hauptbestandteil vieler Öle zur natürlichen Holzbehandlung ist.



*Flachs*

<https://pixabay.com/de/photos/flachs-pflanze-trocknen-handwerk-4414741/>



## Jute

Ein „neuer“ Dämmstoff auf unserem Markt ist Jute. Lieferant des Rohstoffes ist die Corchorus-Pflanze. Bei uns nicht heimisch, kommt der Großteil der hier genutzten Jute aus Indien bzw. Asien. Das würde Jute als reinen Rohstoff mit hohen Transportkosten eigentlich negativ darstellen.

Die meiste Jute wird aber nicht direkt geliefert sondern kommt in Form von Säcken und oder Seilen an und wird hier upcyclet, sprich aufgetrennt / gerissen, mit Soda gereinigt und brandschutztechnisch behandelt. Aus dem, was bleibt, wird mit Zusatz von Stützfasern neues Dämmmaterial aufgebaut.

Jute ist mit Hanf und Flachs vergleichbar, und die Faser wird auch oft mit Hanf zusammen verarbeitet. Jute wird oft mit Hanf im Verbund im Handel angeboten.

Die Anwendung von Jute ist sehr breit möglich. Ihre Reißfestigkeit und geringe Dehnbarkeit machen sie interessant. Auch als Feuchtigkeitsregulierer und Wärmespeicher ist Jute sehr sinnvoll. Dafür ist die Faser für Schädlinge aus der Tierwelt in unseren Breiten unbekannt, und Schädlinge sind daher nicht von Belang. Außerdem ist Jute vollständig biologisch abbaubar und langlebig. Dämmplatten und Vliese aus Jute lassen sich ideal bearbeiten und benötigen keine besondere Ausrüstung. Sie sind gut für eine Dachdämmung und als Stopfmateriale zum Dichten geeignet.

Die Produktion von Jutedämmplatten realisiert sich derzeit in Deutschland aus gebrauchten Kakaosäcken. Wobei es zwei unterschiedliche Produktlinien gibt. Dabei kommt zum einen das Verkleben mit Maisstärke zum Einsatz und zum anderen Verkleben mit herkömmlichen Kunststoffen.

Angaben zum Primärenergieverbrauch werden nicht gemacht. Da es sich aber um ein Recycle - Baustoff handelt, liegt dieser Wert vermutlich auch in einem guten Bereich.



*Jutesäcke*



## Kokosfaser

Die Kokosfaser ist eine leichte, sehr elastische und bruchfeste Faser und wird aus der Fruchthülle der Kokosnuss hergestellt. Sie ist innen hohl, worauf ihre hohe Wärme- und Schalldämmungseigenschaft beruht. Kokosfasern werden zu Vliesen und flexiblen Dämmmatten unterschiedlicher Dicke verarbeitet.

Kokosfaser ist sehr vielseitig in der Wärme- und Schalldämmung einsetzbar, sei es als Stopfwole zum Auskleiden von Restflächen, zur Wanddämmung im Leichtbau oder zur Trittschalldämmung und Hohlraumdämmung von Decken.

Durch seine hohe Strapazierfähigkeit und Unempfindlichkeit gegenüber Feuchtigkeit werden Dämmstoffe aus Kokosfaser gerne zur Dämmung feuchtigkeitsempfindlicher Bereiche wie z.B. unter Estrichen, Keller- und Außenwandisolierungen und Dämmung zwischen zweischaligem Mauerwerk verwendet. Die diffusionsoffene Eigenschaft einer Kokosfaser - Dämmung macht sie besonders für die Altbausanierung interessant. Der Dämmstoff Kokosfaser weist sehr gute Wärme- und Schalldämmungs Eigenschaften auf.

Durch pflanzeneigene Gerbstoffe besitzt die Kokosfaser eine hohe Beständigkeit vor dem Verrotten und ist relativ widerstandsfähig gegenüber Nässe. Für das Erreichen der Brandschutzklasse B2, (normal entflammbar), ist der Zusatz von Borsalzen oder Ammoniumsulfat erforderlich. Da Kokosfasern importiert werden müssen, belastet der weite Transportweg die Ökobilanz dieses Dämmstoffs. Die gute Verfügbarkeit heimischer Dämmstoffe auf pflanzlicher Basis, wie z.B. Hanf und Flachs, haben dazu geführt, dass kaum noch Dämmstoffe aus Kokosfaser angeboten werden.



*Kokosbau*

<https://pixabay.com/de/photos/kokosnuss-nuss-kokos-baustelle-2665927/>



## Schafwolle - ein tierischer Dämmstoff

**F**ür eine Dämmung ist Schafwolle der einzige verfügbare Stoff aus tierischen Fasern. Die Schafwolle wird nach der Gewinnung zunächst gesäubert. Anschließend werden die Fasern zu einem Vlies verfilzt. Auch hier wird, wie bei pflanzlichen Dämmstoffen, Borsalz hinzugegeben, um die Entflammbarkeit des Materials zu senken.

**E**xtrem elastisch verfügt Schafwolle über eine gute Wärmedämmung. Außerdem hat Wolle die besondere Fähigkeit Aldehyde<sup>6</sup> zu binden oder gar abzubauen, was eine luftreinigende Wirkung darstellt. Schafwolle ist leicht zu verarbeiten und gut mit Holzkonstruktionen zu kombinieren.

**N**achteile dieses Rohstoffes sind seine Herstellungskosten, die ihn recht teuer machen und die Anfälligkeit für Schädlinge wie Motten. Dies erfordert einen guten Schädlingschutz.



**Mottenschutz** Anstelle der gesundheitlich bedenklichen Pyrethroide, Borsalze oder dem in der EU nicht mehr zugelassenen Mittel FF hat sich ein neuer Standard etabliert, um Schafwolle dauerhaft und gesundheitlich unbedenklich vor Mottenfraß zu schützen. Hierzu wird das lt. EU-Chemikaliengesetz zugelassene Wollschutzmittel Thorlan IW verwendet, dessen Wirkstoff Kaliumfluorotitanat IV ist. Diese Substanz findet in ähnlichen Konzentrationen auch Anwendung in Dental-Abformmaterial und ist im lt. EINECS-Register zugelassenes Produkt. Die Aufbringung erfolgt in einem kontrollierten, dem Wollfärben ähnlichen Prozess. Nach fachgerechter Aufbringung ist die Substanz chemisch permanent an die Wollfaser gebunden und somit ebenso dauerhaft wirksam wie gesundheitlich unbedenklich. Die Bindung ist beständig gegen Wässerung und Feuchtigkeit und wird auch durch lang anhaltenden Einfluss von UV-Strahlung nicht zerstört.



Schafwolle

Obwohl subjektiv der Eindruck entstehen könnte, dass in Deutschland relativ viele Schafe gehalten werden und es eine große Wollproduktion gib, hat die Schafhaltung in den letzten hundert Jahren abgenommen.

So gab es um 1900 noch einen Bestand von ca. 10 Millionen Schafen im Jahre 2020 nur noch 1,48 Millionen

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/163426/umfrage/entwicklung->

Der Grund für die hohen Herstellungskosten sind unter anderem der große Reinigungsaufwand bis der Rohstoff verwendet werden kann.



<sup>6</sup> Aldehyde gehören zu den gesundheitsschädigenden Substanzen, die in der Raumluft auftreten können. Das bekannteste Aldehyd ist Formaldehyd, seine jährliche Produktionsmenge in Deutschland beläuft sich auf ca. 500.000 Tonnen. Formaldehyd wird meist als Rohstoff in der chemischen Industrie, z.B. zur Herstellung von Kunststoffen, Lösungsmitteln und Farbstoffen verwendet. Darüber hinaus kommt es als Desinfektionsmittel bzw. Konservierungsmittel zum Einsatz. <https://www.baunetzwissen.de/glossar/a/aldehyde-1558535>



## Bauen mit Pilzen?

**S**eit Jahren beschäftigen sich verschiedene Forschungsprojekte, Universitäten, private Forschungslabore und Baustoffhersteller mit der Thematik, mit Hilfe von Pilzen nachhaltige Bausysteme zu entwickeln.

**F**ür die Herstellung solcher Baustoffe nutzen die Forscher die unterirdischen Teile des Pilzes das Myzel. Das Myzel bezeichnet ein Geflecht von fadenförmigen Zellen, die miteinander verbunden ein Gebiet von mehreren Quadratkilometern durchziehen können. Die dazu verwendeten Sporen stammen vom Glänzenden Lackporling (*Ganoderium lucidum*) einem bevorzugt auf Eichenholz wachsendem Pilz. Er ist kein Speisepilz und als Holzschädling unbedeutend.

**G**ezüchtet wird das Myzel-Geflecht auf biologischem Abfall wie Stroh, Kaffeesatz oder Holzspänen. Nach wenigen Wochen durchziehen die Hyphen das Substrat, wobei es vermieden werden muss, dass das Myzel keine oberflächlichen Fruchtkörper ausbildet. Nach einer Trocknung, die zum Absterben des Myzels führt, bleibt lediglich dessen haltbare Struktur übrig.

**A**siatische Forschungsprojekte beschäftigen sich mit dieser Technologie in Verbindung mit Bambus als Wachstumssubstrat, wobei computergestützte Programme die optimale Dreidimensionalität des Baukörpers vorher berechnen.

**B**aukörper aus Pilzmyzel sind biologisch abbaubar und können nahezu energieneutral hergestellt werden. Mittlerweile ist es möglich in Verbindung mit z.B. Bambus auch tragende Bauteile herzustellen. Durch verschiedene Verfahren entstehen sogar formbare Baukomponenten nach Kundenwünschen.

**E**in vollständig kompostierbares Haus ist also vorstellbar.



*glänzender Lackporling*

<https://pixabay.com/de/photos/ganoderma-heilpilzen-1829862/>



## Anorganische Baustoffe

Zu den anorganischen Baustoffen zählt man mineralische Baustoffe wie Naturstein, keramische Baustoffe wie z. B. Glas, Mineralwolle und Beton sowie metallische Baustoffe wie Stahl und Aluminium. Diese Materialien enthalten in der Regel keinen Kohlenstoff (Ausnahme CO und CO<sub>2</sub>). Anorganische Baustoffe enthalten keine pflanzlichen oder tierischen Bestandteile. Diese Rohstoffe sind zwar genau so natürlich entstanden wie die organischen, aber sie sind begrenzt.

### Lehm

Lehm zählt zu den bauphysikalisch und baubiologisch interessantesten Baustoffen. Er besteht aus annähernd gleichen Teilen aus Sand, Schluff und Ton und ist sehr weit verbreitet. Seit der Verwendung von Lehm als Baustoff werden diesen Grundstoffen zusätzlich weitere Zuschlagstoffe und Bindemittel beigemischt.

Lehm ist einer der natürlichsten Baustoffe und besitzt sehr gute bauphysikalische und baubiologische Eigenschaften. So können Lehmstoffe sehr schnell überschüssige Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und bei Bedarf wieder abgeben. Ferner speichert Lehm Wärme und ist in der Lage Schadstoffe zu absorbieren.

Diese positiven Eigenschaften des Baustoffs Lehm haben in den letzten Jahren dafür gesorgt, dass das Interesse an den Lehmstoffen gestiegen ist. Mit der Entwicklung neuer Lehmprodukte sind Alternativen zu der aufwendigen historischen Verarbeitung von Lehm entstanden.

Zunächst sollen jedoch traditionelle Lehmweisen vorgestellt werden.



*Lehmgrube*

<https://pixabay.com/de/photos/erde-lehmboden-lehm-furche-graben>



## Lehmsteine / „Lehmziegel“

**D**ie Bezeichnung „Ziegel“ ist insofern nicht korrekt, da es sich um in Form gebrachten, luftgetrockneten, ungebrannten Lehm handelt. Die Methoden des Lehmbaus sind vermutlich in mehreren Regionen der Welt unabhängig voneinander erfunden worden.

**L**ehm besteht hauptsächlich aus Ton (Aluminiumsilikat) und Feinsand (Schluff). Je nach Region ist Lehm unterschiedlich zusammengesetzt. Ist der Tonanteil hoch, spricht man von fettem Lehm, ist er eher niedrig von magerem Lehm. Es handelt sich also um keinen genormten Roh- bzw. Baustoff

**U**ngeschützt ist Lehm wasserempfindlich was dazu führte, dass dieser Baustoff in Mitteleuropa lange Zeit kaum noch Anwendung fand.

**W**ände aus Lehmsteinen werden wie bei der Bauweise mit gebrannten Ziegeln meist in einfachen Mauerverbänden gemauert. Als Mörtel dient ebenfalls Lehm mit entsprechendem Sandanteil. Lehmsteine werden auch zum Ausmauern von Gefachen von Holzständerwerken (Fachwerk) genutzt.

**W**ie bei anderen Bauprodukten werden den heutigen Mischungen zur Herstellung von Lehmziegeln ganz verschiedene Rohstoffe zugesetzt. Diese Zusätze verändern das Produkt je nach gewünschter Eigenschaft.

**E**ine Alternative zum Mauern von „Stein auf Stein“ bieten neuere Produktpaletten z. B. Lehmbauplatten auch mit der Möglichkeit zur Integration von Heizsystemen.



*ungebrannte Lehmsteine*

Lehm verbraucht 5 bis 10 Prozent weniger Energie als zur Herstellung von gebranntem Ziegel oder Beton benötigt wird. Lehm erreicht einen guten Schall- und Trittschutz und ist ein ausgezeichnete Wärmespeicher. Durch gute Wasserdampfaufnahme- und abgabe liegt die relative Raumluftfeuchte bei konstant um 50 %.

<https://pixabay.com/de/photos/usbekistan-chiva-altstadt-ichankala-4585085/>



## Traditionelle Lehmbauweisen

**A**us dem Baustoff Lehm in Verbindung mit Stroh und Holz wurden und werden traditionell Wände und Decken erstellt. Dazu gehören Stampflehmwände wobei eine Strohlehm Mischung in eine Schalung gestampft wird, weiterhin Lehmwellerbau, Lehmstaken und Lehmwickel.

**L**ehmwickel / Weller: Lehmwickeltechniken dienen zum Füllen von Holzbalkendecken. Sie werden, wie der Name sagt, gewickelt. Dabei wird um ein längeres ( 80-100 cm langes je nach Balkenabstand) gespaltenes Rundholz eine Lehm- Stroh- Häcksel Mischung geformt, anschließend mit Langstroh umwickelt und nochmals mit einer Schicht Strohlehm versehen.

**D**ie Enden der Hölzer bleiben dabei frei. Für eine Lehmwickel-Decke werden die fertig gewickelten Weller in Nuten der Deckenbalken geschoben Unebenheiten und etwaige Lücken zwischen den Wickeln werden mit dem Lehm- Strohgemisch ausgeglichen bzw. verstopft.



*fertige Lehmwickel*



*Lehmwellerdecke von oben*

Fotos privat J. Bethke



## Lehmputz

Im Gegensatz zu der Meinung, Lehmputze können lediglich auf Lehmwänden aufgebracht werden, gibt es unterschiedliche Produkte (Haftmörtel) die auch einen Putz auf nicht saugenden Untergründen erlauben.

Durch natürliche Farbtonunterschiede können unzählige Farbvarianten erreicht werden.

In Kombination mit Faser- und Dämmstoffen werden weiterhin positive Eigenschaften erzielt.

Lehmputze werden meist mehrlagig aufgetragen. Dazu sollen die einzelnen Schichten zwischentrocknen. Dies erfordert ein gewisses handwerkliches Geschick.

Als Nachteil von Lehmputzen ist die Stoßempfindlichkeit zu nennen, da Lehmputze wesentlich weicher sind als z. B. Kalkputze. Lehm und Kalk können als Putzmischung gut gemischt werden.



*Verputzen der Lehmdecke*

Foto privat J. Bethke



## Lehmbauplatten

Lehmbauplatten stellen eine „echte“ Alternative zu konventionellen Baustoffen und Verbundbaustoffen dar. Diese Platten können schnell und einfach verbaut werden. Neben dem Hauptbestandteil Lehm werden die Platten entweder durch Schilfrohmatten armiert oder wie bei Lehmsteinen durch Stroh- bzw. Holzfasern (Sägespäne) stabilisiert. Ferner können weitere pflanzliche oder mineralische Zuschläge enthalten sein. Die Platten werden nicht wärmebehandelt, so dass die positiven Eigenschaften des Lehms in vollem Umfang erhalten bleiben.

Eine weitere Eigenschaft, wie bei Lehm überhaupt, ist ihre Fähigkeit, Geruch zu absorbieren und Strahlung abzuschirmen. Lehmbauplatten werden im Trockenbauverfahren entweder an Holz- oder Metallkonstruktionen, ähnlich wie Gipskarton montiert oder nachträglich an bereits vorhandene Wände gebracht. Bei letzterer Variante muss allerdings auf die besonders Hohlstellen freie Anbringung geachtet werden, da es sich letztlich um eine Art Wärmedämmverbundsystem handelt.

### Lehmbauplatten in Kombination mit Wandheizung

Kein anderer Baustoff eignet sich so gut für die Kombination mit einer Wandheizung wie Lehm. Vor der Entwicklung von Trockenbauplatten aus Lehm konnten Wandheizungselemente jedoch ausschließlich in Lehmputz verlegt werden. Mittlerweile bieten einige Hersteller Lehmbauplatten mit integrierten Wandheizungsrohren an. Dadurch wird die Montage einer Wandheizung im Trockenbau sehr viel einfacher, ohne dass auf die baubiologischen Vorzüge der Lehmabaustoffe verzichtet werden muss.



*Lehmputz mit Heizsystem*

Lehmbauplatten mit integrierten Heizsystemen werden wasserführend oder auch elektrisch angeboten. Sie funktionieren ähnlich wie herkömmliche Fußbodenheizungen.

Foto privat J. Bethke



## Lehm als Dichtmaterial

Ein immer währendes und großes Thema sind nasse Keller und feuchte Wände. Neu zu errichtende Gebäude werden mit den sogenannten weißen oder schwarzen Wannen oder, wenn nicht unterkellert wird, mit massiven Bodenplatten gebaut.

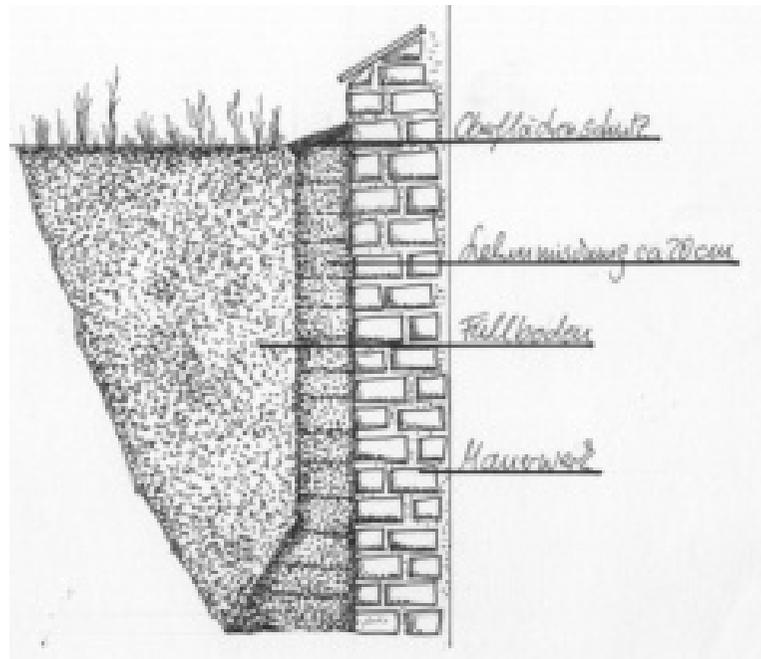
Das ist durchaus nachvollziehbar, obwohl diese Bauweisen zumindest umwelttechnisch nicht gut abschneiden. erinnert sei hier an hohen Materialverbrauch, Bodenverdichtung und schlechte Recyclefähigkeit, da alle verwendeten Dichtstoffe fest mit dem verbauten Beton verbunden werden.

Besonders bei Sanierungsvorhaben wird dann ein enormer Aufwand betrieben, oft mit hohen Kosten und wenig Erfolg. Eine wenig bekannte Methode ist eine Abdichtung des Kellermauerwerks mit Lehm bzw. Ton.

Die Wirkungsweise dieser Ausführung beruht auf der Eigenschaft von Lehm zu quellen. Je weniger Sand und umso mehr Ton der Lehm enthält, desto größer ist die Quellfähigkeit und somit die Dichtigkeit.

Mittlerweile werden fertige Lehmmischungen im Handel angeboten. Nach Herstellerangaben sind diese auch vom Laien problemlos verarbeitbar.

Zunächst wird (bei nachträglichem Einbau) das Außenmauerwerk ca. 20 cm breit und bis auf das Fundament aufgegraben. Die Lehmmischung wird lagenweise eingebracht und festgestampft. Abschließend sollte ein Oberflächenschutz angebracht werden



schematische Darstellung Mauerwerksabdichtung mit Lehm

Tonminerale sind wasserhaltige Aluminiumsilikate mit plättchenförmiger Struktur, auch Schichtsilikate genannt. Bei ausreichenden Wassergehalten ist Ton plastisch verformbar und wird spröde wenn er trocknet oder gebrannt wird.

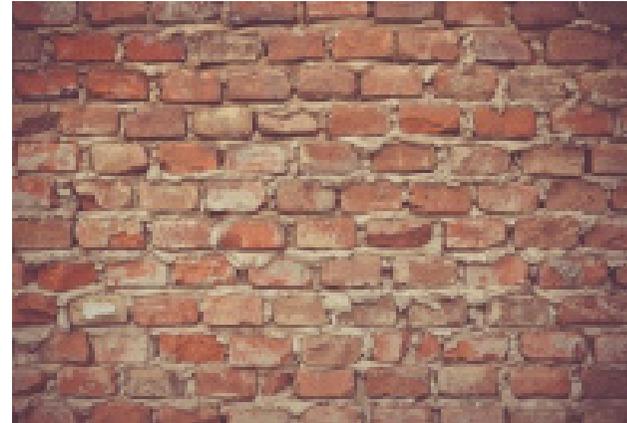
Zeichnung J. Bethke



## Ziegel

**A**ls Ziegel, richtiger ist die Bezeichnung Mauerwerk Ziegel, gelten zwischen ca. 900°C und 1200°C gebrannte Lehmsteine. Besonders im Norddeutschen Raum waren sie schon immer das bevorzugte Baumaterial. Grundsätzlich gilt, je höher die Brenntemperatur, desto widerstandsfähiger ist das Material. Je nach Region sind die Übergänge vom historischen Backstein über Ziegelsteine bis hin zum hochgebrannten Klinker manchmal fließend. Auch das regionale Ausgangsmaterial, also der vorhandene Lehm, spielt eine Rolle sowohl für physikalische Eigenschaften als auch optisch.

**D**ie Ziegelbauweise unverputzter Fassaden kennt unzählige Spielarten zum einen der Mauerwerksverbände und zum anderen der schmückenden Elemente. Die dekorativen Möglichkeiten der Ziegelbauweise gehören leider zu einer fast verloren gegangene Tradition.



*historische Ziegelwand*

**M**auerwerksziegel werden heute fast nur noch für Passivhäuser, kleine Bauwerke und hauptsächlich für Außenwände verwendet. Sie sind preiswert, gut wärmespeichernd und weisen gute schallschutzdämmende Eigenschaften auf. Lassen sich Mauermörtel und Steine im Falle des Abrisses eines Gebäudes leicht voneinander trennen, ist Ziegelstein nicht nur sehr gut recyclebar, sondern auch wiederverwendbar.

**D**er Bau mit Mauerwerk Vollsteinen ist allerdings zeitaufwendig und materialintensiv. Ziegelstein ist ein verhältnismäßig schwerer Baustoff. Das sind für den Bauherren Nachteile, der daran denkt, eine Bauleistung zum großen Teil selber zu erbringen.

**F**ür verputzte Fassaden und Innenwände eignen sich die verschiedensten Arten von sogenannten Hohllochziegeln.

<https://pixabay.com/de/images/search/putz/>



## Hohllochziegel

**M**it dem Einsatz von Hohllochziegeln kann sowohl ein Gewichtsverlust erreicht werden als auch eine erhebliche Senkung der Wärmeleitfähigkeit. Hohllochziegel wurden schon in der Antike verbaut. Diese waren aber nicht für tragende Wände geeignet. Mit der Veränderung der Lochung, von horizontal zu vertikal, wurde dies möglich.

**H**eutzutage werden Hohllochziegel als Mauerziegel, also mit tragender Funktion auch mit integriertem Dämmmaterial angeboten. Als Dämmmaterial kommen hauptsächlich anorganische Dämmstoffe, wie Mineralwolle, Perlite usw. zum Einsatz. Eine zusätzliche Dämmung erübrigt sich damit dann.



*moderne Hohllochziegel*

## porosierter Ziegel / Protonziegel

**P**orosierte Ziegel werden beim Herstellungsprozess mit organische Stoffe versehen, die im Brennprozess verbrennen und so Hohlräume, die Poren, hinterlassen. Das bewirkt eine Gewichtsabnahme und eine höhere Dämmeffizienz.

**D**ie Ziegel bzw. Protonziegelsteine werden in vielen Formen und Varianten hergestellt, auch mit in der Lochung eingebrachten Dämmstoffen.

Hat man sich für den Bau mit Lochziegeln entschieden, wird es sich lohnen, Produkte dieser Baustoffgruppe untereinander zu vergleichen.

<https://pixabay.com/de/photos/baustelle-bauen-bau-bauarbeiten-3536760/>



## Blähton als Dämmmaterial

**1917** erfand der US Amerikaner S.J. Hayde den aufgeblasenen Ton, Blähton als Zuschlag für Putze und Mauermörtel. Es handelt sich hierbei um kalkarmen Ton, der mit vielen organischen Bestandteilen gesättigt ist.

**D**er Ton wird gemahlen, granuliert und dann bei 1200°C im Drehrohrofen gebrannt. Aus den organischen Bestandteilen entwickeln sich dabei viele kleine CO<sub>2</sub> Kammern im Ton, die diesen sich aufblähen lassen. Es entstehen kleine Blähtonkissen in runder Form. Dies macht den Blähton als Zuschlagsstoff vor allem in Leichtbeton interessant, aber auch als Schüttdämmung vor allem im Sanierungssektor.



**D**ie Vorteile von Blähton liegen in seiner Unempfindlichkeit gegenüber Wasser und Frost. Er ist druckfest und beständig gegenüber Säuren, Laugen, dabei diffusionsoffen und kapillaraktiv. Blähton ist resistent gegenüber Ungeziefer und Schimmelpilzen und enthält keine synthetischen Zusätze. Da Blähton nicht verrottet, ist er praktisch unbegrenzt haltbar. Eventuelle Reste können problemlos im Garten und Landschaftsbau eingesetzt werden.

**N**achteile von Blähton sind seine eher geringe Dämmungsleistung. Für große zu dämmenden Flächen ist er durch einen relativ hohen Herstellungspreis nicht wirtschaftlich.

[https://  
www.istockphoto.com/  
de/foto/](https://www.istockphoto.com/de/foto/)



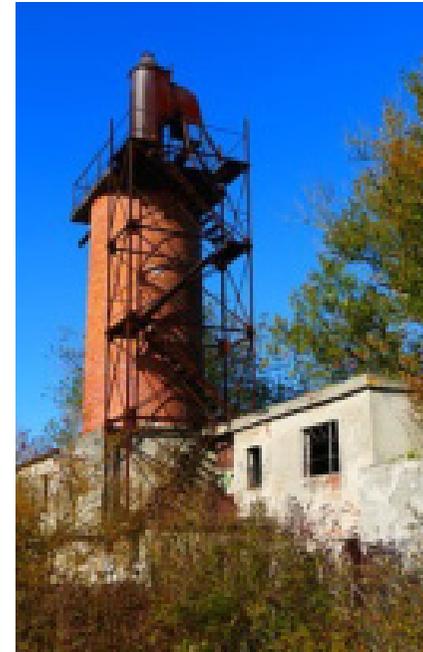
## Kalk

**K**alkgestein der Ausgangsstoff für Baukalk kommt in der Natur in vielfältigster Art vor. Die drei bekanntesten sind Weißkalke, Dolomitzalke und hydraulische Kalke. Diese verschiedenen Kalke aus den Steinbrüchen bestehen üblicherweise nicht nur aus reinem Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), sondern sie enthalten auch Bestandteile in Form anderer Mineralien. Das sind z. B. Aluminium, Magnesium und Eisen. Gerade diese machen den Kalk in seiner Verwendung so vielfältig.

**D**as Herstellungsverfahren für Baukalke ist im Prinzip immer gleich. Das abgebaute Kalkgestein wird zerkleinert, anschließend in einem Schachtofen bei Temperaturen von 900 bis 1200°C gebrannt. Dabei zerfällt das Gestein in Calciumoxid ( $\text{CaO}$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ). Nach dem Brennen wird das hoch reaktive Calciumoxid mit Wasser gelöscht. Dabei entstehen hohe Temperaturen. Es entsteht Calciumhydroxid  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ .

**D**er Abbindeprozess, des Baukalks findet statt, wenn sich das Kalkhydrat ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) unter Aufnahme von Kohlenstoffdioxid aus der Luft und Abgabe von Wasser zu Calciumcarbonat (Kalkstein) verbindet. Den gesamten Vorgang vom Abbau des Gesteins über das Brennen bis zum Abbindeprozess bezeichnet man als technischen Kalkkreislauf.

**K**alk ist ein absoluter Allrounder, was den Einsatz beim Bau betrifft. Bei der Verarbeitung hauptsächlich als Putz- und Mauermörtel wird der gelöschte Kalk mit unterschiedlichen Anteilen an Sand und Wasser gemischt. Der Abbindeprozess kann je nach Verfügbarkeit von Kohlendioxid in der Luft jahrelang dauern. Im Kapitel Putze und Oberflächen soll nochmals intensiver auf den Baustoff Kalk eingegangen werden.



Fälschlicherweise bezeichnen viele Menschen das Abbinden von Kalk als Trocknen. Es handelt sich aber um eine echte chemische Reaktion.

<https://pixabay.com/de/photos/search/kalkofen>



## Kalksandstein

**1850** war Deutschland in einem industriellen Umbruch, und der Arzt Anton Bernhardt beschäftigte sich damals auch mit der Lebenswirklichkeit der vielen in der neuen Industrie konzentrierten Arbeiter. Um einen sozialen Wohnungsbau zu stärken, wandte er sich neuen Bau - Materialien zu. Dabei gelang es, in einem Kaltpressverfahren die ersten Kalksandsteine herzustellen.

**K**alk und Sand unter Zugabe von Wasser waren und sind noch immer relativ günstig. Und das Verfahren, um daraus Steine herzustellen, die in Masse und Preis ausreichen, um einen großen Bedarf zu decken, war auch damals günstig.

**I**n dem Verfahren fallen keinerlei Schadstoffe an, und es wird wenig Energie benötigt. Mitte des 19. Jahrhunderts war das eine echte Alternative zum gebrannten Ziegel oder Naturstein. Weitere Vorteile des Kalksandsteins sind eine gute schalldämmende Wirkung, eine hohe Stabilität und die Fähigkeit, problemlos schwere Lasten verankern zu können, eine Voraussetzung für den hohen Geschossbau. Die geringe Porigkeit von Kalksandsteinen regelt die Feuchtigkeitsaufnahme herunter, damit wird er für den Außenbau sehr interessant.

**D**er hohe Wärmedurchgang bei nur einschaligem Mauerwerk jedoch ist ein ernstzunehmender Nachteil und macht eine kombinierte Dämmung unbedingt nötig. Die massive Dichte macht den Stein schwer und hart, was späteres Bearbeiten aufwendig und auch teuer machen kann. Ebenfalls beachtenswert ist der enorme Verbrauch von Sand.



*moderner Kalksandstein*

Kalksandstein wird aus Branntkalk und Quarzsand hergestellt. Beide Rohstoffe werden im Verhältnis von etwa 1:12 gemischt und mit Wasser vermischt. Weitere Zusätze sind nicht nötig. Aus der Mörtelmasse werden anschließend Steinrohlinge geformt. Bei Temperaturen von bis zu 200°C und unter hohem Druck werden die Mauersteine dann im Wasserdampf 4 - 8 Stunden lang ausgehärtet.

Foto privat J. Bethke



## Zement

**D**er bekannteste Baustoff überhaupt ist wohl Beton, doch bevor man von Beton reden kann, sollte man von Zement gesprochen haben. Denn ohne Zement kein Beton. Zement selber stammt aus dem Altertum und geht wahrscheinlich auf die Karthager zurück, und er kam mit den punischen Kriegen nach Rom. Hier erlebte er eine Blüte und wurde von den Römern als opus caementitium, einem Vorgänger des heutigen Beton, aus gebranntem Kalkstein als Bindemittel sowie Steinen, Sand und Puzzolanen als Zuschlag hergestellt.

**D**a Zement auch unter Wasser aushärtet, also abbindet, wurde er beim Kanal, Aquädukt und Hafenbau verwendet. Im 18. und 19. Jahrhundert wurden die hydraulischen Eigenschaften entdeckt bzw. wieder entdeckt und der Zement endgültig vom Bau- zum Bindemittel. Hauptsächlichste Bestandteile von Zement sind nun Kalkstein und Ton, welche gemahlen und dann bei 1450°C gebrannt bzw. verschmolzen (Sinterung) werden. Der daraus entstandene Klinker wird abgekühlt und je nach Verarbeitung (gewünschter Zementart) mit Hüttensand, Flugasche, Kalkstein oder Gips vermahlen.

**W**ie auch Kalk wird Zement zu Mörtel und Putz verwendet. Dabei wurden und werden insbesondere die positiven Eigenschaften von Zement hinsichtlich der Widerstandskraft gegen Feuchtigkeit und seine besondere Härte als Alternative zu z.B. Kalkbaustoffen genutzt. (Mehr dazu im Kapitel Putze und Oberflächen)

**E**in oft genannter Nachteil aus ökologischer Sicht sind die hohen Energie- und Herstellungskosten und der Verbrauch der begrenzten Rohstoffe.



Der Vorläufer bzw. das Vorbild für den Stahlbeton ist Rabitz bzw. Rigips. Sogar Strohlehm kann so gesehen werden. Stahlbeton übersteigt aber in seiner Festigkeit und Haltbarkeit Beide um Längen.

<https://pixabay.com/de/images/search/zement%20r%C3%B6mer/>



## Beton

**W**enn wir heute von Beton sprechen, meinen wir fast immer Stahlbeton. 1850 wird fast gleichzeitig in England und Frankreich der Stahlbeton erfunden. Zwischen Schalungen werden erst Eisengeflechte, später Stahlarmierungen eingelegt. Stahlbeton, ist aus dem Baugewerbe gar nicht mehr wegzudenken. Die Verbindung aus Stahleinlagen/Gerüsten haben ein Zusammenspiel gefunden, das den Betonbau revolutioniert hat. Fast zufällig entdeckte man, dass Eisen, später Stahl und Beton den gleichen Ausdehnungskoeffizienten besitzen. Im Stahlbeton nimmt der Beton die Druckkräfte, die Stahlbewehrung nimmt die Zugkräfte auf.

**D**er sogenannte Betonleim besteht aus dem Bindemittel Zement, grobem Kies bis 64 mm Ø und Wasser, das wird gemischt und durch Stampfen oder Rütteln verdichtet. Hergestellt werden so Fertigteile im Werk (Werkbeton) und auf der Baustelle der Ortbeton. Selbstverdichtender Beton ist eine sehr späte Erfindung aus Japan. Durch den Einsatz von Hochleistungsverflüssigern wird Beton flüssig gehalten und seine Eigenschaften verbessert. So wird der Bau erleichtert, da das Verdichten nicht mehr manuell geregelt werden muss und man an Arbeitskraft und Materialeinsatz sparen kann, dafür bedingt das aber ein sehr genaues und vorausschauendes Arbeiten.

**D**er Vorteil von Fertigteilen aus dem Werk liegt auf der Hand, man gewinnt die Vorfertigung, die Vermeidung von Fehlern und das Aussortieren fehlerhafter Teile. Auf der Baustelle können die Fertigteile dann schnell zusammengesetzt werden.

**D**ie Kritik am Baustoff Beton begründet sich, wie schon beim Thema Kalk erwähnt, mit den hohen Kosten der Herstellung des Rohstoffes Zement.

Beton zu recyceln oder CO<sub>2</sub> reduziert herzustellen ist heute notwendig und möglich.



*Stahlbetonbauweise*



*Betonbohrkern*

<https://pixabay.com/de/photos/grundlagen-stahlbeton-geb%c3%a4ude-1799115/>

Foto privat J. Bethke



## Porenbeton (Ytong)

**G**enau genommen ist Porenbeton kein Beton. Der früher Gasbeton benannte Werkstoff besitzt keine Gesteinskörnungen wie Kies oder Sand. Grundlage des Porenbetons ist ein feines quarzhaltiges Sandmehl, Branntkalk und Zement, die im Herstellungsprozess chemisch reagieren. Porenbeton gehört, wie Kalksandstein zu den dampfgehärteten Baustoffen und benötigt eine Dampfbehandlung mit gesättigtem Wasserdampf während der Herstellung.

**Z**udem muss Porenbeton nicht alle Bestandteile von Beton beinhalten. Es gibt beispielsweise Varianten ohne Zement. Porenbeton wird in sehr vielen verschiedenen Zusammensetzungen mit und ohne chemische Zusätze (Porenbildner) angeboten. Weiterhin gibt es Produkte bei denen eine Armierungen eingelassen ist oder zusätzliche Dämmstoffe. Besonders für nicht tragende Bauelemente wird Leichtbeton in Form von vorgefertigten Platten eingesetzt.

**P**orenbeton zeichnet sich durch sein geringes Gewicht aus, bietet eine gute Wärmedämmung und lässt sich leicht bearbeiten. Nachteilig ist ein schlechter Schallschutz, die hohe Aufnahme von Feuchtigkeit und die geringe Möglichkeit der Punktbelastung.

**D**ie Verarbeitung von Porenbeton ist relativ simpel. Die Steine werden mittels eines speziellen Mörtels miteinander verklebt und nach jeder Lage durch Lochbänder stabilisiert. Die einfache Ausführung macht Porenbeton vor allem für Umbauten und Innenwände attraktiv, wobei der geringe Schallschutz bedacht werden muss.



**P**orenbeton ist kein Bauschutt im herkömmlichen Sinne, da wie bereits erwähnt, dieser Baustoff keine Gesteinskörnung enthält. Im Gegensatz zu der immer noch verbreiteten Meinung Porenbeton könne nicht recyclet werden, führen viele Hersteller nicht benötigtes Material dem Herstellungsprozess wieder zu. Sortenreine Reste von der Baustelle werden gemahlen und anstelle von Sandmehl beigemischt.

**D**ie meisten Hersteller bieten einen kostenlosen Rückholservice an. Bedingung ist die konsequente Trennung von anfallenden Materialresten auf der Baustelle.

Häufig wird Porenbeton als Ytong -Stein bezeichnet. 1929 begann die industrielle Fertigung von Porenbeton-Erzeugnissen in Schweden. Gasbeton wurde später mit dem Namen Ytong zur ersten eingetragenen Baustoffmarke der Welt. Auch wenn es mittlerweile sehr viele Hersteller von Porenbeton gibt, ist wohl bis heute der Baustoff mit der Marke Ytong verbunden.





## Sichtbeton

### Einen Baustoff anders sehen

Ist der Stahlbeton eine physikalische Entdeckung, so ist der Sichtbeton auch eine, allerdings eher eine ästhetische. Beim heutigen Sichtbeton soll sich die Oberfläche der Schalung bewusst und geplant abbilden. Neben sehr glatten fast glänzenden Flächen können auch einfache Holzschalungen für sehr interessante Optiken sorgen.

**M**ittlerweile wird erfolgreich mit dem Baumaterial Beton experimentiert. So werden Reflektoren eingelassen die, wenn angestrahlt, z. B. Autobahntunnel beleuchten können.

**G**ravuren im Beton lassen sich vor allem über Licht bildlich präsentieren. Fotobeton ist eine weitere Form des Sichtbetons, bei der durch Auswaschung, Ausfräsung oder Abbindeprozesse ein Negativ auf den Beton übertragen wird und so ganze Bilderlandschaften dargestellt werden können. Durch Glätte oder Rauheit des Betons, Licht und Schatten wird die Umsetzung der Bilder auf den Beton erreicht.

**S**elbst Klangbeton, bei dem der eingebaute Lautsprecher oberflächlich nicht zu erkennen ist, gibt es schon.

**D**urch Einfärben sind viele Arten von Materialimitationen möglich, die das Original nachahmen aber günstige Eigenschaften des Beton mitbringen.

**T**eure Importe von z. B. Fassadenverkleidungen aus Naturstein können so vermieden werden und können selbst die umstrittene Ökobilanz des Betons positiv beeinflussen.



*Sichtbetonoberfläche mit Holzstruktur*



<https://pixabay.com/de/photos/beton-abdruck-holz-relief-textur-1301734/>



## Recycling-Beton

**D**er Bedarf an Beton ist gewaltig und die Ressourcen dafür endlich. Kalk- Sand- und Kiesvorkommen sind endlich. Recycling - Beton kann, gut aufbereitet, Zuschlagstoffe wie Sand und Kies fast vollständig ersetzen.

**A**llerdings gibt es dabei einiges zu beachten. Recycling-Beton (RC - Beton) ist nicht gleich RC- Beton. Die Zusammensetzung des Ausgangsstoffes Beton spielt dabei eine große Rolle.

**W**ichtig bei der Aufbereitung des Abbruchbetons ist vor allem das Zermahlen, Sieben und Klassifizieren des alten Betons, so dass man die Körnung und Verwendbarkeit des Materials gut einschätzen kann. Der meiste Altbeton wird lediglich im Straßenbau verwendet. Und ist somit nicht mehr als Bauschutt.

**D**ie Bereitschaft der Bauindustrie aufbereiteten Beton zu nutzen ist in Deutschland noch verschwindend gering. Selbst das ständig aktualisierte und weiterentwickelte Kreislaufwirtschaftsgesetz als zentraler Teil des deutschen Abfallgesetzes bewirkt bei der Bauindustrie wenig. Was in Deutschland nur sehr träge vorangeht hat sich Ländern wie der Schweiz oder den Niederlanden längst durchgesetzt.

Weitere Informationen:

BAT - Betonrecycling - Aufklärungstool

[https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/rc-beton/download/dokumentation\\_einsatz\\_rc\\_beton\\_berlin\\_hul.pdf](https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/rc-beton/download/dokumentation_einsatz_rc_beton_berlin_hul.pdf)



*Bauschuttzerkleinerungsmaschine*

### Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)

Zweck des Gesetzes ist Die Förderung der Schonung natürlicher Ressourcen und damit der Schutz von Natur und Mensch und die Förderung der stofflichen Verwertung von Abfällen. Die Reihenfolge der Behandlung von Abfällen gibt das Gesetz so vor:

1. Vermeidung von Abfällen
2. Vorbereitung der Abfälle zur Wiederverwertung
3. Recycling der Abfälle
4. sonst. Verwertung der Abfälle (insb. energetisch)
5. Beseitigung der Abfälle

[https://](https://www.karlsruhe.ihk.de/fachthemen/umwelt/abfall/neueskreislaufwirtschaftsgesetz/neues-kreislaufwirtschaftsgesetz-in-kraft-getreten-4933664)

[www.karlsruhe.ihk.de/fachthemen/umwelt/abfall/neueskreislaufwirtschaftsgesetz/neues-kreislaufwirtschaftsgesetz-in-kraft-getreten-4933664](https://www.karlsruhe.ihk.de/fachthemen/umwelt/abfall/neueskreislaufwirtschaftsgesetz/neues-kreislaufwirtschaftsgesetz-in-kraft-getreten-4933664)

<https://pixabay.com/de/photos/bauschutt-zerkleinerungsmaschine-2833956/>



## CO<sub>2</sub>-reduzierter Beton

**A**n der Reduzierung der CO<sub>2</sub> Emission bei der Herstellung von Beton wird weltweit schon lange geforscht. Dabei werden die unterschiedlichsten Ansätze verfolgt.

**D**as derzeit favorisierte Verfahren ist, die Rezepturen des Zementes schon vor dem Brennvorgang so zu verändern, dass weniger CO<sub>2</sub> anfällt. Dazu werden Rohstoffe und Zusätze eingesetzt die weniger CO<sub>2</sub> enthalten bzw. abgeben. Zusätzlich wird dabei auch fein zermahlener Recyclingzement verarbeitet, der letztendlich in Lage ist Co<sub>2</sub> zu binden. Der Dieses Verfahren hat sich bereits etabliert.

**E**ine ähnliche Idee ist es, sogar mehr CO<sub>2</sub> im Beton einlagern zu können als im Herstellungsprozess anfällt. Technologisch stellt man sich vor, das in der Luft vorhandene CO<sub>2</sub> in die Poren eines Betons zu „stopfen“.

**D**as im konventionell produziertem Zement freigesetzte CO<sub>2</sub> ist durch Verunreinigungen für andere Zwecke praktisch nicht nutzbar. Forscher beschäftigen sich damit, den Kalkstein durch Elektrolyse in CO<sub>2</sub> und Löschkalk umzusetzen. Das dabei entstehende CO<sub>2</sub> ist höher konzentriert und chemisch rein. Es stünde also einer industriellen Verwertung zur Verfügung

**A**ndere Überlegungen sind, den benötigten Anteil an natürlichen Rohstoffen durch künstlich hergestellte zu ersetzen. So will man den sonst für die Betonherstellung unbrauchbaren Wüstensand durch Zugabe von mineralischen Bindemitteln und weiteren Zusätzen mit hohem Druck zu Pellets pressen, diese sollen den Kieselanteil im Beton ersetzen.

Was viele nicht wissen: Zementwerke verfügen in ihren Anlagen lediglich über Staubfilter und dürfen offiziell unsortierten Müll aus der gelben Tonne verbrennen. Bis zu 50%.



## Sand



*Sandabbau*

**S**and bezeichnet ein natürlich vorkommendes Sediment welches durch Verwitterung aus überwiegend Quarzgesteinen entstanden ist. Sand im herkömmlichen Sinne hat eine durchschnittliche Korngröße von 0,5-2 mm.

**K**ies, wie er hauptsächlich für die Betonherstellung benötigt wird, wird eine Korngrößengruppe von 2-64mm angegeben, wobei nochmals zwischen Fein- Mittel- und Grobkies unterschieden wird.

**J**e nach dem Ursprungsgestein können Sande und Kiese unterschiedliche Zusammensetzungen haben. Die Bauindustrie verwendet hauptsächlich Material mit hohem Quarzgehalt.



*Sandgrube mit verschiedenen Sanden*

<https://pixabay.com/de/images/search/baustelle/>

<https://pixabay.com/de/photos/sandgrube-tagebau-sand-2483979/>



In Deutschland findet der Abbau von Bausand hauptsächlich in Sand- und Kiesgruben statt. Andernorts wird der Rohstoff aus Gewässern gewonnen. Ob von Stränden, Flüssen oder Seen<sup>7</sup>, der Abbau von Sand aus Gewässern führt durch aufgewirbelte Feinsedimente immer zu Eintrübung und damit zu einem Lichtmangel. Weitere Folgen sind: die Absenkung der Wasserspiegel, die Veränderung der Ph-Werte und auch Lärmstress durch Bagger.

Eine zentrale Erfassung, wie viel Sand und Kies tatsächlich insgesamt entnommen wird, ist nicht bekannt. Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen schätzt, den jährlichen Verbrauch weltweit auf 40 – 50 Milliarden Tonnen.



*Sandabbau Küste*

## Wüstensand als Baustoff

Wie alle anorganischen Baustoffe sind die Vorkommen an Sand und Kies beschränkt. Andererseits ist ein Sechstel der Erdoberfläche mit Wüstensand bedeckt.

Paradoxerweise fehlt es besonders in diesen Regionen an geeignetem Sand zum Bauen. Bausand sollte scharfkörnig sein, damit sich eine gute und haltbare Verbindung mit den Bindemitteln Lehm, Kalk oder Zement ergibt. Wüstensand ist eher rundkörnig und in der Bauindustrie nicht einsetzbar. Weiterhin fehlen dem Wüstensand komplett der Grobsand, der Mittelsand und der Kiesanteil der für die Betonherstellung zwingend notwendig ist.

Neben der Alternative Recycling - Beton als Sandersatz zu nutzen, wird nach Möglichkeiten gesucht, Wüstensand so zu modifizieren, dass er als Bausand einsetzbar ist.

<sup>7</sup> Meeressand wird hauptsächlich für den Umweltschutz eingesetzt, als Bausand müsste der Sand erst entsalzt werden.

Für ein Einfamilienhaus mit Keller werden nach Angaben des Bundesverbands Mineralische Rohstoffe (Miro) 208 Tonnen Sand benötigt

<https://pixabay.com/de/photos/bulldozerbau-k%c3%bcstestr-and-meer-5778791/>



**F**orschung und Wirtschaft haben dazu unterschiedliche Ansätze. Ein Verfahren verfolgt die Idee, aus Wüstensand einen sandähnlichen Baustoff herzustellen. Dazu wird der feine Wüstensand noch feiner gemahlen, bis letztlich ein Pulver entsteht. Diesem Pulver werden mineralische Bindemittel zugesetzt und zu druckfesten Pellets verarbeitet. Mit dem so hergestellten Granulat sollen sich Betone herstellen lassen die um 25% leichter sind als herkömmlicher Beton. Ein schnelleres Aushärten und höhere Endfestigkeiten lassen sich ebenfalls erzielen..

**M**it diesem Verfahren ließen sich auch Feinsande wie sie vor allem in Norddeutschland vorkommen und die ungenutzten Feinanteile aus dem Betonrecycling können so der Baustoffindustrie zugeführt werden.

**E**ine andere Entwicklung geht in Richtung Modulbauweise. Dabei wird der Sand und recycletes Plastik mit Kunstharzen gebunden und kann in jede beliebige Form gegossen werden. Dieses Material härtet extrem schnell aus, ist leicht und kommt ohne Wasser- und Stromverbrauch aus. Die einzelnen Module werden mit einer speziellen Software geplant.

**K**ritisiert an diesem Verfahren wird der Einsatz von Kunststoffen. Demgegenüber steht, dass derartige Bauwerke vollständig zerlegt und an anderer Stelle wieder aufgebaut werden können. Ein deutscher Hersteller hat dies auch schon erfolgreich bewiesen.





## Glas als Dämmmaterial?

### Perlite

**P**erlite sind alteriertes vulkanisches Glas. Der Ursprung liegt also in einem Vulkan, der hier immer für Nachschub sorgt. Perlite sind somit Quasi in unendlichen Mengen verfügbar.

**A**us Perlite erschaffene Materialien gelten als in die Natur problemlos rückführbar, recycelbar, ja kompostierbar. Bei Temperaturen um die 1000°C blähen sich Perlite zu einer Art Granulat auf. In beiden Formen ist es ein nicht brennbarer Stoff.

**A**uch besitzen Perlite gute wärmedämmenden Eigenschaften. Perlite kommen im Wohnungsbau hauptsächlich als Schüttung zur Wärmedämmung vor, aber auch als Zuschlagsstoff für Anstriche oder Trockenmörtel. Abseits der Bauindustrie dienen Perlite als Isolier- und Filtermittel und werden oft der Blumenerde zugegeben um diese aufzulockern.

**E**ine nicht unerhebliche Verwendung findet Blähperlit als Füll- und Zuschlagsstoff in der Baustoffindustrie zur Herstellung von Farben, Lacken, Putzen und Trockenmörtel.



*Lavastrom Guatemala*



*Obsidangestein*

Perlite sind ein Verwitterungsprodukt aus Obsidian. Obsidane als Gestein sind magmatischen Ursprungs und entstehen wenn die Lava eines Vulkans an der Luft oder im Wasser schlagartig auskühlt.

<https://pixabay.com/de/photos/magma-lava-vulkan-vulkanismus-406818/>

<https://pixabay.com/de/photos/obsidian-stein-vulkanisch-505332/>



## Schaumglas

**S**chaumglas oder auch Formglas wird zu 66% aus Altglas von Auto- und Fensterscheiben gewonnen. Somit entfällt ein großer Teil der energieaufwändigen Vorstufe der Glasherstellung aus Quarzsand. Als weitere Rohstoffe werden Feldspat, Dolomit, Eisenoxide, Mangandioxid und Natriumkarbonat eingesetzt. Der Herstellungsprozess ist ähnlich dem von Perlite.

**A**uch die Anwendungsbereiche und bauphysikalisch Eigenschaften sind mit Perlite vergleichbar. Schaumglas wird in Plattenform und als Schotter angeboten.

**S**chaumglas ist, wasserdicht, wärmedämmend, druckfest, dampfdicht, maßbeständig, nicht brennbar, säurebeständig, schädlingssicher und leicht zu bearbeiten. Für hohe Punktlasten ist Schaumglas nicht geeignet.

**E**in Recycling ist prinzipiell möglich, indem das Schaumglas wieder eingeschmolzen wird. Das Produkt wird derzeit aber eher auf Deponien entsorgt als recyclet. Mit Bitumen verklebtes Material kann granuliert für den Straßenbau verwendet werden.

**V**ergleicht man den Primärenergieverbrauch von Schaumglas mit  $750-1600 \text{ kWh/m}^3$  und Perlite mit  $90-160 \text{ kWh/m}^3$  an, so schneidet Schaumglas deutlich schlechter ab.

**D**a Schaumglas mit 40 bis 60 € pro qm relativ teuer ist, ist es als Dämmmaterial nicht sonderlich verbreitet. Hersteller weisen aber darauf hin, dass bestimmte Arbeitsschritte und Materialien bei der Verwendung ihrer Produkte eingespart werden könnten und somit herkömmliche Kosten vermieden werden.





## Fassadenputze und Oberflächen

Die Auswahl an den angebotenen Oberflächenbeschichtungen und Putzen ist groß und mag verwirren. Anfang der 1950er Jahre werden Kunstharzputze entwickelt und galten lange als ultimative Lösung für Fassadenbeschichtungen. Ihre positiven Eigenschaften wie eine hohe Elastizität und Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterungseinflüssen wurden besonders geschätzt.

Kunstharzputze haften auf fast allen Untergründen, können dünner als mineralische Putze aufgetragen werden und sind sehr wasserabweisend, was aber auch bedeutet, dass Wasserdampfdiffusion so gut wie nicht stattfinden kann. Vielfach führt dies zu vermehrter Schimmelbildung im Innenbereich. Im Außenbereich kann es durch das langsame Abtrocknen von Fassaden zu Algenbewuchs und ähnlichem kommen.

In den letzten Jahrzehnten hat sich immer mehr herausgestellt, dass diffusionsoffene Systeme nicht nur dem Menschen sondern auch dem Bauwerk gut tun. Als diffusionsoffen gelten mineralische Putzsysteme wobei nicht alle mineralischen Baustoffe für den Außenbereich geeignet sind. Lehm würde sich auflösen, Gips sich voll Wasser saugen und im Winter auf Grund von Frostsprengung verloren gehen.

Die bekanntesten und am häufigsten eingesetzten mineralischen Baustoffe sind Kalk und Zement. Wie schon erwähnt sind sie diffusionsoffener als Kunstharzputze, wobei ein Zementputz nicht so wasserdampfdurchlässig ist wie ein Kalkputz. Ein häufig beobachtetes Schadensbild ist die (wie im Bild) Fehlbeschichtung eines Ziegelmauerwerks mit einem reinen Zementputz. Eine ausgewogene Mischung von Kalk und Zement kann dies verhindern.



*Ziegelmauerwerk mit Zementputz*

<https://pixabay.com/de/photos/alte-fenster-putz-verlorene-orte-4073945/>



Die im Handel angebotenen fertigen Putzmischungen enthalten wie alle modernen Baustoffe etliche Zusätze. Im Grunde genommen muss das aber nicht „schlecht“ sein, denn auch historische Mischungen enthalten verschiedenste Zusatzmittel. Die Wirkung war allerdings ja nach Ausgangsstoff unterschiedlich. Heutige Zusatzmittel sollen gezielt die Eigenschaften verbessern. Die Wirkungsweise durch chemische Reaktionen und/oder physikalische Beeinflussung ist dabei gleich geblieben, sie ist aber heute eher erforscht.

- **Tonerde** verbessert die Haftung, erzeugt Luftbläschen
- **Fruchtsäure** z. B. Wein verlängert die Verarbeitungszeit
- **Naturharze** z. B. Kolophonium verbessert die Bindung
- **tierische Fettez.** B. Wollfett wirkt wasserabweisend
- **pflanzliche Öle** z. B. Leinöl wirkt wasserabweisend und erhöht die Elastizität
- **Pottasche** verbessert die Putztrocknung auf feuchten Untergründen
- **Proteine** Eiweiße z. B. Quark, erhöht die Stabilität durch Kaseinbildung
- **Blut** wirkt durch starkes Schäumen und erzeugt Luftbläschen

**Haftverbesserer, Luftporenbildner**

**Abbindeverzögerer**

**Haftverbesserer**

**Hydrophobierungsmittel**

**Hydrophobierungsmittel**

**Haftverbesserer**

**Verfestiger**

**Luftporenbildner**





## Silikat und Silikonharzputze

**S**ilikatputze bestehen zum größten Teil aus Kalium-Silizium-Oxid (Kaliwasserglas). Kali - Wasserglas lässt sich als Bindemittel in Putzen verwenden, weil es, anders als Glas, wasserlöslich ist. Erst wenn der Putz nach der Verarbeitung trocknet, erstarren die gelösten Silikate zu festem Wasserglas. Den Prozess des Erstarrens nennt man Verkieselung. Dabei binden sich das gelöste Wasserglas chemisch an die mineralischen Bestandteile des Untergrundes.

**S**ilikonharzputze, bestehen wie der Name schon sagt, aus Silikon. Silikone sind Verbindungen aus zum einen Siliziumoxid als anorganische Komponente und einem organischen Rest (Kohlenwasserstoffen). Tatsächlich kann der Anteil an Silikonen verschwindend gering sein, trotzdem werden diese Putze Silikonharzputze genannt. Silikonharzputze vereinen die positive Eigenschaften von Kunstharzen und mineralischen Systemen. Silikonharzputze sind vergleichsweise teuer, können aber dünner und somit sparsamer als rein mineralische Putze aufgetragen werden.

**B**eide Materialien bieten Schutz vor Abgasen, saurem Regen und den Einwirkungen chemischer Stoffe in der Stadt. Sie sind diffusionsoffen und dabei nahezu wasserdicht. Durch die Verkieselung wirken sie auch stabilisierend.

**I**n der Praxis werden Silikat- und Silikonharzputze oft gar nicht auf Steinuntergründen eingesetzt, sondern kommen vor allem als Oberputz auf Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) zum Einsatz.





Neben den schon beschriebenen Oberflächen aus Sichtbeton können mit vielen Putzsystemen sehr spannende und dekorative Oberflächen erzielt werden die keinen weiteren Anstrich benötigen. Viele Hersteller bieten solche Edelputze und Steinputze als fertige Mischungen an. Die Zusätze sind dabei z. B. Farbpigmente, Glas, farbige Steinmehle oder Glimmer<sup>8</sup>.

Die Möglichkeiten des Putzauftrages und der strukturellen Bearbeitung solcher Putze sind geradezu unerschöpflich.

Steinputze können nachträglich wie Natursteinoberflächen behandelt werden.

Eine Sonderform farbig gestalteter Fassaden ist eine ursprünglich italienische Sgraffito - Technik , bei der unterschiedlich farbige Putze übereinander aufgetragen werden. Anschließend werden Ornamente oder Schriften ausgekratzt.



*Glimmer*



*farbiger Strukturputz*



*zweifarbiges Sgraffito*

<sup>8</sup> Glimmer ist ein Mineral aus der Gruppe der Schichtsilikate. Die plättchenartige, kristalline Struktur bewirkt eine „spiegelnde“ Oberfläche.

<https://pixabay.com/de/photos/glimmer-silikat-mineral-felsen-4866091/>

<https://pixabay.com/de/photos/haus-wand-architektur-1733997/>

<https://pixabay.com/de/photos/wand-sgraffito-mittelalter-stein-5112960/>



## *Ungewöhnliche Recycle - Baustoffe*

**B**evor wir hier ins Detail gehen, möchte ich darauf hinweisen, dass es massive Unterschiede zwischen den Ländern gibt. Vor allem in Bezug auf das Baurecht bzw. auf die Bedingungen hinsichtlich von Wasser, Abwasser und Entsorgung müssen in gut aufgestellten Industrieländern Kompromisse eingegangen werden, die den vorhandenen Strukturen der Ver- und Entsorgung Rechnung tragen.

**U**m hier z.B. mit „Müll“ bauen zu können, bedarf es besonderer Regelungen. Länder ohne solche Strukturen sind dahingehend eher anspruchslos, und man ist in seiner Handlungsweise freier. Herumliegende Materialien laden förmlich dazu ein, neu genutzt zu werden.

### Reifen Iglu in Kolumbien

In Kolumbien gibt es Millionen von Altreifen, die praktisch überall herumliegen. Die Reifen werden mit Erde gefüllt und dienen als Wandbausteine und aufgeschnitten als Verkleidung beispielsweise fürs Dach. Fundament und Boden sind klassisch oft aus Holz, Lehm oder Beton. Ebenso werden die Radwände mit Eisen oder Holz stabilisiert und fixiert.

**D**ie so entstandenen Wände sind zwar massiv aber auch ideal isoliert und elastisch genug um auch erdbebensicher zu sein. Das Dach wird entweder als Kuppel aus Stahl, Beton und Glas ( oft Flaschenunterböden ) rund wie ein Iglu geformt oder klassisch aus Holz und Balken und dann mit aufgeschnittenen Reifen abgedeckt. In der Regel ist damit aber bisher nur ein ebenerdiger Bau vereinbar.

**D**as Konzept der amerikanischen Architekt Michael Reynolds beschäftigte sich schon in 1970iger Jahren mit Möglichkeiten einer bewussten und ökologischen Art zu bauen und zu leben. Doch erst jetzt, dank einem steigenden Bewusstsein für den Klimaschutz in der Gesellschaft, setzen sich die alternativen Bauweisen mehr und mehr durch.

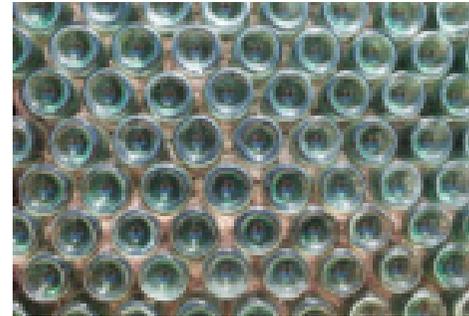


## Haus aus PET-Flaschen

**A**rchitekten aus Berlin und Zürich machten und machen dazu Versuche. Ziel des Ganzen ist es, über die Schaffung einer besonderen PET Flaschenform, eine Wasserflasche zu erschaffen, die nach Leerung mit allem möglichen Materialien gefüllt werden, die vor Ort auffindbar sind, kann und dann über ihr Design zusammengesteckt mit anderen eine feste Wand ergibt.

**D**amit soll in Krisenregionen sowohl eine schnelle Trinkwasserversorgung als auch die Möglichkeit von schnell errichteten Notunterkünften der UNHCR realisiert werden, um Menschen zu versorgen.

<http://www.united-bottle.org>



<https://pixabay.com/de/photos/wand-eine-flasche-kattun-1669949/>

*„Ecobricks sind kostengünstige, wärmeisolierende Steine, die durch einfaches Komprimieren von unrecyclingfähigem Kunststoff in 2L-Flaschen hergestellt werden.“ Zitat Ecobrick Exchange*

**D**iese Organisationen bauen damit spendengefördert öffentliche Strukturen wie Schulen und ähnliches auf. Deutscher Partner eines Südafrika/Deutschland Verbundes ist die Community Action Programmes.

<https://ecobrickexchange.org/> <http://www.ecowoman.de/1-blog/4885>.

Einen ebensolchen Ansatz verfolgt auch Andreas Froese mit seiner Firma Eco-Tec, mit der er in Asien, Afrika und Südamerika unterwegs ist. Im Unterschied zu den Eco-Bricks füllt er die PET-Flaschen jedoch mit so ziemlich allem, sei es nun Plastik, Folie, Sand, Stoff oder Flüssigkeiten. <http://www.augenblick-naturfilm.de/bauen-mit-pet-flaschen.html>.



## Papier und Papphäuser

**D**as Wickelhaus oder auch Wickelhouse der Firma Fiction Factory aus den Niederlanden ist eine Idee, aus fast gewöhnlicher Pappe eine feste Unterkunft herzustellen. Dazu wird Pappe um einen Modulkern gewickelt und in Form gebracht und dann zu einem festen Modul gefügt, aus dem in Masse ein Großraum gefügt wird, den man mit Trennwänden unterteilen kann.

**D**as Haus hat eine Wandstärke von 24 Lagen Wellpappe je Modul und ein Gewicht von ca. 550 kg. Da das Haus kein Fundament besitzt bzw. benötigt, ist es binnen eines Tages zusammengesteckt und vorbereitet. Da die Wellpappe jedoch wasseranfällig ist, wird sie mit einer Schutzschicht versehen und innen werden sie mit Holz verkleidet. Es verfügt somit über eine gute Isolierung.

**D**ie Lebenserwartung solcher Gebäude wird mit 50+ Jahren angegeben, wobei die Schutzschicht wohl alle 12 Jahre erneuert werden sollte. Am Ende kann das Haus bzw. seine Bestandteile zu 100% recyclet werden.

**A**ufgebaut wird das Wickelhaus auf einer Art Chassis, auf dem beliebig viele Module kombiniert werden können. Für Küche und Bad gibt es besondere Module, die entsprechend wasserfester ausgelegt sind. Die Endstücken werden durch glasierte oder undurchsichtige Wände, je nach Wunsch, abgeschlossen.

**D**ieses Modulhaus ist als Wohnung aber auch als Büro nutzbar. Einer der Vorteile hier wären die schnelle Verlegbarkeit des Hauses durch Demontage und neues Zusammenfügen am neuen Ort. Hergestellt wird bisher jedoch wohl nur ein Haus je Monat, obwohl die Nachfrage größer sein soll.



*Wickelhouse*

<http://www.trendsderzukunft.de/wickelhouse-modulares-haus-aus-pappe-laesst-sich-in-einem-tag-aufbauen/2016/06/01/>



Letztendlich werden je nach Bauvorhaben, Bauvorschriften, örtlichen Gegebenheiten und den genannten anderen Kriterien die Entscheidungen darüber, einen alternativen Baustoff anzuwenden oder eine alternative Bauweise vorzuziehen, ganz verschieden ausfallen.

Dabei wird sich aber herausstellen, dass die Anwendung von recyclebaren Baustoffen Ressourcen schont und dass der weltweite Austausch der Erfahrungen von Architekten und Baufachleuten aus vielen Ländern für den Klimaschutz von Nutzen ist. Auch die Besinnung auf einige für die Bedürfnisse des Menschen alt bewährte und wieder zu entdeckende Traditionen des Bauens wird sich als hilfreich erweisen. Die Weiterentwicklung von Technologien nach Strukturprinzipien der Bionik und die Notwendigkeit der Einsparung von Energie, das alles zusammen wird vermehrt zu alternativen Lösungen des Bauens führen.