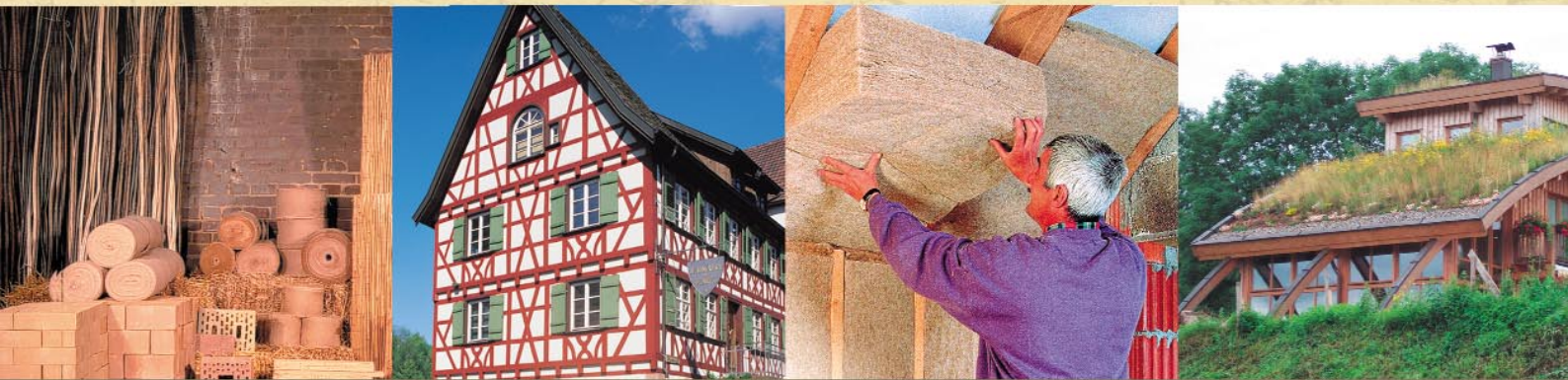


# Umweltgerechtes Bauen

Band 2



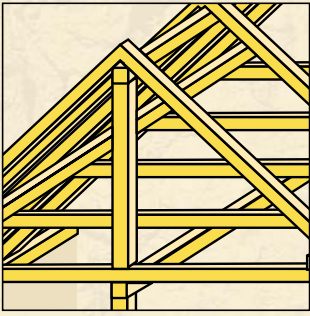
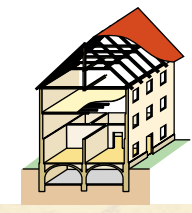
HANDWERKSKAMMER  
ZU LEIPZIG

UMWELT- UND TRANSFERZENTRUM

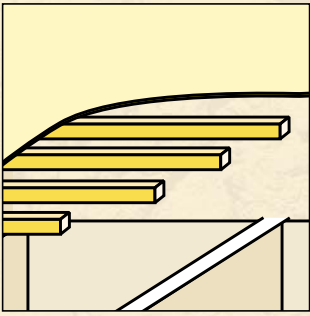


KOMPETENZZENTRUM  
FÜR UMWELTGERECHTES BAUEN

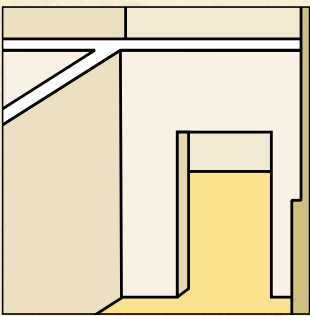




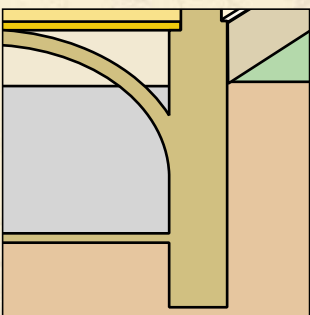
**Dach**



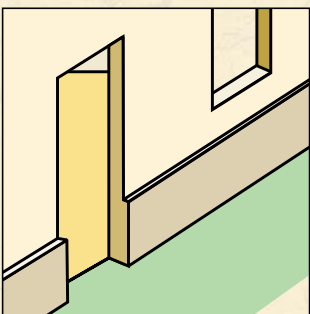
**Decken**



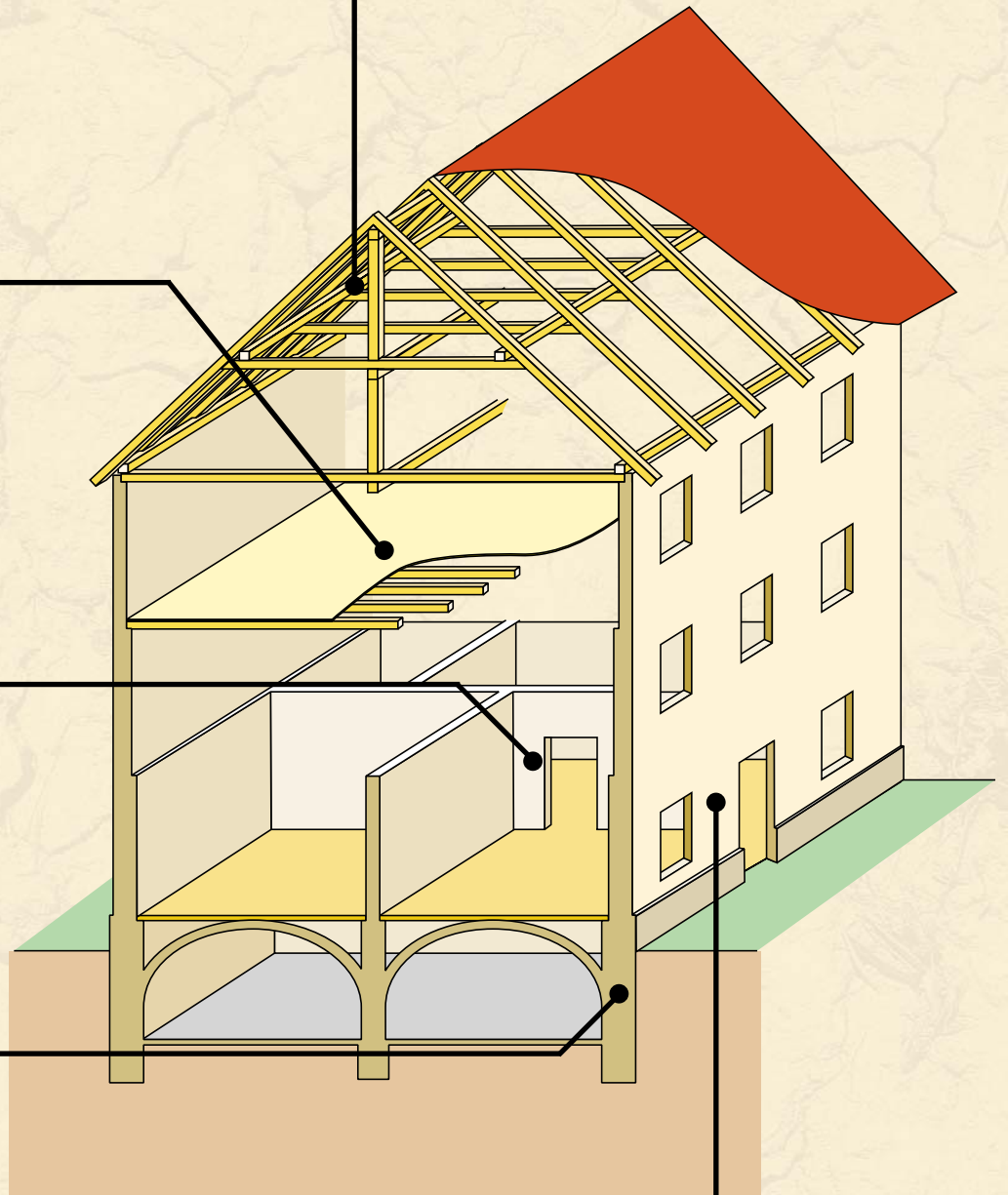
**Innenwand**



**Fundament**

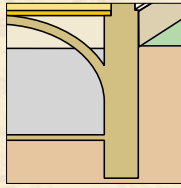
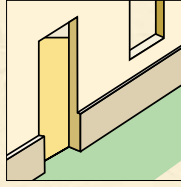
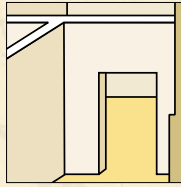
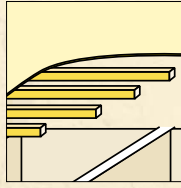
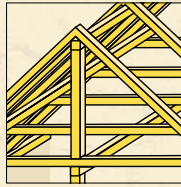


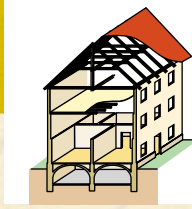
**Außenwand**





# Inhaltsübersicht

	Seite	
<b>Einleitung</b>	<b>4</b>	
<b>Umweltgerechtes Bauen</b>	<b>5</b>	
Exkursion: Gütesiegel für Baustoffe	5	
<b>Altbau-Neubau</b>	<b>7</b>	
<b>Bauteile und Baustoffe</b>	<b>9</b>	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		
<b>Fundament</b>	<b>9</b>	
Funktion	9	
Konstruktion und Form	9	
Materialeigenschaften	9	
ökologische Bewertung	10	
Exkursion: Trockenlegung von Bauwerken	10	
Exkursion: Wiederverwendung von Baustoffen	12	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		
<b>Außenwand</b>	<b>12</b>	
Funktion	12	
Konstruktion und Form	12	
Materialeigenschaften	14	
Exkursion: Lehm – Der wieder entdeckte Baustoff	15	
ökologische Bewertung	16	
Exkursion: Energieverbrauch von Gebäuden	17	
Exkursion: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	18	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		
<b>Innenwand</b>	<b>19</b>	
Funktion	19	
Konstruktion und Form	19	
Materialeigenschaften	19	
ökologische Bewertung	20	
Exkursion: Primärenergiebedarf von Baustoffen	21	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		
<b>Decken</b>	<b>22</b>	
Funktion	22	
Konstruktion und Form	22	
Materialeigenschaften	23	
ökologische Bewertung	23	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		
<b>Dach</b>	<b>25</b>	
Funktion	25	
Konstruktion und Form	25	
Materialeigenschaften	25	
Dachbegrünung	26	
ökologische Bewertung	29	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		
<b>Internetseiten zum Thema</b>	<b>30</b>	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		
<b>Verwendete und Empfohlene Literatur</b>	<b>31</b>	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		
<b>Quellenangabe Bilder</b>	<b>32</b>	
<hr style="border-top: 1px dotted #f0e68c;"/>		



# Einleitung

Umweltgerechtes Bauen ist mehr als „nur“ ökologische Baustoffe zu verwenden. Die Sanierung bestehender Bausubstanz ist ökologisch betrachtet im Allgemeinen dem Neubau vorzuziehen. Dies ist eine besondere Herausforderung für Planer und Handwerker. Neben einer guten Ausbildung sind vor allem der Erfahrungshintergrund und das Denken über das Einzelproblem hinaus gefragt. Aus diesem Grund liegt der Schwerpunkt dieser Schrift auf dem Gebiet der Sanierung, wobei viele Aspekte auf den Neubau übertragen werden können.

Die vorliegende Broschüre soll Interessierten einen Einstieg in das weite Themenfeld des umweltgerechten Bauen bieten, die wesentlichsten Aspekte kurz benennen und somit die Verständigung zwischen Bauherren, Planer und Handwerker vereinfachen. Die Gliederung der Broschüre spiegelt die wesentlichen Bauteile eines Gebäudes wider. Im ersten Kapitel werden allgemeine Grundlagen als Voraussetzung für umweltgerechtes und gesundes Bauen kurz angerissenen. Sie müssen jeder Bauaufgabe erneut angepasst und individuell zuge-

tungsweise ableitenden Entscheidungen müssen von umfassend ausgebildeten Fachleuten verfolgt, ausgearbeitet, umgesetzt und begleitet werden. Der Auftraggeber sollte sich dabei nicht scheuen, nach den Gründen und Zusammenhängen von Entscheidungen zu fragen.

Die Broschüre kann nur einen Einblick in die Problematik geben und soll zu einer weitergehenden intensiveren Auseinandersetzung mit der Thematik anregen. Hierfür sind im Anhang Vorschläge für Literatur und Internetseiten zu finden.



Bei konkreten Bauvorhaben hat es sich als sinnvoll und kostensparend erwiesen, Planer und hochqualifizierte Fachkräfte einzuschalten. Die scheinbar höheren Kosten werden durch gezieltere und effektivere Entscheidungen und durch eine hochwertige Ausführung der Baumaßnahmen wieder eingespart.

ordnet und gestaltet werden. Die Gliederung des Kapitels Bauteile und Baustoffe unterstreicht, dass Baustoffe immer auch nach ihren funktionalen Anforderungen ausgewählt werden müssen. Was für die Innenwand gut und richtig ist, kann für die Außenwand ungeeignet und schlecht sein. Die sich aus dieser komplexen Betrachtung



# Umweltgerechtes Bauen

Bauen ist immer mit dem Eingriff in ein bestehendes (Öko-)System verbunden. Jeder Bauprozess beeinflusst und verändert unsere Umwelt. Ziel des umweltgerechten Bauens ist es, diese Auswirkungen in allen Lebens- und Nutzungsphasen eines Gebäudes gering zu halten. Für die möglichst umfassende Erfüllung dieser Forderungen gilt es, einige Handlungsgrundsätze zu berücksichtigen.

## Grundsätze des ökologisch orientierten Bauens:

- Minimierung der Stoffströme bei Herstellung, Transport, Verarbeitung und Nutzung
- geringer Ressourcenverbrauch bei Errichtung, Nutzung und Beseitigung von Bauwerken
- minimale Schadstoffemissionen bei Produktion, Einbau, Nutzung, Abriss, Entsorgung oder Brand
- Einsatz nachwachsender oder unbeschränkt vorhandener mineralischer Rohstoffe
- sparsame und rationelle Nutzung von Energie und Wasser, Nutzung regenerativer Energiequellen
- lange Nutzungsdauer, gute Reparaturfähigkeit
- Wiederverwendbarkeit oder Recyclingfähigkeit
- sparsamer Flächenverbrauch
- Vielfalt und Menge der einge-

## Gütesiegel für Baustoffe

In Deutschland hat man mittlerweile die Qual der Wahl zwischen schätzungsweise 200.000 Baustoffen. Um in dieser Angebotsflut den Überblick zu bewahren, werden von öffentlichen als auch privaten Institutionen Umweltsiegel für umweltfreundliche Baustoffe vergeben. Jedoch gibt es auch bei diesen Zeichen inzwischen eine wahre Flut. Dabei tauchen immer mehr „Fantasie-Siegel“ auf, mit denen Baustoffhersteller und -anbieter für eigene Produkte werben.

Um eine möglichst objektive Produktbewertung zu erhalten, ist es günstig, die Vergabekriterien und die zertifizierenden Einrichtungen



und deren Interessen zu betrachten. Neutralität und Unabhängigkeit sollten in jedem Falle gegeben sein.

Im Folgenden werden kurz zwei Siegel vorgestellt, die bei Tests als sehr gut bewertet wurden.

### Natureplus

Seit 2002 wird dieses europäische Qualitätszeichen für Bau- und Wohnprodukte durch den „Internationalen Verein für zukunftsfähiges Bauen und Wohnen“ vergeben. Natureplus ist eine Initiative aus Verbänden und Organisationen der Verbraucher, der Umwelt, des Handels, der Planer und Hersteller sowie von Prüfinstituten und Fachleuten. Alle Interessengruppen sind gleichberechtigt beteiligt, wodurch eine optimale



Das natureplus-Zeichen wird u.a. für Bodenbeläge, Dämmstoffe, Farben, Holzwerkstoffe, Mauersteine, Putz, Schüttungen und Trockenbauplatten vergeben.

Objektivität gewährleistet wird. Ein weiterer Vorteil ist, dass in diesem Siegel mehrere bisherige Gütesiegel aufgehen und somit die Übersichtlichkeit verbessert wird. Die Produkte werden hinsichtlich ihrer Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit und ihrer Gebrauchstauglichkeit untersucht.

*Zu den weltweit mehr als 5.000 Produkten, die das FSC-Siegel tragen, gehören z.B. auch Fenster, Türen, Bauholz, Parkett- und Dielenböden.*

### FSC – Forest Stewardship Council

Der FSC ist eine gemeinnützige internationale Organisation, in der Umweltverbände, Sozialorganisationen, fortschrittliche Forstbetriebe und Unternehmen der Holzverarbeitung mit dem Ziel zusammenarbeiten, weltweit eine ökologische, soziale und wirtschaftlich verträgliche Waldbewirtschaftung zu fördern. Mit dem Warenzeichen des FSC werden Holzprodukte ausgezeichnet, die aus vorbildlich bewirtschafteten Wäldern stammen.





### Kriterien bei der Baustoffauswahl unter ökologischen Gesichtspunkten:

#### Rohstoffe

- Ressourcenvorrat sowohl der Rohstoffe als auch der notwendigen Energieträger
- Energieeinsatz für Gewinnung und Transport
- Umweltbelastungen durch Verunreinigung von Luft, Boden, Wasser

#### Produktion

- Energieaufwand
- Umwelt- und Gesundheitsbelastungen durch den Herstellungsprozess

#### Verarbeitung/Renovierung/Sanierung

- Energieaufwand für Verarbeitung
- Transportaufwand
- Gesundheitsbelastungen bei der Verarbeitung
- Abfälle
- Reparaturfähigkeit

#### Nutzung

- Gesundheitsbelastungen für den Nutzer
- Umweltbelastungen
- Lebensdauer

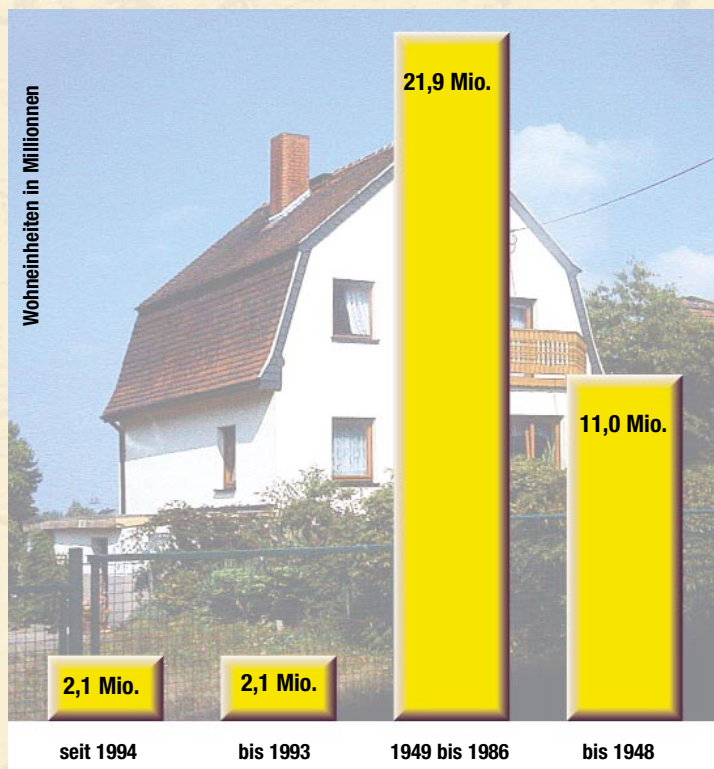
#### Wiederverwendung/Recycling/Entsorgung

- Energieaufwand
- Umweltbelastung
- Gesundheitsbelastung
- Rückbaufähigkeit
- Wiedereinsatzfähigkeit
- Recyclingfähigkeit

Aus den bisherigen Ausführungen wird die Komplexität des Themas erkenntlich. Daher kann diese Broschüre nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Sie ist als Richtschnur zur Beurteilung von Konstruktionen, Bauteilen und Baustoffen gedacht.

## Altbau – Neubau

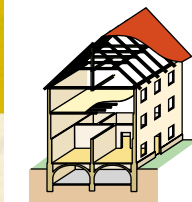
*Etwa 89 Prozent aller Wohnungen in Deutschland wurden vor 1987 gebaut.*



Vor dem Hintergrund einer verstärkten Bautätigkeit in der Sanierung und dem großen Angebot an nicht genutzten Gebäuden ist die Begutachtung des Bestandes von besonderem Interesse.

Im Hinblick auf die ökologischen Auswirkungen sind neben dem Gebäude an sich auch die Gesichtspunkte der Erschließung mit Gas, Wasser, Abwasser, Strom, Verkehr und die Versorgung mit Gütern des täglichen Bedarfs, Sozial- und Bildungseinrichtungen zu beachten. Im Gegensatz zu Neubaugebieten auf der „grünen Wiese“ sind diese infrastrukturellen Voraussetzungen bei gewachsenen urbanen oder ländlichen Gebieten meist vorhanden.

Die Entscheidung, ob ein Bauherr eine Altbausanierung durchführt oder einen Neubau errichtet, hängt auch von den Fähigkeiten und vom



Einsatz der am Bau Beteiligten ab. Nicht selten werden die Qualitäten und Möglichkeiten des alten Bauwerkes unterschätzt. Hier lohnt eine intensive Auseinandersetzung im Rahmen einer Voruntersuchung, die auch Grundlage einer soliden Kostenkalkulation ist. Einige wesentliche Unterschiede im Umgang mit Alt- und Neubau sollten aufmerksam betrachtet werden, wobei sich die Gegenüberstellung auf Altbauten bezieht, die bis Anfang der 40er Jahre des 20. Jahrhunderts errichtet wurden. Nur die entscheidenden werden hier kurz genannt:


- Altbauten verbrauchen keine neuen Flächen.
- Bei Neubauten lässt sich meist ein höherer Wärmeschutz realisieren.
- Die beim Altbau eingesetzten Baustoffe sind fast immer gesundheitlich unbedenklich, „chemische Schutzmaßnahmen“ oder Verfallserscheinungen beeinträchtigen diesen Grundsatz.

- Ökologische Maßnahmen, auch der technischen Gebäudeausstattung, lassen sich bei Neubauten umfassender und einfach realisieren.
- Bestandsaufnahme und Zustandsanalyse beim Altbau sind notwendig zur Einschätzung von Kosten, Konstruktionen, Umbaumöglichkeiten, Zeitplanungen und Voraussetzungen für umweltgerechte Sanierung.
- Neubau ist in der Regel mate-

rialintensiver als Altbau-  
sanierung.

- Die Bedingungen bei Altbauten hinsichtlich des Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutzes sind meist anders als beim Neubau.
- Die Außenwand von Altbauten hat fast immer tragende Funktion.
- Die Wärmespeicherkapazität von Altbauten ist meist höher als beim Neubau.

*Behutsam sanierte Altbauten haben ein eigenes Flair und sind Zeugen der Geschichte.*

 <p><b>7.500 kWh/Jahr ca. 750 l Heizöl</b></p>	 <p><b>10.000 kWh/Jahr ca. 1.000 l Benzin</b></p>
<p>jährlicher Heizenergieverbrauch eines Einfamilienhauses mit Niedrigenergiestandard</p>	<p>Fahrt zur Arbeit: täglich 2 x 25 km mit einem Mittelklassewagen</p>

*Brennstoffbedarf für ein Einfamilien-Niedrigenergiehaus im Vergleich zum Benzinverbrauch eines Mittelklasse-Pkw bei 50 km Fahrstrecke pro Arbeitstag.*

# Bauteile und Baustoffe

Ein Bauwerk gliedert sich in mehrere Bauteile, die jeweils eine oder mehrere Funktionen zu erfüllen haben. Je nach Funktion sind Konstruktion und Form des Bauteils ausgebildet. Davon hängt wiederum die Wahl des Materials ab. Im Folgenden sollen Hinweise zu den einzelnen Bauteilen gegeben werden. Die Umweltverträglichkeit eines Bauteils hängt unter anderem davon ab, ob es die ihm zugewiesene Funktion

effektiv und dauerhaft erfüllt. Die Erläuterung bezieht auch den Abbruch und die mögliche Trennbarkeit der Materialien mit ein.

Die stets gleiche Gliederung in:

- Funktion,
- Konstruktion und Form,
- Materialeigenschaften,
- ökologische Bewertung,

ist Leitlinie für eine vergleichbare Beurteilung. Wegen der enormen

Vielfalt der Bau- und Konstruktionsformen, die immer durch ihre jeweilige Entstehungszeit und durch regionale Besonderheiten geprägt wurden und werden, kann die folgende Übersicht nur einen groben Überblick bieten. Sie kann jedoch am konkreten Gebäude als Leitfaden dienen und auf die wesentlichsten Aspekte aufmerksam machen.

## Fundament

### Funktionen

- Ableitung der Lasten in den tragfähigen Baugrund
- Verhindern von Feuchteintrag und Feuchtwanderung
- Vermeiden der Übertragung von Frost-Tau-Wechsel hervorgerufenen Bewegungen aus dem Baugrund in das Gebäude

### Konstruktion und Form

Traditionell wurden Fundamente früher gemauert, wobei Neubauten häufig eine unzureichende Gründungstiefe aufweisen. Bewegungen aus dem Baugrund, hervorgerufen durch den Frost-Tau-Wechsel, werden so in das Gebäude weitergeleitet und können zu Rissen oder ähnlichen Schäden führen. Fundamente müssen immer frostfrei gegründet sein.

Bei Neubauten sind Art, Ausführung und Zustand der Fugen wichtig. Häufig erfolgt der Feuchtigkeitseintrag über die Fugen, wobei es Fugenmaterialien mit hohem und niedrigem Feuchtetransportvermögen gibt.

Viele Schäden bei Gebäuden wer-

den durch Feuchteaufnahme der erdberührenden Bauteile verursacht. Aus diesem Grund sind Fundamente durch horizontale und/oder vertikale Feuchtigkeitssperren zu schützen, die sich jedoch erst ab Ende des 19. Jahrhunderts entwickelten.

### Die wichtigsten Gründungsarten sind:

#### Einzelfundament:

- leitet Lasten punktuell in den Baugrund
- hat untergeordnete Bedeutung als Fundament unter Mauerpfeilern oder Holzstützen

#### Streifenfundament:

- leitet Lasten linear in den Baugrund
- ist bei Neubauten die am häufigsten vorkommende Fundamentform

#### Plattenfundament:

- verteilt die Bauwerkslasten auf eine große Fläche
- seit Anfang des 20. Jahrhun-

derts bekannt, bei Neubauten die häufigste Fundamentform

- bei Neubauten ist Anordnung der Wärmedämmung ober- und unterhalb möglich

### Tiefengründung:

- leitet Lasten in tieferliegenden und tragfähigen Baugrund, wenn mit den herkömmlichen Gründungsarten kein tragfähiger Baugrund erreicht wird
- Neubauten stehen teilweise seit Jahrhunderten auf Holzpfählen, heute üblicherweise aus Stahlbeton

### Materialeigenschaften

#### ■ Naturstein

Als Baumaterial im Altbaubereich sehr weit verbreitet. Die Vielfalt der Natursteine ist sehr groß. Die Feuchteigenschaften werden wesentlich durch die unterschiedlichen Dichten beeinflusst. Poröse Gesteinsarten wie z. B. Sandstein oder Porphyrtuff nehmen wesentlich mehr Feuchte auf als dichte wie Granit oder Basalt.



### ■ Ziegelstein

Heute ebenso wie Naturstein für Fundamente unüblich, wurden früher im allgemeinen hartgebrannte Ziegel verwendet, da diese weniger Feuchtigkeit aufnehmen.

### ■ Holz

Pfahlgründungen aus Holz wurden bei Böden mit schlechter Tragfähigkeit wie Torf oder Sumpf häufig eingesetzt. Stehen die Hölzer auf ganzer Länge im Grundwasser, können dauerhafte Gründungen hergestellt werden. Bei Absenkungen des Grundwasserspiegels sind die Hölzer äußerst gefährdet. Schäden, bis hin zum vollständigen Verlust der Standsicherheit sind

möglich. Aus diesem Grund kommt Holz im Fundamentbereich heute nicht mehr zum Einsatz.

### ■ Beton

Bei Neubauten als Stampfbeton oder Stahlbeton (mit Stahleinlagen) für alle genannten Gründungsarten heute üblich.

### ■ Fugenmaterialien

Wurden früher in Kalk- oder Lehmörtel ausgeführt und sind meist die feuchte transportierenden Schwachstellen im Fundament. Durch ihre Wasserlöslichkeit können die Fugenmörtel ausgewaschen werden. Weiterhin kann das Wurzelwerk von Pflan-

zen in die vorgeschädigten Fugen einwachsen.

## ökologische Bewertung

### ■ Natur- und Ziegelstein

Die Dauerhaftigkeit und Schadensanfälligkeit von Fundamenten aus diesen Materialien hängt stark vom Durchfeuchtungs- und Versalzungsgrad sowie vom Zustand der Fugen ab. Der Zustand des Fundamentes sollte überprüft werden. Wenn erforderlich, sollte das Fundament nachträglich vertikal und/oder horizontal abgedichtet werden. Um eventuelle Umwelt-

## Trockenlegung von Bauwerken

In erdberührte Bauteile wie Fundamente oder Keller kann aus dem umliegenden Erdreich Feuchtigkeit eindringen. Durch diese Feuchte werden meist auch schädliche Salze in die Bauteile transportiert, die im Laufe der Zeit zu sehr starken Schäden führen können. Um dies zu verhindern und eine dauerhaft hohe Wohnqualität sicherzustellen, muss auf die richtige Abdichtung der erdberührten Bauteile geachtet werden. Welche Maßnahmen im Einzelnen getroffen werden müssen, richtet sich nach der Art der Feuchtebelastung, ob zum Beispiel normale Bodenfeuchte oder Grundwasser anliegt. Altbauten weisen häufig Feuchteprobleme auf. Dann sind meist Salzausblühungen auf der Wandoberfläche, Feuchteränder oder Materialzerstörungen erkennbar. Um ein Fortschreiten der Durchfeuchtung zu verhindern, sollte von einem Fachmann geprüft werden, ob eine nachträgliche Bauwerkstrokenlegung durchzuführen ist. Prinzipiell gibt es hierfür mehrer Möglichkeiten:



*Beim Sägeverfahren übernehmen nach dem Einlegen der Dichtungsbahnen bis zur endgültigen Verpressung der Fugen Kunststoffkeile die Lastübertragung.*

### Horizontalabdichtung

Durch das Einbringen einer horizontalen Sperrschicht wird das Aufsteigen von Feuchtigkeit am wirksamsten verhindert. Die hierfür zur Verfügung stehenden Verfahren sind teilweise aufwändig und nicht für jeden Fall einsetzbar.

### Unterfangung mit neuem Fundament

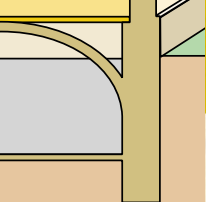
Bei diesem sehr aufwändigen Verfahren wird das alte Fundament oder Kellermauerwerk freigegeben und schrittweise mit einem neuen Betonfundament unterfangen, in das eine horizontale Sperrschicht eingelegt wird.

- Fundament kann zusätzlich frostfrei gegründet werden
- Gefahr von Schäden durch Setzungen

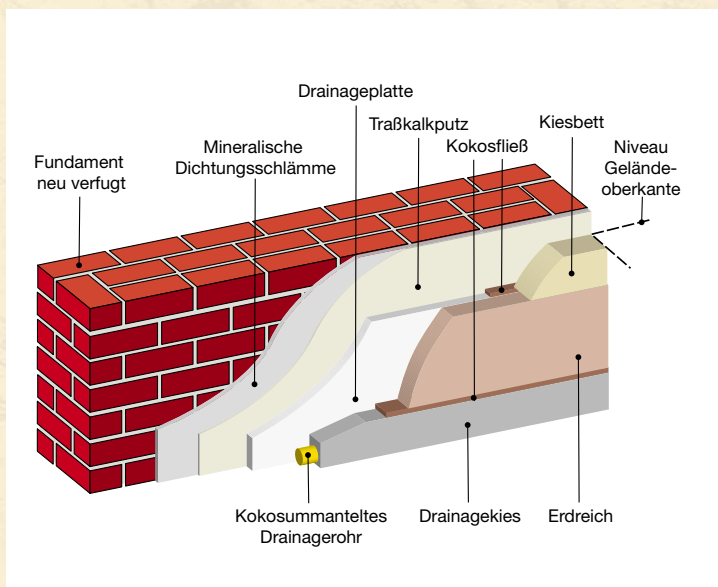
### Mauersägeverfahren

Mittels Säge wird eine durchgehende Lagerfuge des freigelegten Mauerwerks horizontal aufgetrennt. In die so entstandene Fuge werden Isolierbahnen eingebracht. Damit die Wandlasten wieder in den Erdboden geleitet werden können, müssen die Fugen anschließend kraftschlüssig verfüllt werden.

- nur bei durchgehenden Lagerfugen und bei ausreichender Zugänglichkeit möglich
- bei unsachgemäßer Ausführung Gefahr von Rissen im Gebäude



Trockenlegung eines Altbaufundamentes mittels Vertikalabdichtung und Drainage.



### Rüttelverfahren

Geriffelte und rostfreie Stahlbleche werden mit einer Presse in eine Lagerfuge des Mauerwerks eingerüttelt und bilden so eine horizontale Dichtung.

- nur bei durchgehenden Lagerfugen und bei ausreichender Zugänglichkeit möglich
- durch Vibrationen können Risse im Gebäude entstehen

### Injektionsverfahren

Flüssige Injektionsmittel werden über Bohrlöcher, die in einem bestimmten Raster angeordnet sein müssen, mit Druck oder drucklos in das Mauerwerk eingebracht. Nach dem Aushärten bildet sich eine horizontale Sperrschicht aus.

- bei starker Durchfeuchtung nur bedingt einsetzbar

- vollständige Sperrung nur schwer kontrollierbar

### Elektrophysikalische Verfahren

Bei den sogenannten aktiven elektroosmotischen Verfahren soll durch das Einbringen von Anoden und Katoden in das Mauerwerk und durch das Anlegen von elektrischer Spannung der Feuchteschub unterbunden und somit die Austrocknung gewährleistet werden.

- prinzipielle Wirkmechanismen sind nicht endgültig erforscht
- verschiedene Verfahren mit unterschiedlicher Wirksamkeit
- dauerhafter Stromverbrauch

### Vertikalabdichtung

Diese werden häufig als begleitende Maßnahme von Horizontalabdichtungen durchgeführt. Hierfür werden die trockenliegenden Bauteile freigelegt und mit mineralischen oder bituminösen Anstrichen beziehungsweise mit geeigneten Bahnen abgedichtet. Die so entstandene Abdichtung ist durch Schutzmatte, Dämmplatten oder geeignete Bahnen vor mechanischen Beschädigungen zu schützen. Obwohl eine alleinige Vertikalabdichtung nicht zu einer hundertprozentigen Abdichtung führt, kann unter Umständen schon eine ausreichende Trockenlegung erreicht werden.

### Drainagen

Um die Beanspruchung erdberührter Bauteile durch drückendes Wasser zu minimieren werden Drainagen eingesetzt. Diese bestehen im Wesentlichen aus geschlitzten Rohren, die etwa in Höhe der Fundamentsohle in einer Kiesschicht eingebaut werden und anfallendes Wasser vom Gebäude weggleiten. Wegen der Vielzahl der möglichen Fehler sollten Drainagen nur von Fachleuten geplant und ausgeführt werden.

Für die Abdichtung von erdberührten Bauteilen können je nach Feuchtebeanspruchung auch mineralische Dichtungsmittel eingesetzt werden.



oder Gesundheitsgefährdungen durch die eingesetzten Abdichtungsmaterialien zu vermeiden, sollten diese nur dort eingesetzt werden, wo sie unbedingt erforderlich sind. Wegen des gesundheitsgefährdenden Potenzials vieler Materialien sind bei ihrer Verarbeitung entsprechende Sicherheitsmaßnahmen vorzusehen. Eine Verwertung oder Wiederverwendung von Natur- und Ziegelstein aus dem Fundamentbereich ist zwar prinzipiell möglich, sollte aber wegen eventueller Feuchte- und Salzbelastung vorher eingehend geprüft werden.

### ■ Holz

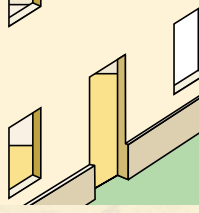
Wegen des hohen Schadensrisikos und der damit einhergehenden fehlenden Dauerhaftigkeit im Fundamentbereich ungeeignet.

### ■ Beton

Die hohe Lebensdauer rechtfertigt den Einsatz von Beton. Eine Verwertung ist energieintensiv, aber möglich. Eine Wiederverwendung ist ausgeschlossen.

### ■ Fugematerialien

Je nach Fugenausbildung und -zustand muss wie bei den Ziegeln saniert werden.



## Wiederverwendung von Baustoffen

Bei Sanierung, Umbau oder Abriss fallen Baustoffe an, die im jeweiligen Gebäude nicht mehr benötigt werden. Üblicherweise werden diese Materialien auf Deponien gebracht oder als Recyclingmaterial für einen anderen Einsatzzweck verwendet (z. B. werden alte Ziegel zu Ziegelsplitt zerkleinert und als Straßenunterbau genutzt).

Eine ökologische Alternative bietet die Wiederverwendung dieser Baustoffe, d.h. Mauersteine werden wieder als Mauersteine verbaut oder alte Holzbalken werden bei Sanierung oder Neubau verarbeitet. Jahrhundertlang war es selbstverständlich, bei Neu- und Umbauten Baustoffe zu verwenden, die durch Abriss alter Bauten vorhanden waren. Wirtschaftliche Gründe und die Verfügbarkeit spielten dabei eine wesentliche Rolle. Heute kommen ökologische Aspekte

hinzu: durch sorgfältiges Ausbauen und Bergen von Baustoffen wird Deponieraum entlastet und Ressourcen und Energie, die für die Produktion notwendig wären, werden eingespart.

Historische Baustoffe werden hauptsächlich bei Sanierung und Denkmalpflege eingesetzt. So werden z. B. häufig notwendige Holzreparaturen bei Fachwerkhäusern mit altem Holz ausgeführt, da dieses sich hierfür besonders eignet. Es gibt jedoch auch im Neubaubereich eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten für historische Baustoffe.

Mittlerweile gibt es in Deutschland mehrere Unternehmen, die den behutsamen Rückbau professionell betreiben und bei denen diese Materialien bezogen werden können. Eine Liste dieser Unternehmen ist beim „Unternehmerverband Historische Baustoffe e.V.“ erhältlich.



Die Liste der wiederverwendbaren Baustoffe und Bauteile ist lang. Sie reicht von Fenstern, Türen und Beschlägen über Parkett, Dielen und Öfen bis hin zu Mauersteinen, Dachziegeln und Holzbalken.

Beanspruchungen einer Außenwand.

## Außenwand

### Funktionen

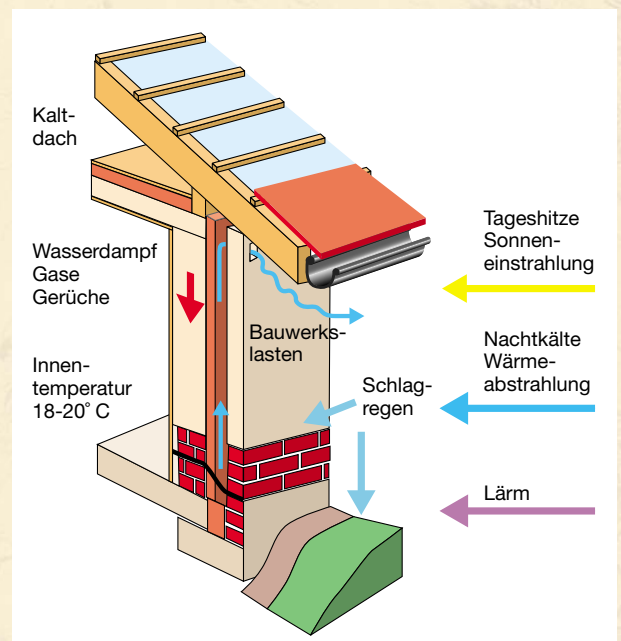
Die Hauptfunktion der Außenwand ist der Witterungsschutz. Traditionell übernimmt die Außenwand auch lastabtragende Funktionen und die Wärmedämmung. Die Bedeutung für die Wärmespeicherung und als Puffer für die Raumluftfeuchtigkeit und somit für das Raumklima werden oft unterschätzt. Auch der Schallschutz eines Gebäudes wird wesentlich durch die Außenwand beeinflusst. Im modernen Bau kann sich die tragende von der schützenden Funktion der Außenwand trennen.

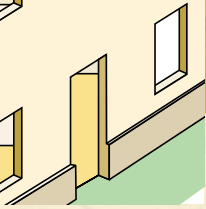
### Konstruktion und Form

#### ■ Einschalig homogen

Naturstein- und Ziegelmauerwerk sind die bekanntesten Vertreter der einschaligen Wand. In Abhängigkeit von der Region sind auch massive Lehmbautechniken, als Lehmsteinbau, Stampflehm- oder Lehmwellerbau, verbreitet. Entsprechend der Gebäudegröße und Festigkeit der eingesetzten Materialien können Wandstärken von einem Meter und mehr vorhanden sein.

Auch die massive Holzwand fin-





det bei Blockhäusern und Bohlenstuben ihre Anwendung. Moderne, gut wärmedämmende Wände können mit Leichthochlochziegeln, Hohlblock-, Leicht- und Porenbetonsteinen ausgeführt werden. Diese Materialien übernehmen sowohl die tragende Funktion als auch die Wärmedämmung. Der Wärmeschutz von alten Außenwänden, ist je nach Wandstärke und verwendetem Material schlecht bis mittelmäßig. Ob eine Verbesserung der Wärmedämmung sinnvoll oder sogar notwendig ist, sollte durch einen Experten eingeschätzt werden.

#### ■ Einschalig inhomogen

Am weitesten verbreitet ist der Fachwerkbau. Das tragende Holzgerüst, das Fachwerk, nimmt alle Lasten auf und leitet diese in das Fundament. Die Gefachfüllung, zum Beispiel aus Strohlehm, Ziegel- oder Natursteinen, übernimmt den Raumschluss. Auf Grund der unterschiedlichen Aufgaben und Materialeigenschaften kann dies zu Problemen wie Rissen im Anschlussbereich Fachwerk – Ausfachung führen. Durch diese Risse kann der ohne-

hin nur sehr niedrige Wärmeschutz eines Fachwerkes noch weiter verschlechtert werden, da warme Innenraumluft entweichen kann und bei Wind Zugerscheinungen auftreten. Durch Schlagregen über die Risse eingetragene Feuchtigkeit kann ebenfalls Probleme verursachen. Soll ein Fachwerk für Wohnzwecke weitergenutzt werden, muss in jedem Fall eine Verbesserung der Wärmedämmung vorgenommen werden. Zum Teil sehr schwerwiegende Schäden nach fehlerhaften Fachwerksanierungen haben gezeigt, dass diese Maßnahmen erfahrenen Planern und Handwerkern überlassen werden sollten.

#### ■ Mehrschalig

Eine der heute am häufigsten eingesetzten Bauweise ist die mehrschalige Wand. Tragfunktion und Wärmedämmung werden getrennt, da es für beide Funktionen jeweils optimale Materialien gibt. So ist ein tragendes Bauteil meist schwer und besitzt somit eine gute Wärmespeicherfähigkeit, hat jedoch einen sehr schlechten Wärmeschutz. Dem gegenüber können

*Zu einem Reihenhaus umgebaute Lehmweller-scheune. Die in ländlichen Gegenden Mitteldeutschlands weit verbreitete*

*Lehmwellerbauweise hat im Vergleich zu anderen traditionellen Massivbauweisen gute Wärmedämm- und Wärmespeichereigenschaften.*



*Das traditionelle Ausfachungsmaterial bei Fachwerkhäusern war Strohlehm, der handwerklich verarbeitet wurde.*

die für den Wärmeschutz verwendeten Dämmstoffe keine Lasten übertragen.

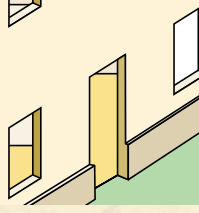
Die mehrschalige Wand gibt es in drei wesentlichen Konstruktionsformen:

- Einschalige Wand mit zusätzlicher meist außen aufgebrachter Wärmedämmung, dem sogenannten WDVS – Wärme-dämmverbundsystem
- Zweischalige Wand mit innenliegender Wärmedämmung als „Kerndämmung“
- Zweischalige Wand mit Luftschicht und Wärmedämmung

Bei der mehrschaligen Wand ist die Wärmedämmung in direktem Kontakt mit dem tragenden Teil. Sie kann innen, in der Mitte oder außen sitzen. Allgemein sollte eine Dämmung innen vermieden werden, weil die Gefahr des Kondensierens von Feuchtigkeit in der Wand sehr hoch ist.

Bei der mehrschaligen Wand mit Luftschicht ist besonders auf die dauerhafte Belüftung des Zwischenraumes zu achten. Wird das übersehen, kann die Dämmung feucht werden. Feuchte Wärmedämmung dämmt schlecht und auch andere Bauteile können leiden.





## Material-eigenschaften

### ■ Naturstein

Natursteine haben wegen ihrer hohen Rohdichte und des daraus resultierenden großen Gewichtes eine schlechte Wärmedämmung, aber eine gute Wärmespeicherung und eine hohe Lebensdauer. Der Wärmeschutz einer Wand aus Natursteinen ist im Wesentlichen von der Wandstärke abhängig und muss in der Regel verbessert werden. Die Feuchteigenschaften differieren stark. Die Erstellung einer Natursteinwand ist wegen der unregelmäßigen Formen der Steine sehr aufwendig.

Bei Neubauten sollte vom Einsatz in der Außenwand abgesehen werden.

**Rohdichte: Gewicht eines Baustoffes im Verhältnis zum Volumen in  $\text{kg}/\text{m}^3$  oder in  $\text{kg}/\text{dm}^3$ .**

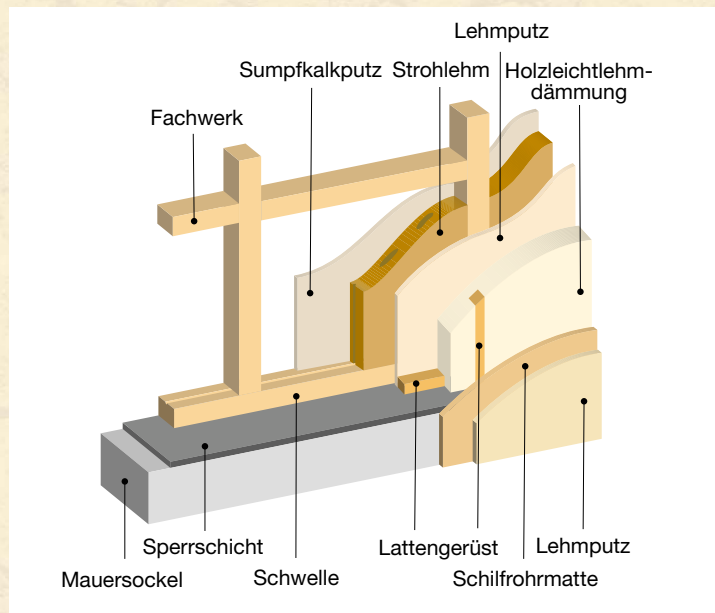
### ■ Ziegelstein

Ziegel werden aus Lehm und/oder Ton geformt und anschließend gebrannt. Die Bandbreite reicht vom hochgebrannten Klinker bis zum schwachgebrannten Feldbrandziegel. Je höher gebrannt Ziegel sind, desto weniger feuchteaufnahmefähig und desto widerstandsfähiger sind sie.

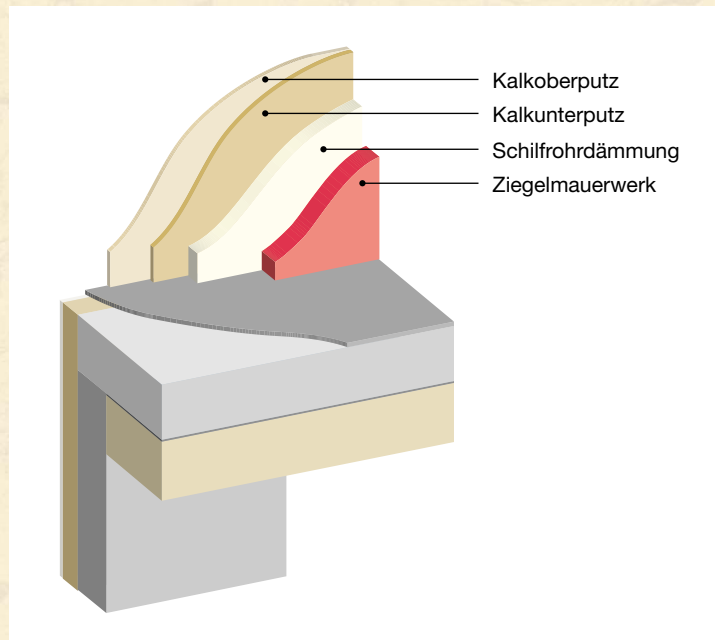
Um die Wärmedämmung von modernen Ziegeln zu verbessern, enthalten diese sehr viele Hohlräume und werden zusätzlich unter Zusatz von Porenbildnern (Holzspäne, Polystyrol) gebrannt.

### ■ Lehm

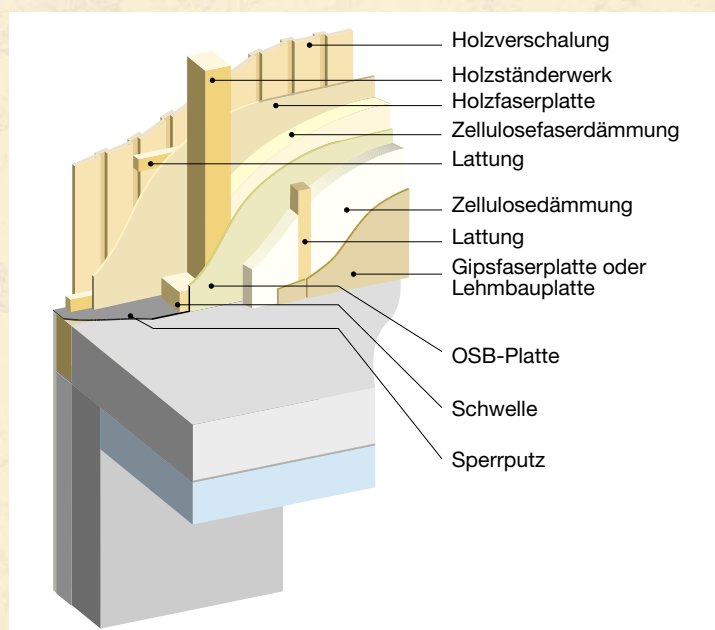
Der vor allem für ländliche Regionen und mittelalterlich geprägte Städte typische Baustoff erhält seine Festigkeit nur durch abtrocknen. Da kein chemischer Abbindeprozess wie bei Kalk oder Zement stattfindet, ist Lehm immer wieder mit Wasser anzulösen, weshalb auf einen ausreichenden Feuchtigkeitsschutz zu achten ist.



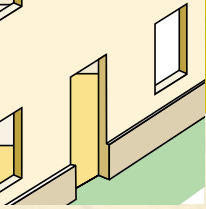
*Durch den Einbau einer Leichtlehmminnendämmung wird der Wärmeschutz einer Fachwerkwand verbessert.*



*Prinzipieller Aufbau einer massiven Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem.*



*Prinzipieller Aufbau einer Außenwand beim modernen Holzbau.*



## Lehm – Der wieder entdeckte Baustoff

Lehm, eines der ältesten Materialien zum Errichten menschlicher Behausungen, hat in den letzten Jahren eine wahre Renaissance erlebt. Sowohl im Bereich der Altbauanierung und Denkmalpflege, als auch bei Neubauten kommt dieser interessante Baustoff verstärkt zum Einsatz.

Die Gründe hierfür liegen wohl vor allem bei den ökologischen und gesundheitlichen Vorzügen des Materials.

*Mittlerweile bieten verschiedene Hersteller eine breite Palette von Lehmfertigprodukten, angefangen bei Lehmsteinen über Lehmbauplatten bis hin zu Lehmputzen, an.*

### Lehm reguliert die Raumluftfeuchtigkeit

Durch seine Fähigkeit, innerhalb sehr kurzer Zeit bis zu 30-mal mehr Feuchtigkeit aus der Raumluft aufzunehmen als gebrannte Ziegel und diese Feuchte bei

Bedarf auch wieder abzugeben, hat Lehm eine sehr gute regulierende Wirkung auf die Raumluftfeuchtigkeit. In Lehmhäusern pendelt so die relative Luftfeuchte um für den Menschen optimale 50 Prozent.

### Lehm speichert und dämmt gut Wärme

Ähnlich wie andere schwere Baustoffe kann Lehm gut Wärme speichern. Neben einer Verbesserung des Wohnklimas kann dies zur Nutzung von passiver Sonnenenergie und somit zur Energieeinsparung beitragen. Durch die Zugabe von leichten Zuschlägen, wie Holzhackschnitzeln, Stroh, Hanf oder Blähton, können die Wärmedämmeigenschaften von Lehm deutlich verbessert werden. Diese Lehme werden auch als Leichtlehm bezeichnet.

### Lehm hat eine konservierende Wirkung auf Holz

Durch seine niedrige Ausgleichsfeuchte und die gute Feuchteaufnahme-fähigkeit werden Holz und andere organische Baustoffe von Lehm trocken gehalten. Aus diesem Grund ist Lehm der ideale Baustoff für Fachwerkhäuser.

*Ausgleichsfeuchte: Ist der Feuchtegehalt in Gewichtsprozent, den ein Baustoff bei kon-*

*stanten Umgebungsbedingungen (Temperatur und relative Luftfeuchte) aufweist.*

### Lehm ist ein umweltfreundlicher Baustoff

Da Lehm seine Festigkeit nur durch Austrocknung erhält, ist für seine Herstellung keine energieintensive Produktion notwendig. Hinzu kommt, dass Lehm als Rohstoff fast überall zu finden ist, wodurch energie- und kostenintensive Transporte entfallen können.

### Lehm ist wasserlöslich

Ungebrannter Lehm wird durch die Zugabe von Wasser wieder plastisch und kann an anderer Stelle ohne großen Aufwand wieder als Baumaterial eingesetzt werden. Nach Ablauf seiner Nutzungsphase fügt er sich wieder in den natürlichen Kreislauf ein und belastet somit nicht als Bauschutt die Umwelt.

Allerdings besitzt die Wasserlöslichkeit auch Nachteile. Ist ein Lehmhaus dauerhaft Feuchte ausgesetzt, was bei aufsteigender Feuchtigkeit bei fehlender Horizontalsperre der Fall ist, können starke Schäden entstehen. Aus diesem Grund ist auf einen dauerhaften Feuchtigkeitsschutz besonders Wert zu legen.



#### ■ Holz

Trotz seines geringen Gewichtes hoch druckbelastbar und mit guten wärme- und feuchtetechnischen Eigenschaften ist Holz hervorragend für trockene Konstruktionen geeignet. Zeitweise Feuchtebelastungen, etwa durch Schlagregen, sind unproblematisch.

#### ■ Kalksandstein

Der Stein besteht im Wesentlichen aus Kalk und Quarzsand, ist hoch

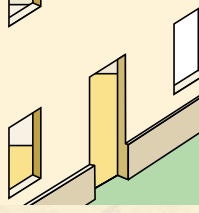
belastbar, kann Wärme und Feuchte gut aufnehmen und abgeben und ist mäßig diffusionsoffen. Sein hohes Gewicht ermöglicht eine gute Luftschalldämmung.

#### ■ Porenbeton

Der überwiegend aus Zement, Kalk und Quarzsand bestehende und mittels Aluminiumpulver als Treibmittel aufgeschäumte Porenbeton („Gasbeton“) hat bei einer hohen Druckfestigkeit ein relativ

niedriges Gewicht. Aus Porenbeton werden Steine und großformatige Planblöcke hergestellt. Auf Grund der guten Wärmedämmung können einschalige Außenwände ohne zusätzliche Wärmedämmung errichtet werden.

Bedingt durch seine spezifische Porenstruktur benötigt Porenbeton, obwohl er relativ diffusionsoffen ist, eine sehr lange Austrocknungsphase. Daher sollte bei Transport, Lagerung und Verarbei-



tung auf einen ausreichenden Feuchtigkeitsschutz geachtet werden werden.

■ **Leichtbeton**

Der zur Herstellung von Steinen, großformatigen Elementen oder

men dieser Broschüre sprengen. Daher soll an dieser Stelle auf die Broschüre „Positivliste - Umweltgerechte Baustoffe“ des Umwelt- und Transferzentrums der Handwerkskammer zu Leipzig verwiesen werden.

Verbesserung des Wärmeschutzes durch den Einsatz eines Dämmstoffes sollte immer überprüft werden. Eine Wiederverwendung ist gut möglich.

■ **Ziegelstein**

Eine Vollziegelwand sollte nur bei mehrschaligen Systemen auf der Innenseite eingesetzt werden. Hier wirken sich die guten Wärme- und Feuchtespeichereigenschaften günstig auf das Raumklima aus. Eine zusätzliche Wärmedämmung für Wände aus Vollziegeln ist vorzusehen.

Der moderne, leichte Ziegel hat bei hoher Lebensdauer sowohl dämmende Wirkung als auch tragende Funktion. Bei der einschaligen Wand kann er bauphysikalisch sehr günstig sein. Zusammensetzung und Herstellungsprozess sollten geprüft werden.

Die Wiederverwendung von Vollziegeln ist möglich, wird jedoch prinzipiell von der Art der Verarbeitung beeinflusst. Die modernen Hochlochziegel sind durch ihre Wabenstruktur mit nur dünnen Stegen meist nicht wieder verwendbar, Recycling ist jedoch möglich.



*Der Wärmeschutz massiver Außenwände kann durch das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems etwa aus Holzweichfaserdämmplatten deutlich verbessert werden.*

wandhohen Fertigteilen verarbeitete Leichtbeton wird aus Beton und leichten Zuschlagstoffen wie Blähton, Bims oder Holz hergestellt. Die Materialeigenschaften, insbesondere Wärmedämmung, Feuchtetransport, Feuchteaufnahme- und -abgabefähigkeit werden stark von den verwendeten Leichtzuschlägen beeinflusst. Leichtbeton ist diffusionsoffen, weist aber eine sehr geringe kapillare Leitfähigkeit auf. Die Wärmespeicherung ist abhängig von der Rohdichte und vergleichbar mit anderen mineralischen Baustoffen.

■ **Wärmedämmung**

Das sehr umfangreiche Angebot an konventionellen (z. B. Polystyrol, Mineralfaser) und „alternativen“ (z. B. Zellulose, Hanf) Dämmmaterialien würde den Rah-

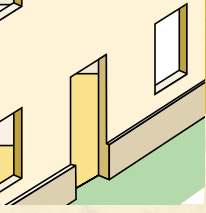
**Ökologische Bewertung**

■ **Naturstein**

Die häufig bei Altbauten zu findenden einschaligen Außenwände aus Natursteinen haben eine schlechte Wärmedämmung. Eine



*Neben den traditionellen Steinformaten bieten mittlerweile fast alle Hersteller eine Vielzahl großformatiger Steine an, wodurch ein wesentlich schnellerer Arbeitsfortschritt möglich wird.*



## Energieverbrauch von Gebäuden

In Deutschland verbrauchen die privaten Haushalte fast 30 Prozent der gesamten Endenergie und verursachen somit jährlich den Ausstoß von rund 300 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>.

Wie viel Heizenergie ein Gebäude verbraucht, wird hauptsächlich von der Gebäudegröße, der Effizienz der Heizung, dem Nutzerverhalten und der energetischen Qualität des Gebäudes bestimmt.

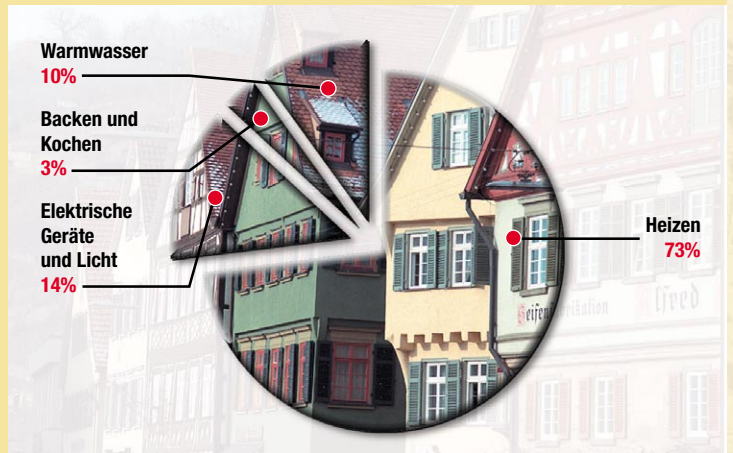
- Altbauten, die vor 1973 errichtet wurden, verbrauchen im Vergleich jährlich am meisten Energie pro Quadratmeter Wohnfläche, nämlich 20 bis 30 Kubikmeter Erdgas.
- Gebäude, die nach Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung 1982 gebaut wurden, benötigen immer noch 15 bis 18 Kubikmeter Erdgas pro Quadratmeter.
- Die bis Anfang 2002 gültige Wärmeschutzverordnung ließ nur noch Energieverbräuche zwischen 10 und 12 Kubikmetern Erdgas zu.
- Niedrigenergiehäuser, wie sie die seit Februar 2002 gültige Energieeinsparverordnung (EnEV) vorschreibt, benötigen nur noch 3

bis 7 Kubikmeter Erdgas.

- Seit Anfang der neunziger Jahre werden vermehrt auch sogenannte „Passivhäuser“ gebaut. Diese verbrauchen im Jahr höchstens noch 1,5 Kubikmeter Erdgas pro Quadratmeter Wohnfläche.

schutzverordnung von 1995 gebaut wurde etwa 30 Prozent weniger Energie.

Als Weiterentwicklung des Niedrigenergiehauses (NEH) werden in den letzten Jahren immer häufiger Passivhäuser gebaut. Im Vergleich zu NEH die im Jahr weniger als 70 kWh/(m<sup>2</sup>a) Heizenergie



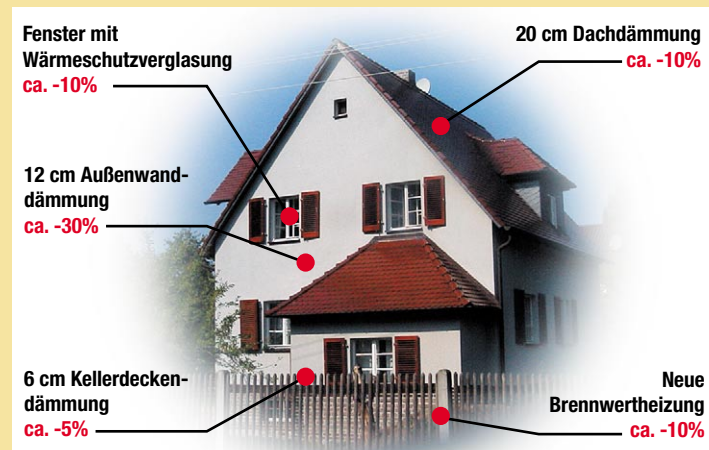
Bei Altbauten werden im Durchschnitt 73 Prozent des häuslichen Energieverbrauchs für die Raumheizung benötigt.

Seit 2002 ist für den Wärmeschutz von Gebäuden die Energieeinsparverordnung (EnEV) maßgebend und erhebt das sogenannte „Niedrigenergiehaus“ zum Baustandard. Ein Niedrigenergiehaus verbraucht im Vergleich zu einem Gebäude, das nach der Wärme-

verbrauchen, beläuft sich der Heizwärmebedarf eines Passivhauses nur noch auf maximal 15 kWh/(m<sup>2</sup>a). Das Besondere an einem Passivhaus ist, dass durch eine höchste Qualität bei Gebäudehülle und Haustechnik der Wärmebedarf so weit verringert wird, dass neben einer hoch effizienten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, die „kostenlosen“ internen Wärmegewinne ausreichen, um das Gebäude warm zu halten. Auf den Einbau einer herkömmlichen Heizung kann dabei oft verzichtet werden.

Durch gezielte Verbesserungsmaßnahmen kann aber auch der meist hohe Energieverbrauch von Altbauten, der im Durchschnitt bei etwa 220 kWh/(m<sup>2</sup>a) liegt, Schritt für Schritt um bis zu 80 Prozent reduziert werden. Um dies zu erreichen, bietet es sich bei den meisten Altbauten an, sowohl den Wärmeschutz zu verbessern, als auch die Heizungsanlage zu modernisieren oder zu

*Spareffekte verschiedener baulicher Sanierungsmaßnahmen bei Altbauten. Die Werte sind als Richtwerte zu verstehen.*



## Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Wer heute baut oder saniert, sollte auf einen sehr guten Wärmeschutz Wert legen, das schont die Umwelt und verringert spürbar die Heizkosten. Neben den traditionellen Materialien wie Mineralfasern oder Schaumkunststoffen werden immer öfter auch Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen verarbeitet. Diese gibt es mittlerweile in einer großen Angebotspalette für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle.

Als Matten, Platten, Einblas- oder Schüttdämmung können diese Materialien für fast alle Einsatzbereiche verwendet werden. Dabei ist das Wärme- und Schalldämmvermögen vergleichbar mit dem konventioneller Dämmstoffe. Ihre Stärken spielen nachwachsende Rohstoffe beim sommerlichen Wärmeschutz aus. Durch ihr größeres Wärmespeichervermögen und das höhere Raumge-

### Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen werden aus folgenden Materialien hergestellt:

- Flachs
- Hanf
- Holzfasern
- Schilfrohr
- Stroh
- Schafwolle
- Roggen
- Zellulose
- Kork
- Kokos

wicht werden Überhitzungen im Sommer vermindert. Ein weiterer Vorteil ist die Fähigkeit, teilweise bis zu 30 Prozent des eigenen Gewichts an Feuchtigkeit aus der Raumluft aufzunehmen und bei Bedarf wieder abzugeben. So wird die Luftfeuchtigkeit reguliert und das Raumklima verbessert.

Unter ökologischen Gesichtspunkten ist vor allem die energiearme Herstellung, die unproblematische Entsorgung und die „unendliche“ Rohstoffquelle zu erwähnen.

### Einsatzgebiete für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen:

- Außenwanddämmung
- Dachdämmung
- Unterdachplatten
- Ausgleichsschüttung
- Trittschalldämmung
- Fußboden- und Deckendämmung
- Trennwanddämmung
- Rohrisolation

*Mit Holzweichfaserdämmplatten können auch Aufsparrendämmungen ausgeführt werden.*



#### ■ Lehm

Bei richtiger Konstruktion und einem dauerhaften Feuchtigkeitsschutz ist Lehm ein sehr empfehlenswerter Baustoff. Beim Einsatz als Leichtlehm kann gegebenenfalls auf eine zusätzliche Wärmedämmung verzichtet werden. Beim Verzicht auf chemische Zusätze ist er wieder verwendbar oder kompostierbar.

#### ■ Kalksandstein

Wegen ihrer günstigen Ökobilanz sind Kalksandsteine empfehlenswerte Materialien. Beim Einsatz in der Außenwand muss eine zusätzliche Wärmedämmung vorgesehen werden. Aus ökologischen Gründen sollten die Steine möglichst von einem regionalen Hersteller bezogen werden. Eine Wiederverwendung von Kalksandsteinen ist in Abhängigkeit von den verwendeten Mauer- und Putzmörteln gut möglich.

#### ■ Holz

Holz hat durch seine Materialeigenschaften beim Einsatz in der Außenwand hervorragende Qualitäten. Um die Dauerhaftigkeit zu garantieren ist dem Schutz des Holzes vor Witterungseinflüssen und Schädlingen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Es ist recyclingfähig, meist auch wieder verwendbar.

#### ■ Porenbeton

Dämmeigenschaften, Lebensdauer und Tragfähigkeit sind gut. Die Beschichtung von Porenbeton sollte mit diffusionsoffenen Materialien erfolgen, da sonst die sowieso sehr langsame Austrocknung noch weiter beeinträchtigt wird. Homogene Wände sind recyclingfähig.

#### ■ Betonsteine

Auf Grund der Produktvielfalt sind die Produkteigenschaften wie Wärmeschutz oder Feuchteverhalten unterschiedlich. Je nach Art der Verarbeitung sind die Materialien recyclingfähig oder wieder verwendbar.

#### ■ Wärmedämmung

Alle Wärmedämmstoffe tragen zur Verminderung des Energieverbrauchs bei und leisten somit einen entscheidenden Beitrag zum Umweltschutz. Nichtsdestotrotz gibt es zwischen den verfügbaren Materialien unter ökologischen Gesichtspunkten zum Teil erhebliche Unterschiede.

Bei Wärmedämmverbundsystemen ist eine Wiederverwendung wegen des häufig verwendeten Klebers und des direkt aufgetragenen Putzmörtels nicht möglich. Beim Abriss ist die Materialtrennung sehr aufwendig.

# Innenwand

## Funktionen

Innenwände teilen den Innenbereich in mehrere Räume ein, die unterschiedlichen Nutzungen zugeordnet werden können. Innenwände können auch die Spannweiten von Decken verkürzen und Lasten abtragen. Daher werden sie in tragende und nichttragende Wände eingeteilt. Eine wichtige Funktion ist der Schallschutz innerhalb eines Gebäudes oder einer Wohnung. Die Wärmespeicherfähigkeit eines Gebäudes kann durch schwere und massive Innenwände verbessert werden.

*Zur Verbesserung der Wärmespeicherung von Häusern sollten Innenwände aus schweren, speicherfähigen Materialien, etwa aus Kalksandsteinen, erstellt werden.*



## Konstruktion und Form

■ **Tragende Innenwände**  
Tragende Innenwände können massiv, homogen oder mit einem Stützensystem, etwa als Fachwerk, ausgeführt sein. Die Lastabtragung hat normalerweise schwerere Bauausführungen und Bauteile zur Folge. Im Gegensatz zu Neubauten übernehmen in Altbauten häufig auch sehr dünne Innenwände eine tra-

gende Funktion. Ihr Entfernen ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen führt häufig zu Schäden.

■ **Nichttragende Innenwände**  
Nichttragende Innenwände können ebenfalls homogen aus einem Material oder mit einer Stützenkonstruktion gefertigt werden. Eine der heute am häufigsten eingesetzten Varianten ist die Gipskarton-Ständerwand. Für bestimmte Anforderungen, zum Beispiel erhöhten Schallschutz, ist auch hier eine schwerere, massivere Ausführung machbar und sinnvoll.

## Material-eigenschaften

■ **Naturstein**  
Das große Gewicht hat eine hohe Wärmespeicherfähigkeit zur Folge. Diese gleicht Schwankungen der Raumtemperatur aus und ermöglicht die passive Solarenergienutzung. Die Bandbreite der Feuchteaufnahme und -abgabe ist bei den meist in tragenden Wänden verbauten Natursteinen sehr groß.

■ **Ziegelstein**  
Vollziegel haben auf Grund ihres hohen Gewichtes die gleichen Vorteile wie Natursteine. Bei den leichteren Hochlochziegeln schwächen sich diese Eigenschaften entsprechend ab. Ziegel werden sowohl in tragenden als auch in nichttragenden Wänden eingesetzt.

■ **Kalksandstein**  
Der Stein ist schwer, kann Wärme und Feuchte gut aufnehmen, speichern und wieder abgeben. Er ermöglicht eine gute Luftschall-

dämmung und kann in tragenden Wänden eingesetzt werden. Die für das Wohnklima wichtigen feuchteregulierenden Eigenschaften sind besser als bei Ziegelsteinen.

■ **Porenbeton**  
Er kann in tragenden Wänden eingesetzt werden, hat jedoch eine relative geringe Wärmespeicherfähigkeit. Auf Grund seiner Porosität ist er relativ leicht.

■ **Leichtbeton**  
Die Materialeigenschaften werden von den eingesetzten Leichtzuschlägen bestimmt. Wegen des relativ geringen Gewichtes ist die Speicherfähigkeit im Vergleich mit anderen mineralischen Baustoffen relativ gering.

■ **Holz**  
Die Wärmespeicherfähigkeit ist im Verhältnis zum Gewicht sehr gut, die Feuchteaufnahme- und -abgabefähigkeit ist dagegen nur mäßig ausgeprägt. Durch die Aufnahme von Feuchtigkeit, quillt und schwindet Holz. Um Schäden zu vermeiden, setzt dieser als „Arbeiten“ bezeichnete Vorgang bei der Verarbeitung von Holz einen fachkundigen Umgang voraus. Holz als konstruktives Grundsystem von Ständer- oder Fachwerkwänden bietet eine Menge Vorteile. Verarbeitung und Anpassungsfähigkeit sind einfach und vielseitig. Die reinen Materialeigenschaften treten hierbei in den Hintergrund.

■ **Lehm**  
Für Innenwände wird üblicherweise massiver Lehm eingesetzt. In Altbauten wurden dabei Innenwände sowohl aus Lehmsteinen

Leichte Trennwände können auch mit einer Holzunterkonstruktion erstellt werden. Die Holzständerwand wird mit Dämmstoff gefüllt und anschließend beplankt.



als auch in Massivlehmtechniken wie Stampflehm- oder Lehmwellerbau hergestellt. Bei Neubauten werden in der Regel Lehmsteine verwendet. Mittlerweile gibt es jedoch auch Lehmbauelemente, die sowohl freistehend als auch zur Beplankung von Ständerkonstruktionen verwendet werden können.

#### ■ Gips

Gips hat eine gute wärme- und feuchteausgleichende Wirkung auf das Raumklima. Diese Wirkung wird auch durch die Diffusionsoffenheit des Materials unterstützt. Bei Innenwänden wird Gips in Form von Gipsfaser- oder -kartonplatte als Beplankungsmaterial für Ständerkonstruktionen oder als Gipsdiele für selbsttragende Wände verarbeitet. In diesem Zusammenhang ist die gute Brandschutzwirkung zu erwähnen. Gips ist ähnlich wie Lehm wasserempfindlich.

#### ■ Holzwolleleichtbauplatten

Die Platten bestehen aus Holzwolle. Als Bindemittel kommen Magnesit oder Zement zum Einsatz. Die relativ gute Wärmedämmung der Holzwolleleichtbauplatten (HWL) wird durch ihre Diffusionsoffenheit und ihre

feuchtigkeitsregulierenden Eigenschaften ergänzt. HWL-Platten werden für Innenwände als Beplankungsmaterial eingesetzt und anschließend verputzt. Unverputzt werden sie als Akustikplatten genutzt.

### ökologische Bewertung

#### ■ Naturstein

Abhängig vom Transport- und Bearbeitungsaufwand kann es ein vorteilhaftes Material mit äußerst langer Lebensdauer sein. Im Neu-

baubereich sollte jedoch der Einsatz alternativer Produkte geprüft werden. In Abhängigkeit von der verwendeten Gesteinsart und der Lagerstätte ist eine schwache radioaktive Belastung möglich.

#### ■ Ziegelstein

Hochgebrannte und somit energieaufwändig hergestellte Ziegel sind im Innenbereich unnötig. Als sehr langlebiges Material kann es nach Ende der Nutzungsdauer des Gebäudes wieder verwendet werden. Um Transportwege zu minimieren, sollte bei der Verwendung von Ziegeln auf Material regionaler Hersteller zurückgegriffen werden.

#### ■ Kalksandstein

Abhängig vom Transport- und Bearbeitungsaufwand ist es ein vorteilhaftes Material. Es ist sehr dauerhaft und bei Verwendung eines weichen Kalkmörtels gut wieder verwendbar und recyclingfähig.

#### ■ Porenbeton

Das Material hat eine sehr niedrige Wärmespeicherkapazität. Wegen der zentralen Produktion entstehen größere Transportwege.

*Unverputzte Natursteinwände bieten einen rustikalen, ursprünglichen Anblick.*





*Innenwände können auch aus massiven Gipswandbauplatten hergestellt werden.*

#### ■ Leichtbeton

Durch den Zementanteil mit hohem Primärenergieaufwand und teilweise mit Schadstoffen belastet. Eine leicht erhöhte Radioaktivität sowohl durch Beton als auch durch Zuschlagstoffe zum Beispiel Naturbims ist möglich.

#### ■ Holz

Wegen der günstigen CO<sub>2</sub>-Bilanz, der langen Lebensdauer und der Wiederverwertbarkeit sehr positiv. Es sollte auf Hölzer aus heimischer Produktion zurückgegriffen werden. Die bei der Bearbeitung von Eiche und Buche entstehenden Faserstäube sind als krebserregend eingestuft.

#### ■ Lehm

Als Baustoff bei kurzen Transportwegen mit einem minimalen Primärenergieaufwand und optimalen bauphysikalischen Qualitäten sehr gut. Lehm hat von allen Baustoffen die günstigsten feuchtigkeitsregulierenden Eigenschaften und somit eine sehr positive Wirkung auf das Raumklima. Die bei richtiger Anwendung große Dauerhaftigkeit und Wiederverwendbarkeit ergänzen dieses Bild. Es muss

## Primärenergiebedarf von Baustoffen

Dahinter verbirgt sich die Energiemenge, die für die Herstellung eines Kubikmeters eines Baustoffes eingesetzt werden muss. Bei der Ermittlung werden alle Aufwendungen für Rohstoffgewinnung, Produktion und Transport berücksichtigt. Bei der Auswahl von Materialien sollte auf einen möglichst niedrigen Primärenergiebedarf geachtet werden. Bei Wärmedämmstoffen sollte bei der Bewertung des Primärenergiebedarfs die primärenergetische Amortisationszeit berücksichtigt

werden. Dies ist die Zeit, in der der Dämmstoff die für die Herstellung eingesetzte Energie wieder einspart. Selbst bei energieintensiv hergestellten Dämmstoffen liegt diese in der Regel unter 36 Monaten. Dem entsprechend sparen alle Dämmstoffe wesentlich mehr Energie ein, als für ihre Herstellung eingesetzt werden muss. In der folgenden Übersicht sind einige Zahlen zusammengestellt, die als Orientierung dienen können. Es sollte berücksichtigt werden, dass die Angaben in Abhängigkeit vom Hersteller und der verwendeten Technologie abweichen können.

Aluminium	195000 kWh/m <sup>3</sup>
Hochlochziegel	1360 kWh/m <sup>3</sup>
Gipskarton	760 kWh/m <sup>3</sup>
expandierter Polystyrolschaum	151 bis 718 kWh/m <sup>3</sup>
Beton	451 kWh/m <sup>3</sup>
Nadelholz	174 bis 470 kWh/m <sup>3</sup>
Holzweichfaserdämmung	165 bis 413 kWh/m <sup>3</sup>
Kalkputz	310 kWh/m <sup>3</sup>
Zellulosefaserdämmstoffe	64 kWh/m <sup>3</sup>
Massivlehm	0 bis 25 kWh/m <sup>3</sup>

jedoch auch im Innenbereich die Feuchteempfindlichkeit von Lehm berücksichtigt werden.

#### ■ Gips

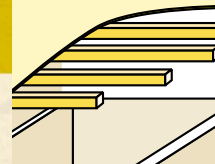
Als Ausgangsmaterialien sind Naturgipse und REA-Gipse zu unterscheiden. REA-Gipse sind Nebenprodukt der Rauchgasentschwefelung bei Kohlekraftwerken und werden heute meist für die Herstellung von Gipskartonplatten verwendet, wodurch natürliche Gipsvorkommen geschont werden.

Gips kann, wie im Prinzip alle mineralischen Baustoffe, teils radioaktiv belastet sein. Eine

Wiederverwendung ist nur bei einem zerstörungsfreien Rückbau möglich, der jedoch sehr aufwändig ist.

#### ■ Holzwolleleichtbauplatten

Der günstigen Energiebilanz und geringen Schadstoffbelastung steht die fehlende Recyclingfähigkeit und die mechanische Empfindlichkeit gegenüber. Die Dämmwirkung wird im Innenbereich nicht genutzt.



# Decken

## Funktionen

Decken gliedern ein Gebäude in einzelne Geschosse und vergrößern somit die nutzbare Fläche. Abgesehen von Zwischendecken sind sie begehbar und bilden meist auch die Fußböden der darüber liegenden Ebene.

Sie tragen die durch die Nutzung entstehenden Lasten in vertikale Bauteile, wie Wände oder Stützen, ab.

Neben Anforderungen hinsichtlich des Schallschutzes müssen vor allem oberste Geschossdecken zu nichtgedämmten Dachräumen und Kellerdecken auch den Anforderungen des Wärmeschutzes genügen.

## Konstruktion und Form

Gekrümmte Decken wie Gewölbe oder Kappen wurden früher aus Einzelsteinen zusammengesetzt, die auf Grund der Konstruktion nur durch Druckkräfte belastet werden. Die Einzelsteine waren traditionell aus Natursteinen oder Ziegelsteinen. Später erfolgte die

Kombination der Steine mit Stahlträgern und Beton.

Diese Deckenformen sind fast ausschließlich als Kellerdecke oder als Decke des Erdgeschosses zu finden. Eine sehr große Verbreitung hat vor allem die sogenannte „Preußische Kappe“ gefunden. Die Decken sollten hinsichtlich eventueller Risse überprüft werden, wobei die Steinfuge und der Mörtel besonders empfindliche Bereiche sind.

Balkendecken wie zum Beispiel Holzbalkendecken bestehen aus linear angeordneten, tragenden Balken. Die Deckenfüllungen müssen keine oder nur geringe Lasten in die Deckenbalken abtragen.

Wurden früher ausschließlich Holzbalken verwendet, kamen später auch Stahlträger und Stahlbetonbalken zum Einsatz.

Ein Problem von Holzbalkendecken ist der Schallschutz. Daher findet man in alten Holzbalkendecken meist schwere Füllungen

*Prinzipieller Aufbau einer sanierten Preußischen Kappendecke.*

aus Sand, Schlacke oder Lehm, die aber den heutigen Anforderungen oft nicht mehr genügen. Durch konsequente Materialtrennung von Balken und Belag kann der Schallschutz erheblich verbessert werden.

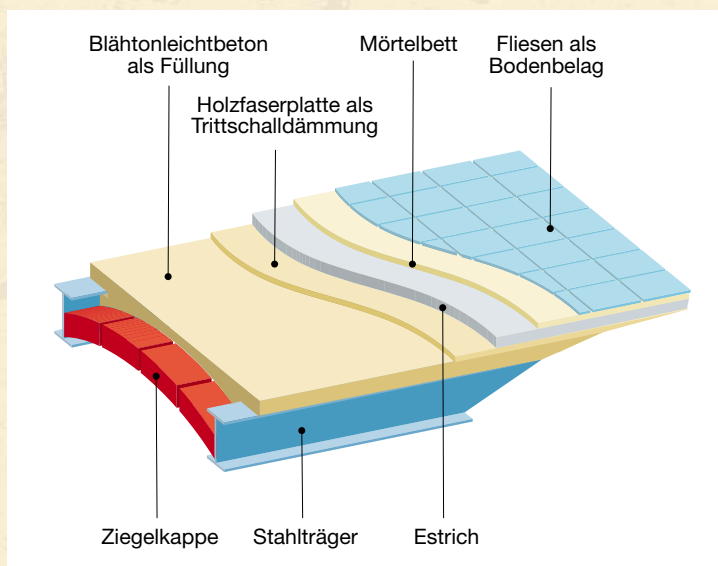
Eine moderne Form der Deckenfüllen sind Ziegelhohlkörper, die zwischen Balken oder Trägern eingehängt werden. Mit einer Betonschicht versehen bildet diese

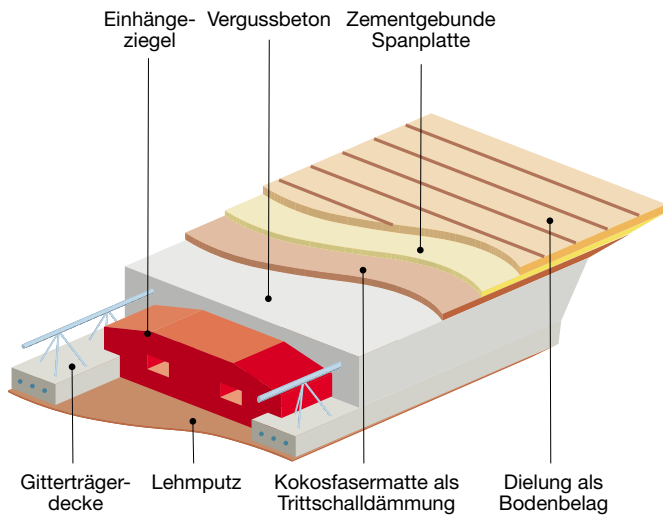
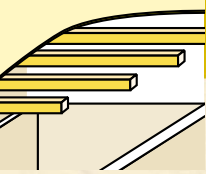


Deckenform den Übergang zur Plattendecke. Plattendecken gibt es erst seit dem Aufkommen der Betontechnologie. Stahleinlagen nehmen die Zugkräfte auf, der Beton die Druckkräfte. Beide Komponenten bilden als Stahlbeton eine Einheit, wodurch auch sehr große Lasten aufgenommen werden können. Neben den reinen Stahlbetondecken gibt es eine Vielzahl von Deckenvarianten, bei denen Stahlbeton mit Ziegelhohlkörpern kombiniert wird, um so eine Verringerung des Deckengewichtes zu erreichen.

In den letzten Jahren werden zunehmend auch neu entwickelte Holzdeckensysteme, beispielsweise als Brettstapel- oder Kreuzholzdecke, als Plattendecken eingesetzt.

*Die massiven Lehmsteine dienen zur Verbesserung des Schallschutzes der Holzbalkendecken.*

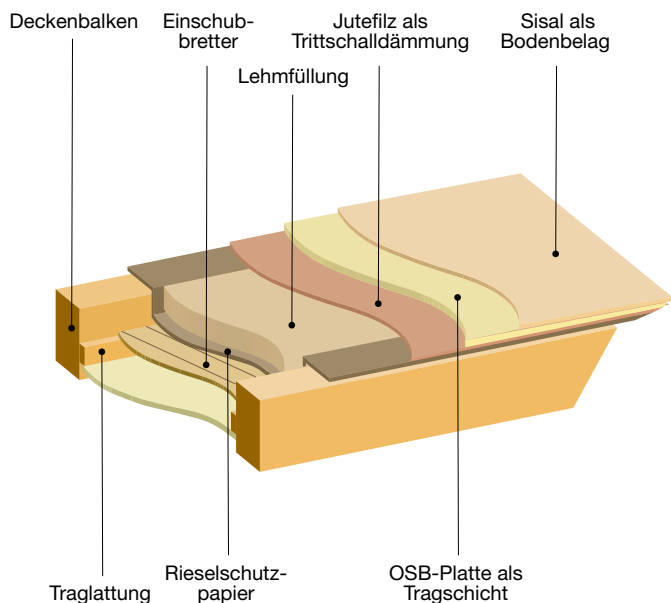




Prinzipieller Aufbau einer Gitterträgerdecke.

Alle Decken werden in der Regel an der Unterseite verputzt oder verkleidet. Auf der Oberseite befindet sich, wenn notwendig, eine horizontale Ausgleichsschicht. Durch die Entkoppelung von Tragschicht (Decke) und Nuttschicht (Bodenbelag), etwa durch einen schwimmenden Estrich, kann der Schallschutz verbessert werden.

Prinzipieller Aufbau einer Holzbalkendecke.



Der Bodenbelag sollte immer den aus der Nutzung des Raumes entstehenden Anforderungen entsprechen.

## Material-eigenschaften

### ■ Naturstein

Für Kappen und Gewölbe in Altbauten wurden auch Natursteine eingesetzt. Diese sind nur druckbelastbar und als Material für Decken heute ungebräuchlich. Sie spielen hier lediglich bei der Restaurierung eine Rolle.

Für Bodenbeläge werden Natursteine auch heute noch genutzt. Entsprechend den Anforderungen können weiche Gesteine wie Kalk, Schiefer- oder Sandstein bis hin zu harten Gesteinen wie Granit oder Syenit eingesetzt werden. Abriebfestigkeit und Feuchteaufnahme hängen von der Härte und der Porosität ab. Für die Wärme- und Feuchteigenschaften ist der Punkt Innenwände übertragbar.

### ■ Ziegelstein

Hoch druckbelastbar reagiert er auf Biegung sehr empfindlich. Den Vollziegel findet man nur noch im Altbau. Feuchte- und wärmetechnisch gilt hier das Gleiche wie für die Innenwände. Der Ziegelhohlkörper, der auch in eine Holzbalkendecke eingehängt werden kann, ist mit dem Hochlochziegel vergleichbar. Die verbesserte Dämmung und das geringere Gewicht gehen zu Lasten der wärme- und feuchteausgleichenden Wirkung.

### ■ Holz

Leicht, hoch belastbar, gut zu verarbeiten, diese ausgezeichneten Eigenschaften haben zu einer weiten Verbreitung von Holzbalkendecken geführt. Dem gegenüber

steht, insbesondere in kritischen Bereichen wie Balkenköpfen, der mögliche Befall durch pflanzliche und tierische Schädlinge und dadurch verursachte teilweise schwere Bauschäden. Um dem vorzubeugen, ist der konstruktive Holzschutz die umweltfreundlichste Lösung.

### ■ Stahl

Wird in Decken bei Neubauten als Bewehrung im Stahlbeton und bei Altbauten in Form von Stahlträgern überwiegend bei Kappendecken eingesetzt. Stahl hat bei geringem Gewicht eine ausgezeichnete Tragfähigkeit. Bei Feuchtebelastung kommt es zur Korrosion, die durch oft wenig umweltfreundliche Schutzanstriche verhindert werden muss.

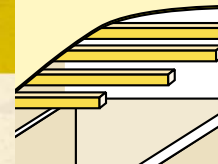
### ■ Stahlbeton

Hervorragende Tragfähigkeiten verbunden mit einer guten Wärmespeicherfähigkeit stehen einer hohen Dampfdichtheit und einer guten Wärmeleitung gegenüber. Bei falsch ausgeführten Deckenauflegern können, wie bei anderen massiven Deckenmaterialien auch, Wärmebrücken entstehen. Stahlbeton hat eine sehr lange Trocknungsphase.

## ökologische Bewertung

### ■ Naturstein

Als Tragkonstruktion im Neubaubereich nicht geeignet haben Natursteine bei Gewölben im Altbaubereich auf Grund ihrer großen Masse gute wärmespeichernde Eigenschaften. Für den Einsatz als Fußbodenbelag gilt das unter Punkt Innenwände-Naturstein Erwähnte. Die hohe Abriebfestigkeit garantiert eine lange Nutzungsdauer und damit eine gute Umweltbilanz.



Die klassische Holzbalkendecke kann auch mit Einhängziegeln kombiniert werden.

#### ■ Ziegelstein

Da nur druckbelastbar sind Vollziegel als Tragkonstruktion für Neubauten nicht geeignet, Ziegelhohlkörper sind als Einhängziegel zur Deckenfüllung günstig. Es sollte hier auf den porosierenden Zuschlag (Holz oder Polystyrol) geachtet werden.

Dem relativ hohen Primärenergiebedarf stehen eine lange Nutzungsdauer und die guten bauphysikalischen Eigenschaften gegenüber. In Verbindung mit einer Betonschicht ist die Verwertung mit hohem Energieaufwand verbunden. Als Bodenbelag haben Vollziegel gute Eigenschaften. Sie haben eine lange Lebensdauer und können bei „weicher“ Einbettung wiederverwendet werden.

#### ■ Holz

Der Materialaufwand im Verhältnis zum Nutzen ist sehr günstig. Bei richtiger Konstruktion ist Holz ein für Geschossdecken sehr haltbarer, empfehlenswerter Baustoff.

Auch als Fußbodenbelag hat sich Vollholz seit Jahrhunderten bewährt.

#### ■ Stahl

Auf Grund des sehr hohen Primärenergieaufwandes von ca. 70.000 kWh/m<sup>2</sup> sollte Stahl nur gezielt und sparsam verwendet werden. Es ist sowohl eine Wiederverwendbarkeit als auch eine Wiederverwertbarkeit möglich. Bei den notwendigen Korrosionsschutzmaßnahmen sollte auf die



Umweltverträglichkeit geachtet werden.

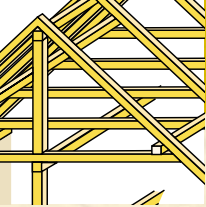
#### ■ Stahlbeton

Wegen des hohen Primärenergieaufwandes sollten vor dem Einsatz von Stahlbeton Alternativen geprüft werden. Zwar besitzt Stahlbeton eine große Dauerhaftigkeit, jedoch ist das Recycling sehr energieintensiv.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Massivholzdecken-Systeme entwickelt.

Mit vorgefertigten Massivdecken ist ein schneller Baufortschritt möglich.





# Dach

## Funktion

Dächer sind die am höchsten beanspruchten Bauteile von Gebäuden. Sie sollen vor Witterungseinflüssen wie Nässe, Kälte, Hitze, Wind und Schnee schützen und Wind- und Schneelasten sicher ableiten. Wegen der meist dunklen Farbe der Dachhaut treten extreme Temperaturschwankungen auf. Das architektonische Erscheinungsbild eines Hauses wird entscheidend vom Dach mitbestimmt. Der Dachraum wurde früher nicht für Wohnzwecke genutzt. Er diente als Lager- oder Trockenraum und übernahm die Funktion eines Klimapuffers. Ab Ende des 19. Jahrhunderts auch als Wohnraum genutzt, ist der Ausbau des Dachgeschosses heute üblich.

hin meistens Holz verwendet. Bei den Tragsystemen von geneigten Dächern ist zwischen dem Pfettendach und dem Sparrendach zu unterscheiden, wobei auch Mischvarianten vorkommen können.

### Sparrendach

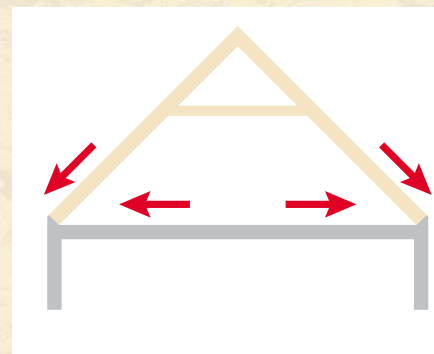
- stützenfreie Dachräume
- Vorfertigung und damit schnelle Montage möglich
- weitgehend regelmäßiger Grundriss erforderlich
- größere Öffnungen für Gauben oder Dachflächenfenster sind zu vermeiden
- Lastverteilung nur auf Außenwände

### Pfettendach

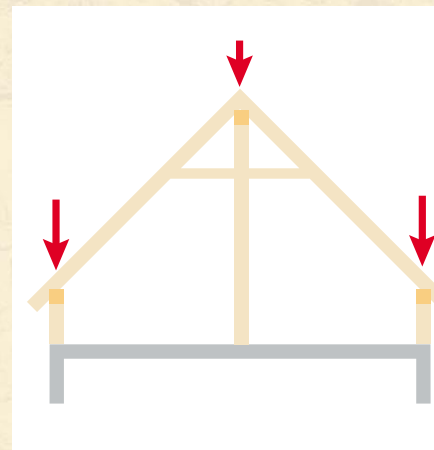
- Stützen im Dachraum
- Öffnungen für Gauben oder Dachflächenfenster problemlos
- Lastverteilung auf Außen- und Innenwände
- höherer Holzbedarf als beim Sparrendach

### Flachdach

In Deutschland haben Flachdächer keine lange Tradition. Sie entwickelten sich hier in den 20er Jahren und werden heute überwiegend bei Zweckbauten eingesetzt. Die Konstruktion kann aus Holz, wie bei einer Holzbalkendecke, aus Massivdecken, wie Stahlbeton-, Porenbeton- oder Ziegeldecken oder aus einer Stahlkonstruktion bestehen. Wegen der Vielzahl der einwirkenden Belastungen sind Flachdächer schadensanfällige Bauteile. Vor allem der Abdichtung gegenüber Feuchte muss bis ins Detail größte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Um die Abdichtung dauerhaft sicherzustellen, kommen Material-



Prinzip des Sparrendachs.



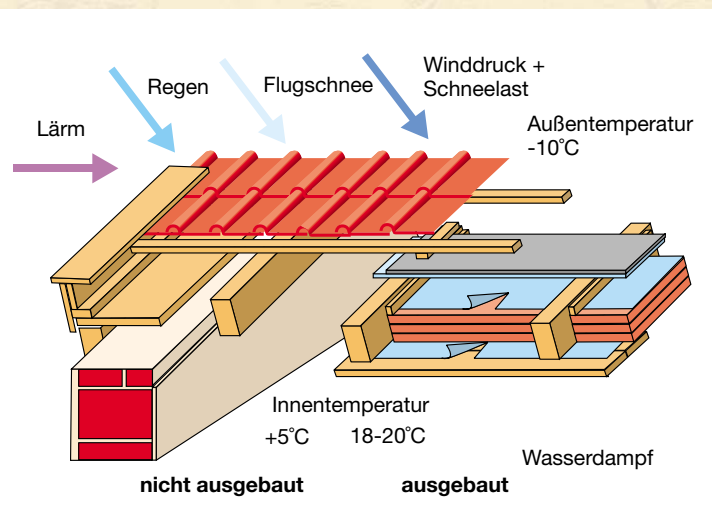
Prinzip des Pfettendachs.

lien beispielsweise aus Bitumen oder PVC zum Einsatz, deren Verwendung grundsätzlich minimiert werden sollte.

## Material-eigenschaften

### ■ Holz

Durch die guten Bearbeitungs- und Anpassungsmöglichkeiten ist Holz für die Dachkonstruktion ein hervorragender Baustoff. In der Regel wird Nadelholz eingesetzt. Um der Schädigung durch Schädlingsbefall vorzubeugen, sind geeignete Holzschutzmaßnahmen vorzusehen. Dies ist für tragende Holzbauteile laut Norm vorgeschrieben und sollte vorzugsweise durch konstruktive, kann aber auch durch chemische Maßnahmen erfolgen.



Beanspruchung eines Daches.

## Konstruktion und Form

### ■ Geneigtes Dach

Traditionell besteht die Dachkonstruktion aus Holz. Heute werden zwar auch andere Materialien wie Beton oder Stahl eingesetzt, in Wohnhäusern wird jedoch weiter-



## Dachbegrünung

Die Größe der versiegelten Fläche nimmt in Deutschland stetig zu. Etwa 129 ha werden Tag für Tag durch neue Siedlungs- und Verkehrsflächen in Anspruch genommen. Um diese Entwicklung zumindest teilweise abzuschwächen bietet es sich an, als ökologischen Ausgleich Flachdächer mit einer Dachbegrünung zu versehen. Ein Gründach bietet gleich mehrere Vorteile:

- Durch den Schutz vor UV-Strahlung, großen Temperaturdifferenzen und mechanischen Beschädigungen wird die Lebensdauer der Dachabdichtung verlängert.
- Regenwasser wird zurückgehalten und verzögert abgegeben, außerdem wird ein Teil des Wassers gespeichert
- Der sommerliche Wärmeschutz wird deutlich verbessert und auch im Winter ist eine Verbesserung der Wärmedämmung spürbar.
- Durch die Bindung von Staub und Luftschadstoffen wird das Kleinklima verbessert.
- Durch Mobilfunk erzeugte elektromagnetische Wellen werden stark gedämpft.

Grundsätzlich können alle Dächer, unabhängig von ihrer Neigung, begrünt werden. Mit zunehmender Dachneigung steigen jedoch der technische Aufwand und somit auch die Kosten. Für die Herstellung von Gründächern sind Bitumendachbahnen und Kunststofffolien erforderlich, was unter ökologischen Gesichtspunkten als Schwachpunkt zu bewerten ist. Grundsätzlich wird zwischen zwei Gründacharten unterschieden.

### Extensivbegrünung:

Darunter versteht man eine Bepflanzung mit pflegeärmerer



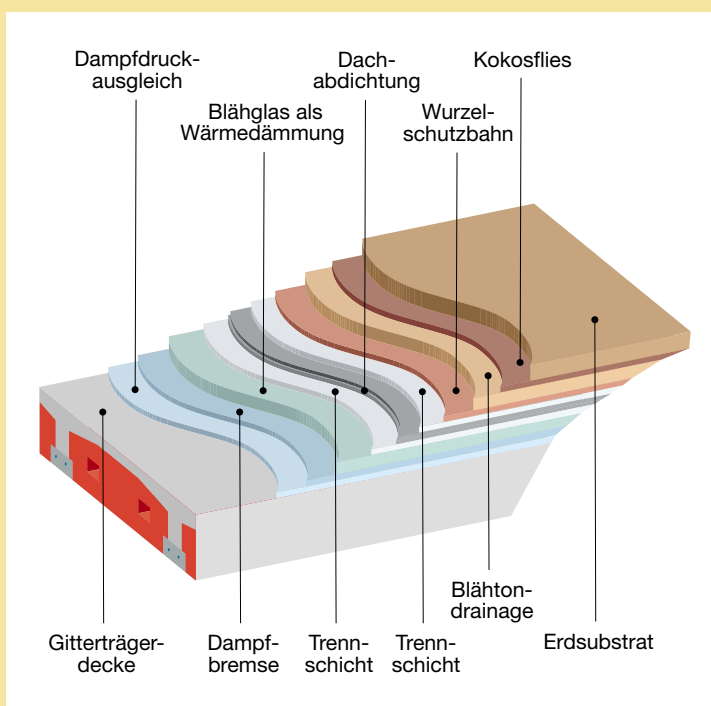
Vegetation, niedriger Gründachaufbauhöhe und relativ niedriger Gewichtsbelastung (40-80 kg/m<sup>2</sup>). Durch die Auswahl von trockenresistenten Pflanzen ist eine Bewässerung nur in der Einwachphase erforderlich, ansonsten beschränkt sich die Pflege auf eine jährliche Kontrolle.

### Intensivbegrünung:

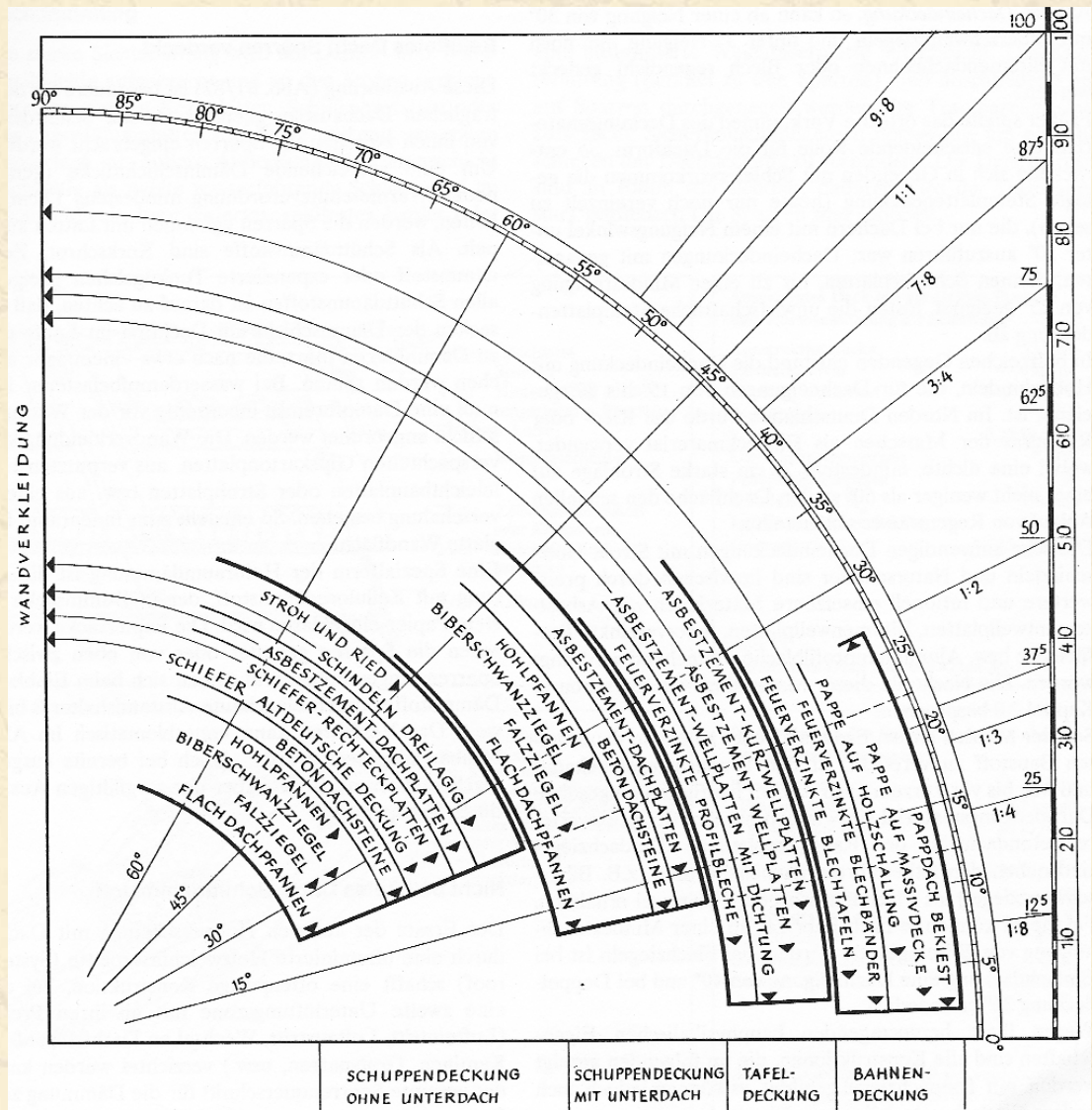
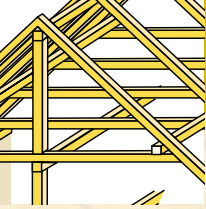
Hierbei handelt es sich um Dächer, die mit einer anspruchsvollen Vegetation bepflanzt sind. Die Aufbauhöhe ist deutlich höher

*Begrünte Dächer können auch gezielt als architektonisches Gestaltungsmittel eingesetzt werden.*

als bei einem extensiv begrüntem Dach, ebenso das Gesamtgewicht (100-1500 kg/m<sup>2</sup>). Es können Gräser und jede Art von mittelhohen Pflanzen, wie Sträucher und sogar Bäume, eingesetzt werden. Diese Bepflanzung macht jedoch den Einsatz von Bewässerungssystemen notwendig und erfordert eine entsprechende Pflege.



*Prinzipieller Aufbau eines extensiv begrüntes Flachdaches.*



Welches Deckungsmaterial verwendet werden kann, hängt von der von der Dachneigung ab.

Behutsam zurückgebaute alte Dachziegel können bei Sanierungen und auch bei Neubauten wieder eingesetzt werden.



Holz findet als Schindel auch Anwendung als Dachdeckungsmaterial. Der Einsatz von Holzschindeln beschränkt sich überwiegend

auf Regionen mit großen Holzvorkommen. Durch die verschiedenen Produktionsverfahren Spalten (haltbarer) oder Sägen (billiger) kommt es zu starken Schwankungen bei der zu erwartenden Lebensdauer. Holzschindeln haben ein sehr geringes Eigengewicht und hinsichtlich der Dachneigung einen großen Einsatzbereich.

### ■ Tondachziegel

Für geeignete Dächer haben sich kleinteilige Dachdeckungsmaterialien wie Dachziegel oder Schindeln die schuppenartig überlappend verlegt werden, als besonders geeignet bewährt. Durch ihr kleines Format und weil sie gegeneinander frei beweglich sind, können sich die durch die enor-



Alte Betondachsteine werden vom Hersteller zurückgenommen und zerkleinert. Das so gewonnene Granulat wird bei der Herstellung neuer Dachsteine als Sandersatz verwendet.

### ■ Schieferplatten

Sehr weiches und trotzdem äußerst dichtes Material, das frostbeständig ist und eine hohe Haltbarkeit aufweist, jedoch gegenüber Rauchgasen empfindlich ist. Es muss sichergestellt werden, dass im Material keine schädlichen, die Haltbarkeit beeinträchtigenden Verunreinigungen enthalten sind. Bei Schieferplatten ist als Unterkonstruktion eine Bretterschalung notwendig, die üblicherweise mit einer Dachpappe abgedeckt wird.

### ■ Metaldeckungen

Der Einsatz von Metallen (Blei, Kupfer, Zink, Edelstahl etc.) kam ehemals nur bei komplizierten Dachformen und bei repräsentativen Gebäuden vor. Heutzutage sind Metaldeckungen weiter verbreitet. Die bei hohen Temperaturen großen Längenänderungen müssen berücksichtigt werden.

men Temperaturschwankungen von bis zu 100 K hervorgerufenen Spannungen schadlos abbauen. Der Tondachziegel ist ein uralter Baustoff und hat sich über Jahrhunderte für den Einsatz als Dachmaterial bewährt. Er besteht aus bei hohen Temperaturen gebranntem Ton und ist sehr frostbeständig. Es gibt ihn in den vielfältigsten Formen und Ausführungsvarianten.

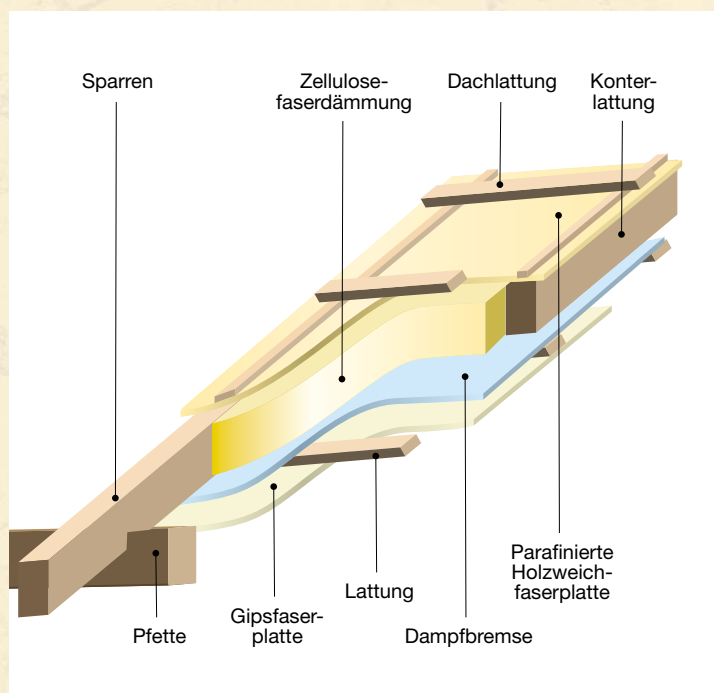
### ■ Betondachsteine

Die Steine bestehen aus hochwertigem Beton und sind sehr witterungsbeständig. Da der Betondachstein ein relativ junges Produkt ist, gibt es noch keine echten Langzeiterfahrungen. Prinzipiell gilt jedoch: Je steiler das Dach, desto größer die Lebensdauer der Dachindeckung. Die Formenvielfalt von Betondachsteinen ist vergleichbar mit der von Tondachziegeln.

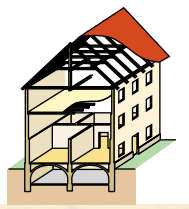
### ■ Schilf – Reed

Dieses optisch ansprechende Material wird heute nur noch selten, vor allem bei historischen Gebäuden, eingesetzt. Gründe dafür sind die erhöhte Brandgefahr, sowie die aufwändige und kostenintensive Verarbeitung. Die

Lebensdauer von Reeddächern wird stark von der Qualität des verwendeten Materials und von der Dachneigung bestimmt und kann bis zu 80 Jahren betragen. Der Einsatz ist nur bei relativ steilen Dächern möglich. Die dick verarbeitete Schilfdeckung hat eine gute Wärmedämmung, kann in ausgebauten Dachgeschossen jedoch nicht die eigentliche Dämmung ersetzen.



Prinzipieller Aufbau eines geneigten Warmdaches. Die Sparrenzwischenräume sind in voller Höhe mit Dämmstoff gefüllt.



Für die Dämmung alter Dächer bieten sich besonders Einblasdämmstoffe an, da diese die zu dämmenden Hohlräume lückenlos ausfüllen.



Wegen ihrer Dampfdichtheit müssen Metalldeckungen ausreichend hinterlüftet werden.

Bei der Verwendung verschiedener Metalle muss die elektrostatische Spannungsreihe berücksichtigt werden, da sonst Korrosionsschäden beim unedleren Metall auftreten. Durch den Kontakt mit anderen Baumaterialien, wie Bitumen oder Kalkmörtel, können Metalle ebenfalls geschädigt werden. Elektrostatische Spannungsreihe: unedlere Metalle werden bei Materialkontakt von edleren Metallen infolge galvanischer Elementenbildung bei Feuchtigkeit angegriffen

#### ■ Bitumen

Wasserdichter, dampfdichter und formbarer Baustoff mit geringer Schmelztemperatur. Wird durch Erhitzen fließfähig und erstarrt schnell wieder, wodurch es gut verklebbar ist. Bitumenbahnen kommen vor allem bei Flachdächern zum Einsatz. Eventuelle chemische Reaktionen mit Kunststoffen sollten beachtet werden.

#### ■ Wärmedämmung

Da Dächer als besonders exponierte Bauteile hohe Energieverluste aufweisen, sollte auf eine sehr

gute Wärmedämmung Wert gelegt werden. Neben der Verringerung der Energieverluste im Winter sollte das verwendete Dämmmaterial durch einen guten sommerlichen Wärmeschutz vor Überhitzungserscheinungen schützen.

## ökologische Bewertung

#### ■ Holz

Bei Durchführung geeigneter Holzschutzmaßnahmen auch im Dachbereich ein dauerhafter Baustoff. Holz ist als nachwachsender Rohstoff und wegen der guten Reparaturfähigkeit und Wiederverwendbarkeit insgesamt sehr empfehlenswert.

#### ■ Tondachziegel

Bewährter und vorteilhafter Baustoff. Die relativ lange Lebensdauer gleicht den verhältnismäßig hohen Primärenergieaufwand aus. Alte Eindeckungen mit Ziegeln können durch Umdecken und Ergänzen auf dem selben Dach weiter genutzt werden.

Bei schonendem Rückbau ist die Wiederverwendbarkeit sehr gut.

#### ■ Betondachsteine

Widerstandsfähiger Baustoff, bei dem die Lebensdauer jedoch kürzer als beim Tondachziegel eingeschätzt wird. Demgegenüber steht jedoch der nur etwa halb so hohe Primärenergiebedarf. Eine Wiederverwendung ist auch hier möglich.

#### ■ Schilf

Ist bei Gewinnung, Nutzung und Entsorgung unproblematisch, wenn durch regionale Gewinnung längere Transportwege vermieden werden. Die Nutzungsdauer wird stark von den Rahmenbedingungen beeinflusst und ist in der Regel kürzer als bei mineralischen Dachmaterialien.

#### ■ Schieferplatten

Wird bei der Verwendung von Schiefer auf einheimisches Material zurückgegriffen, werden die Transportwege minimiert und die ökologischen Vorzüge des Material werden voll genutzt.

#### ■ Metalldeckungen

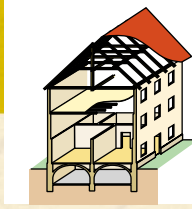
Zwar sehr dauerhaft und wieder verwertbar, sollten Metalldeckungen jedoch nur dort verwendet werden, wo ökologisch günstigere Deckungsarten nicht möglich sind.

#### ■ Bitumen

Als praktisch nicht recyclingfähiges Erdölprodukt sollten Bitumenbahnen nur dort eingesetzt werden, wo keine Alternativen möglich sind. Grundsätzlich ist der Verdacht auf krebserregende Wirkung nicht ausgeräumt.

#### ■ Wärmedämmung

Wegen der großen Materialvielfalt sei auch an dieser Stelle nochmals auf die „Positivliste – Umweltgerechte Baustoffe“ des Umwelt- und Transferzentrums der Handwerkskammer zu Leipzig hingewiesen.



# Internetseiten zum Thema

## **Umweltgerechtes Bauen**

Kompetenzzentrum für umweltgerechtes Bauen – [www.hwk-leipzig.de](http://www.hwk-leipzig.de)

Zentrum für umweltgerechtes Bauen und innovative Energien – [www.zumbau.de](http://www.zumbau.de)

Zentrum für Umweltbewusstes Bauen – [www.zub-kassel.de](http://www.zub-kassel.de)

Ökozentrum NRW – [www.oekozentrum-nrw.de](http://www.oekozentrum-nrw.de)

## **Baubiologie**

Netzwerk Baubiologie – [www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)

Baubiologie Regional – [www.baubiologie-regional.de](http://www.baubiologie-regional.de)

Institut für Baubiologie Rosenheim – [www.baubiologie.org](http://www.baubiologie.org)

IBN - Institut für Baubiologie und Ökologie Neubeuern – [www.baubiologie.de](http://www.baubiologie.de)

## **Gütesiegel und Tests**

Natureplus – [www.natureplus.de](http://www.natureplus.de)

FSC - Forest Stewardship Council – [www.fsc-deutschland.de](http://www.fsc-deutschland.de)

Ökotest – [www.oekotest.de](http://www.oekotest.de)

Stiftung Warentest – [www.stiftung-warentest.de](http://www.stiftung-warentest.de)

## **Lehmbau**

Dachverband Lehm – [www.dachverband-lehm.de](http://www.dachverband-lehm.de)

Lehmfachverband Schweiz – [www.iglehm.ch](http://www.iglehm.ch)

## **Energiesparendes Bauen**

Deutsche Energie Agentur – [www.deutsche-energie-agentur.de](http://www.deutsche-energie-agentur.de)

BINE – Informationsdienst – [www.bine.fiz-karlsruhe.de](http://www.bine.fiz-karlsruhe.de)

Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung - [www.gre-online.de](http://www.gre-online.de)

## **Historische Baustoffe**

Unternehmerverband Historische Baustoffe – [www.historische-baustoffe.de](http://www.historische-baustoffe.de)

Baurat.de - Historische Baustoffe online – [www.baurat.de](http://www.baurat.de)

Edition :anderweit – [www.anderweit.de](http://www.anderweit.de)

Bergezentrum Trebsen – [www.bergezentrum-trebsen.de](http://www.bergezentrum-trebsen.de)

## **Nachwachsende Rohstoffe**

Kompetenzzentrum Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen – [www.knr-muenster.de](http://www.knr-muenster.de)

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe – [www.fnr.de](http://www.fnr.de)

Arbeitsgemeinschaft Dämmstoffe aus Nachwachsenden Rohstoffen – [www.adnr-bonn.de](http://www.adnr-bonn.de)

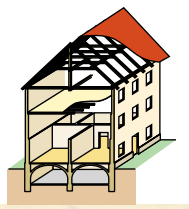
C.A.R.M.E.N. - Centrales Agrar- Rohstoff- Marketing- und Entwicklungs- Netzwerk – [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)

## **Fördermittel**

Kreditanstalt für Wiederaufbau – [www.kfw.de](http://www.kfw.de)

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle – [www.bafa.de](http://www.bafa.de)

BINE – Informationsdienst – [www.bine.fiz-karlsruhe.de](http://www.bine.fiz-karlsruhe.de)



## Verwendete und empfohlene Literatur

### **Leitfaden zum ökologisch orientierten Bauen**

Hrsg. Umweltbundesamt, C.F. Müller Verlag, 1997

### **Wege zum gesunden Bauen**

H. König, Ökobuch Verlag, 1993

### **Ökologie im Bau**

J. Schwarz, Verlag Paul Haupt, 1993

### **Bauökologie**

B. Schulze-Darup, Bauverlag, 1996

### **Ökologisch planen und Bauen**

A. Tomm, Verlag Vieweg, 1994

### **Umweltbewusst leben – Handbuch für den bewussten Haushalt**

Herausgeber Umweltbundesamt, KOMAG, 1994

### **Leitfaden Nachhaltiges Bauen**

Herausgeber: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, 2001

### **Ökologische Baustoffe**

S. Göhler, S. Göhler Verlag, 1996

### **Wärmedämmstoffe im Vergleich**

C. Sörensen, Umweltinstitut München e.V., 2000

### **Biologisch natürlich Bauen – Ein Ratgeber biologischer Baustoffe**

J. Kroiss / A. Bammer, S. Hirzel Verlag, 2000

### **Naturbaustoffe**

H. Bruckner / U. Schneider, Werner Verlag, 1998

### **Ökologisches Baustoff – Lexikon; Daten, Sachzusammenhänge, Regelwerke**

G. Zwiener, C.F. Müller Verlag, 1995

### **Baustoffe unter ökologischen Gesichtspunkten – Ziele, Planungshinweise, Baustoffe, Schadstoffe Hrsb.**

Landesinstitut für Bauwesen NRW, 1999

### **Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden**

R. Eyerer / H.W. Peter, Birkhäuser Verlag, 2000

### **Bauteilplanung mit ökologischen Baustoffen – Beschreibung und Bewertung raumschließender Bauteile**

Hrsg. Landesinstitut für Bauwesen NRW, 1999

### **Baustoffkenntnis**

W. Scholz / W. Hiese, Werner Verlag, 1999

### **Energiegerechtes Bauen und Modernisieren**

Herausgegeben von der Bundesarchitektenkammer, Birkhäuser Verlag für Architektur, 1996

### **Niedrigenergiehäuser**

O. Humm, Ökobuch Verlag, 1998

### **Das Niedrigenergiehaus**

Hrsg. W. Feist, C.F.Müller Verlag, 1997

### **Der Altbau – Renovieren, Restaurieren, Modernisieren**

O. Rau / U. Braune, Verlagsanstalt Alexander Koch, 1997

### **Erarbeitung kostengünstiger ökologischer Maßnahmen im Gebäudestand**

J. Arlt / H.P. Hilpert, Frauenhofer IRB Verlag, 2000

### **Vom Altbau zum Niedrigenergiehaus**

Hrsg. H. Ladener, Ökobuch Verlag, 1998

### **Altbausanierung mit Naturbaustoffen**

K. Schillberg, AT Verlag, 1996

### **Leitfaden zur ökologischen Altbausanierung**

Hrsg. Landesinstitut für Bauwesen NRW

### **Bergung historischer Baumaterialien zur Wiederverwendung**

M. Schrader, Edition anderweit Verlag, 1996

### **Auf der Suche nach historischen Baumaterialien – Ein Handbuch und Ratgeber**

M. Schrader, Edition anderweit Verlag, 1996

### **Maurerziegel als historisches Baumaterial**

M. Schrader, Edition anderweit Verlag, 1997

### **Lehmbau-Handbuch; Der Baustoff Lehm und seine Anwendung**

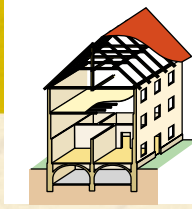
G. Minke, Ökobuch Verlag, 1995

### **Lehmbau 2001**

U. Dahlhaus / U. Kortleppel, Manudom-Verlag, 2001

### **Leichtlehmbau**

F. Vollhard, C.F.Müller, 1995



### **Lehmbau Regeln**

Hrsg. Dachverband Lehm,  
Vieweg, 1998

### **Natürliche Farben - Anstriche und Verputze selber herstellen**

G. Ziesemann / M. Krampfer /  
H. Knieriemen, AT Verlag, 1997

### **Naturfarben Handbuch**

L. Edwards / J. Lawless,  
Ökobuch Verlag, 2003

### **Historische Beschichtungstechniken**

K. Schönburg, Verlag Bauwesen,  
2002

### **Dach Begrünung - Einfach und dauerhaft**

D. Reiche, Verlag für Bauwesen,  
1991

### **Dach- und Fasadengrünung**

Hrsg. Landesinstitut für Bauwesen  
NRW, 1998

### **Baukonstruktionslehre Teil 1**

Frick / Knöll / Neumann / Wein-  
brenner, B.G. Teubner, 1997

### **Baukonstruktionslehre Teil 2**

Frick / Knöll / Neumann / Wein-  
brenner, B.G. Teubner, 1998

### **Hochbaukonstruktion**

H. Schmitt / A. Heene, Vieweg,  
2001

### **Bautabellen für Ingenieure**

K. J. Schneider, Werner Verlag,  
1998

### **Schall, Wärme, Feuchte**

Gösele / Schüle / Künzel, Bauver-  
lag, 1997

### **Wärme- und Feuchteschutz in der Praxis**

H. Arndt, Verlag für Bauwesen,  
1996

### **DIN 4108 – Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden**

Beuth Verlag

### **Öko-Test (Zeitschrift)**

Öko-Test Verlag,  
erscheint monatlich

### **Wohnung + Gesundheit (Zeitschrift)**

Institut für Baubiologie + Oekolo-  
gie, erscheint 4x im Jahr

## **Quellenangabe Bilder**

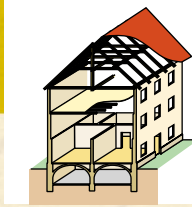
### **Bilder:**

Werner Ehrich, Architekturbüro  
Perspektive (4, 12, 20, 26, 28);  
natureplus e.V. (5); FSC Trade-  
mark © 1996 Forest Stewardship  
Council A.C. (5); Hock Vertrieb  
Thermo-Hanf (6); Amt für Stadter-  
neuerung und Wohnungsbauförde-  
rung der Stadt Leipzig (8); Prinz  
GmbH (10); PCI (11); Förderver-  
ein für Handwerk und Denkmal-  
pflege e.V. Schloss Trebsen (12,  
13, 27); Kompetenzzentrum für

umweltgerechtes Bauen (13, 22);  
Claytec, Lehmbau Peter Breiden-  
bach (15); Fa. GUTEX (16);  
Xella Porenbeton AG (16, 24);  
PAVATEX GmbH (18); KS-Info  
(19); HOMANN Dämmstoffwerk  
(20); Orth Gipse (21); Fa. Schätz  
(24); LIGNOTREND (24);  
Optigrün International AG (26);  
Lafarge Dachsysteme (28); Fa.  
Isofloc (29)

### **Grafiken:**

Werner Ehrich, Architekturbüro  
Perspektive (2, 11, 14, 22, 23);  
nach "Ökologische Aspekte des  
Bauens" Dokumentation D 0122,  
copyright by SIA Zürich (6); nach  
© 1996, Birkhäuser Verlag, Basel,  
Schweiz (8); nach Ökobuch Verlag  
aus Wege zum gesunden Bauen,  
H. König (12, 25, 27); nach BINE  
Informationsdienst (17)



### **Impressum:**

Herausgeber:  
Handwerkskammer zu Leipzig,  
Kompetenzzentrum für  
umweltgerechtes Bauen  
Thomas-Müntzer-Gasse 4b,  
04687 Trebsen  
Leipzig 2003

Redaktion, Text:  
Werner Ehrich, Sven Börjesson,  
Sandra Ogriseck

Gestaltung:  
g&h grafik-design Schäfer



Hergestellt mit freundlicher Unterstützung  
der Europäischen Union im  
Rahmen des LIFE-Programms.