

Bauweisen

1.	Einleitung	3
2.	Holzbau	8
2.1	Anforderungen an das Bauholz	8
	a) Gebrauchstauglichkeit b) Chemischer Holzschutz	
	c) Elektrosmog d) Klebeverbindungen e) Verbindungsmittel	
	f) Wärmeschutz g) Brandschutz h) Schallschutz i) Ökobilanz	
2.2	Vollholzprodukte	15
	a) Konstruktionsvollholz KVH b) Kreuzbalken	
	c) Duo- und Triobalken d) Brettschichtholz BSH	
2.3	Konstruktionsprinzipien	18
	a) Block- und Massivholzbau	18
	b) Fachwerk- und Holzskelettbau	20
	c) Holzrahmenbau	23
	d) Mischbauformen	24
2.4	Außenwandkonstruktionen aus Holz	25
	a) Holzmassivwand b) Blockständersystem	
	c) Voll-Wert-Wand d) Holzrahmenbau	
2.5	Innovatives Bauen mit Holz	29
3.	Mauerwerks- und Lehmbau	30
3.1	Ziegelwand/Ziegeldecke	31
3.2	Kalksteinwand	33
3.3	Porenbetonsteinwand	34
3.4	Natursteinwand	35
3.5	Lehmbau	36
	a) Stampflehmbau	37
	b) Lehmsteinbau	38
	c) Moderne Lehmbautechniken	39
	Stampflehmbau mit Kletterschalung, Stranglehm-Verfahren, Lehmgefüllte Schlauchwand, Lehm-Einblasverfahren, Lehmbauplatten	
3.6	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)	42
4.	Beton- und Stahlbetonbau	45
5.	Strohballenbau	47
6.	Holzwand oder Massivwand?	50
7.	Ausblick	53
	Fragen zur Lernkontrolle	55
	Literaturverzeichnis	57

Baustoffes Holz. Zur Sicherung eines hohen Qualitätsstandards muss Holz jedoch in der erforderlichen Qualität eingesetzt werden, z.B. als Konstruktionsvollholz.

s. Kap. 2.2 a

Angeboten wird heute eine Vielfalt an Holzbau-Varianten. Die folgenden Ausführungen dienen dazu, sich in diesem "Dickicht" zurecht zu finden, und gute von weniger guten oder gar schlechten Lösungen unterscheiden können:

Ausführungsbeispiele
s. Kap. 2.3 - 2.5

Wichtige Qualitätskriterien für den Holzbau aus baubiologischer und bauphysikalischer Sicht:

- Trockenes Bauholz (Holzfeuchte $\leq 18\%$) und je nach Einsatzzweck definierte Gütebedingungen
- Weitgehender Verzicht auf chemischen Holzschutz unter Beachtung der DIN 68800
- Schutz vor Elektrosmog
- Weitgehender Verzicht auf Klebeverbindungen
- Vermeidung größerer Metallteile, vor allem im Dauer-aufenthaltsbereich (z.B. Bett)
- Guter Wärme-, Brand- und Schallschutz
- Gute Ökobilanz: Holz aus der Region und aus nachhaltiger Holzwirtschaft. Verwendung natürlicher oder naturnaher Baustoffe u.a.

s. Kap. 2.1 a

s. Kap. 2.1 b

s. Kap. 2.1 c

s. Kap. 2.1 d

s. Kap. 2.1 e

s. Kap. 2.1 f, g, h

s. Kap. 2.1 i

axial: Schnitt senkrecht zur Stammachse, Schwund max. 0,1 - 0,4 %*

tangential: Schnitt parallel zur Stammachse, Schwund max. 7,2 - 7,8 %*

radial: Schnitt durch die Stammachse, Schwund max. 3,3 - 4 %*

a) Gebrauchstauglichkeit

Tragwerke müssen so ausgeführt werden, dass ihre Gebrauchstauglichkeit nicht durch Verformungen oder andere Mängel beeinträchtigt werden. Durch Unterschiede zwischen einzelnen Hölzern und bedingt durch **unterschiedliches Schwindverhalten des Baustoffs** – axial, tangential oder radial – kommt es bei den Trocknungsprozessen zu unter-

*Maximale Schwund- und Quellbeträge von Fichtenholz

..... Decken- und Dachkonstruktionen s. Lehrhefte
 "Lärm - Schallschutz ..." und "Baukonstruktion",
 Fenster- und Türanschlüsse s. Lehrheft "Biol. Baustofflehre..." Kap. 3.5.3;
 Adressen weiterer Anbieter: IBN

2.4 Außenwandkonstruktionen aus Holz

Wie bereits erwähnt, gibt es heute eine ganze Reihe von Konstruktionsprinzipien. Hiervon werden beispielhaft vier baubiologisch empfehlenswerte Varianten vorgestellt:

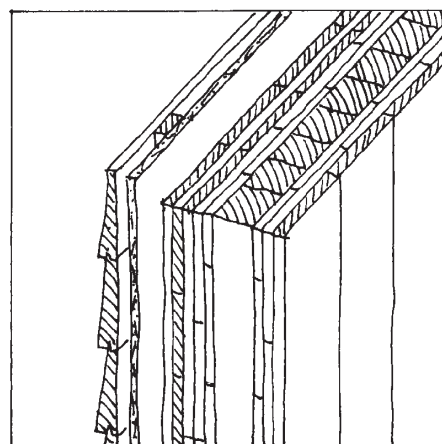
..... Kriterien s. Kap. 2.1

"Holz 100-Wand", Fa. Thoma, Goldegg, Österreich, www.thoma.at, s. auch Lehrheft "Baukonstruktionen", im IBN ist eine Liste ähnlicher Anbieter erhältlich

a) Holzmassivwand

Wandaufbau (von innen nach außen):

- 1 Tragende Holzmassivwand aus mondphasengeschlagenem Holz, $d = 30,6$ cm, 9-Schichten-Aufbau (Mittellage vertikal 80 mm, diagonale, horizontale und vertikale Brettlagen; innen zwischen 2. und 3. Brettlage Windpapier). Verbunden werden die Schichten durch Buchendübel $\varnothing = 21$ mm
- 2 Wasserabweisende Holzweichfaserplatte (Dicke beliebig)
- 3 Hinterlüftung
- 4 Beliebige Wetterschutzfassade (z.B. Holzschalung oder Wärmedämmverbundsystem), hier waagerechte Schalung aus unbehandeltem Lärchenholz aus der Region



s. Kap. 3.6

In den Brettlagen eingefräste Rillen wirken als Luftpolster und verringern die Wärmeleitfähigkeit der Wand mit dem Ergebnis einer erheblich verbesserten Wärmedämmung; U-Wert $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$.

ohne die eingefrästen Rillen läge der U-Wert bei ca. $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$; Erläuterung s. Lehrheft "Baukonstruktion"

Diese Holzmassivwand wird in mehreren Dicken angeboten. Innen kann die Wand sichtbar bleiben oder mit einer Holzschalung, Gips- oder Lehm- bauplatten beplankt oder verputzt werden. Auch die Integration einer Wandheizung ist möglich.

s. Kap. 3.5 c

s. Lehrheft "Heizungsinstallation"

Der Anbieter bietet auch Holzmassivbauteile für Innenwände, Decken- und Dachkonstruktionen an.

Rohdichten $\leq 0,65 \text{ kg/dm}^3$ gerecht, der unter Zusatz von Porenbildnern (i.d.R. Sägespäne, Polystyrol-Kügelchen oder Zellulose) gebrannt wird (auch Wärmedämmziegel oder Porenziegel genannt).

s. Lehrheft
"Biol. Baustofflehre..."

Wärmedämmung
aus Vulkangestein,
Wärmeleitzaahl
0,045 W/mK;
baubiologisch
betrachtet derzeit die
empfehlenswerteste
Alternative für Ziegel-
Kerndämmungen

Die Wärmeleitzaahlen heutiger Leichthochlochziegel für einschaliges Außenmauerwerk ohne Zusatzdämmung erreichen Werte von ca. 0,09 W/mK. Um noch kleinere Wärmeleitzaahlen zu erreichen, bieten die Hersteller Ziegel an, deren Lochanteil mit Perlite, Mineralfasern oder Polystyrol dämmung verfüllt werden (= Ziegel-Kerndämmung). Mit diesen Ziegelsteinen werden Wärmeleitzaahlen von 0,07 W/mK erreicht. Für einschalige massive Außenwände ohne zusätzliche Wärmedämmung, beidseitig verputzt (außen mit mineralischem Leichtputz) und einer Gesamtdicke von 40 cm sind damit Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) von ca. 0,2 W/m²K möglich, bei dickeren Ziegeln U-Werte bis ca. 0,15 W/m²K.

Im Rahmen der gewünschten Einsparung von Heizenergie ist diese Weiterentwicklung sinnvoll, leider geht sie aber auf Kosten der Wärmespeicherung und des Feuchteausgleichsvermögens. Nennenswerte negative Auswirkungen auf das Raumklima sind aber bei fachgerechter Verarbeitung in allen Details hierdurch nicht zu erwarten. Langfristig müssen sich diese Ziegel aber erst noch bewähren.



Abb. 12
Planziegel für einschalige Außenwände ohne Kerndämmung – Unipor W09
Rohdichte $0,6 \text{ kg/dm}^3$
Wärmeleitzaahl 0,09 W/mK

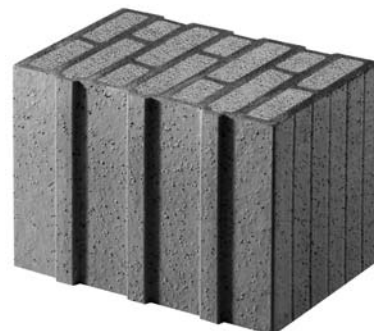


Abb. 13
Planziegel für einschalige Außenwände mit Kerndämmung aus Perlite – Poroton-T 8
Rohdichte $0,6 \text{ kg/dm}^3$
Wärmeleitzaahl 0,08 W/mK

3.6 Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Da einige einschalige Wandkonstruktionen aus herkömmlichen Baustoffen aufgrund der Wärmeschutzanforderungen relativ dick sein müssten (teuer und erhöhter Flächenbedarf), wurden Wärmedämmverbundsysteme entwickelt – insbesondere auch für die **Altbausanierung**. Dabei wird außen eine Wärmedämmung angebracht (mit Kleber auf Zementbasis und/oder Tellerdübel) und mit einer Armierungsschicht (Armierungsmörtel mit eingebettetem Armierungsgewebe) versehen. Den Abschluss bildet ein Außenputz, der je nach Putzart bzw. gestalterischen Aspekten noch gestrichen wird.

z.B. "DHD-Verputzsystem",
www.doser-dhd.de.
"Unger-Diffutherm",
www.unger-diffutherm.de
z.B. von Hasit,
www.hasit.de
z.B. "Multipor-
Mineraldämmplatte",
www.xella.de
"StoTherm Cell", www.sto.de
z.B. von
Sterflinger & Sohn,
www.schilfrohr-
sterflinger.de
Beschreibung
s. weiter unten

Wärmedämmverbundsystem	baubiologisch empfehlenswert
Holzweichfaserplatten	x
Korkplatten	x
Mineralschaumplatten (Kalziumsilikat-Hydrate)	x
Mineralwolle (Stein- und Glaswolle)	
Polystyrolschaumplatten (PS, EPS, XPS)	
Polyurethan-Hartschaum (PUR)	
Schilfrohrmatten	x
Vakuumdämmplatten (VIP)	

Durch Einbau einer Unterkonstruktion aus Holzlatten können z.B. hinter Holzweichfaserplatten auch andere Dämmstoffe wie Hanf, Flachs oder Zellulose in beliebiger Dicke eingebracht werden.

vgl. Abb. 27

Tab. 2 Wärmedämmverbundsysteme

Baubiologisch empfehlenswerte Wärmedämmverbundsysteme sind diffusionsfähig, hygroskopisch, bilden im Brandfall keine giftigen Gase, sind problemlos zu entsorgen und bestehen überwiegend aus nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen.

Bei diffusionsfähigen und hygroskopischen Wärmedämmverbundsystemen ist die Gefahr einer Tauwasserbildung zwischen Mauerwerk und Dämmung deutlich geringer.

s. Lehrheft
"Bio. Baustofflehre..."

6. Holzwand oder Massivwand?

Die Antwort hierauf lautet: Jede Konstruktion hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Prinzipiell ist es im mitteleuropäischen Klima mit beiden Bauarten möglich, nach baubiologischen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten zu bauen.

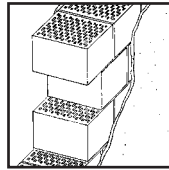
Es gibt eine ganze Reihe von Beurteilungskriterien, welche entsprechend den individuellen Anforderungen für jedes Bauvorhaben und den individuellen Bauherrenwünschen und -möglichkeiten betrachtet und gewertet werden sollten, um zu einer objektiven und optimalen Lösung zu finden.

In der folgenden Übersicht wird exemplarisch versucht, zwei Außenwandbauteile (Holzrahmenbau / Ziegelbau) vergleichend zu bewerten. Hierfür ist ein Punktesystem integriert. Dieses entspricht in Teilen den persönlichen Vorstellungen des Mitautors dieses Lehrheftes Arch. W. Schneider und ist und somit nur teilweise objektiv bzw. allgemeingültig. Das vorgeschlagene Punktesystem ermöglicht aber den Fernlehrgangsteilnehmern, unterschiedliche Bauteile nach eigenen Maßstäben zu bewerten und somit unabhängiger von einseitigen Werbeversprechen zu sein.

Um die richtige Entscheidung für oder gegen ein Grundstück, eine Wohnung, ein Haus, eine Bauweise, Baustoffe oder auch die Inneneinrichtung zu finden, reichen objektive Kriterien nicht aus.

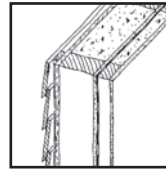
Zur Entscheidungsfindung sollten auch persönliche Vorlieben und Gefühle sehr ernst genommen werden. Ein "Holzliebhaber", der mit Holz einen "lebendigen" Baustoff, Gemütlichkeit, Wärme oder Leichtigkeit verbindet, ist womöglich in einem Massivhaus unglücklich und umgekehrt.

s. Kap. 3.1



36,5 cm Porenziegel $\lambda = 0,09$
 Dünnbettmörtel $\lambda = 0,21$
 Beidseitig Kalkputz

s. Kap. 2.4 d



Lärchenholz-Außenschalung hinterlüftet
 Holzweichfaserplatten (wasserabweisend)
 Zellulosedämmung ges. 180 mm
 Gipsfaserplatte
 Dampfbremssappe
 Installationsebene

Kriterien (max. Punkte)	Porenziegelbauweise	erreichte Punkte	Holzrahmenbauweise	erreichte Punkte
Qualifikation der Handwerker (10)	Lange Tradition, Zusammenarbeit mit Handwerkern relativ problemlos	8	Komplexe Bauweise, handwerklich anspruchsvoll	6
Baustil (5)	Anpassungsfähig (verschiedene Putzstrukturen u. Farben, Verkleidungen u.a.)	3	Extrem anpassungsfähig (verschiedene Verkleidungen, Putz)	4
Langzeitbewährung (8)	Laufende Weiterentwicklungen, deshalb noch keine Langzeitbewährung	5	Bewährungszeit USA: ca. 70 Jahre Deutschland: ca. 20 Jahre	6
Entstehungsprozess (8)	Nicht nachwachsende Rohstoffe (Lehm, Ton, Sand, Kalk), aber ausreichend verfügbar	6	Überwiegend aus Holz = nachwachsender Rohstoff, ausreichend verfügbar	7
Herstellungsprozess (8) (einfach/kompliziert)	<ul style="list-style-type: none"> Brenntemperatur für Ziegel: ca. 900 Grad Brenntemperatur für hydraulischen Kalk: ca. 1.200 Grad Brenntemperatur für Zement: ca. 1.400 Grad 	4	<ul style="list-style-type: none"> Holz ist ein nachwachsender Baustoff Weichfaserplatten werden aus Sägewerkresten mit holzeigenem Harz verklebt Zellulose = zerkleinertes Altpapier unter Zugabe von Borsalzen Gipsfaserplatten bestehen aus ca. 80 % Gips und ca. 20 % Altpapierfasern 	6
Primärenergiebedarf (10)	Ca. 150 kWh je m ² ; Rohstofftransport ø 500 km	5	Ca. 35 kWh je m ² ; Rohstofftransport Holz ø 100 km, Weichfaserplatten ø 500 km, Zellulose ø 500 km, Gipsfaserplatten ø 500 km	7
Schadstoffentstehung bei der Herstellung (10)	Beim Brennen von Ziegeln, hydr. Kalk und Zement entstehen Schadstoffe (CO ₂ , Schwefel- und Stickoxide, Dioxine, Schwermetalle, Feinstaub u.a.), die z.T. in die Umwelt gelangen	4	Bei Herstellung von Weichfaserplatten, Gipsplatten u.a. wird Energie benötigt (Luftschadstoffe s. links)	7
Wiederverwendbarkeit/ Recyclingfähigkeit/ Entsorgung (10)	Wiederverwendbarkeit der Ziegel, sofern zerstörungsfreier Ausbau und Entfernung von Mörtelteilen, Recycling von Ziegelbruch als Kies- und Schotterersatz und als Zuschlag für Ziegelsplittbeton, Entsorgung problemlos	8	Wiederverwendung von Holz, Holzweichfaserplatten und Zelluloseschüttung, sofern zerstörungsfreier Ausbau, ggf. auch thermische Verwertung, Recycling für Holzwerkstoffplatten, Entsorgung problemlos	9
Gewicht (0)	Porenhochlochziegel 600 kg/m ³ (219 kg/m ²) Putz 1800 kg/m ³ (72 kg/m ²) Summe: 291 kg/m²	-	Holz 600 kg/m ³ (27 kg/m ²) Zellulosedämmung 50 kg/m ³ (6 kg/m ²) Weichfaserplatten 360 kg/m ³ (7,2 kg/m ²) Gipsfaserplatten 1150 kg/m ³ (14,4 kg/m ²) Summe: 54,6 kg/m²	-
Wärmedämmung (10)	U-Wert ca. 0,24 W/m ² K	8	U-Wert ca. 0,20 W/m ² K	9
Oberflächentemperatur (8)	Bei 20 Grad Lufttemperatur = ca. 19,4 Grad	8	Bei 20 Grad Lufttemperatur = ca. 19,6 Grad	8
Wärmespeicherung/ Auskühlzeit (10)	Wärmespeicherung 90 kJ/m ² K /ca. 80 h, längere Anheizzeit als Holzrahmenbau, gute solare Wärmespeicherung	6	Wärmespeicherung ca. 70 kJ/m ² K /ca. 60 h, kürzere Anheizzeit als Porenziegelbau. Durch Wärmespeichermasse in Innenwänden und Decken höhere Punktezahle erreichbar	4
Diffusionsfähigkeit (10)	Dampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 5/10$ Wandaufbau = gut (Lehm wäre sehr gut!)	8	Holz $\mu = 40$ / Zellulose $\mu = 2$ / Weichfaser $\mu = 4$ / Gipsfaserplatten $\mu = 11$ Wandaufbau = gut	8
Feuchteverhalten (10)	Gutes Feuchteaufnahme- und abgabevermögen durch kapillare Wirkung (hygroskopisch) und Diffusion	8	Bewertung wie Porenziegelbauweise (Punkteabzug, da mehrschichtiger Aufbau)	7

Übersicht 2 Vergleich einer verputzten Porenziegel-Außenwand und einer Außenwand in Holzrahmenbauweise

Kriterien (max. Punkte)	Porenziegelbauweise	erreichte Punkte	Holzrahmenbauweise	erreichte Punkte
Neubaufeuchte (5)	• • Austrocknungszeit mehrere Monate	3	• • von Anfang an trocken (Trockenbauweise)	5
Statik (5)	homogener Baustoff, einfach statisch zu bestimmen, Tragfähigkeit heutiger Porenziegel eingeschränkt	3	Holzrahmen wird durch Platten ausgesteift, statische Berechnung erforderlich	3
Brandverhalten (10)	nicht brennbar, Feuerwiderstandszeit F 180 im Brandfall keine schädlichen Gase	10	Gipsfaserplatten nicht brennbar; Holz, Zellulose brennbar (Feuerwiderstandsklasse F 30), im Brandfall keine giftigen Gase	5
Schallschutz (10)	Schalldämmmaß $R_w = \text{ca. } 48 \text{ dB}$	6	Schalldämmmaß $R_w = \text{ca. } 46 \text{ bis } 50 \text{ dB}$	6
Winddichtigkeit (10)	bei fachgerechter Ausführung (Mörtel vollflächig, Anschlussdetails) gut	10	bei fachgerechter Ausführung (Dampfbremssappe, Anschlussdetails) gut	8
Wärmebrücken (8)	problematisch u.a. im Fenster- und Deckenbereich	6	sehr gut	8
Radioaktivität (5)	je nach Art der Rohstoffherkunft erhöhte Radioaktivität möglich	3	sehr gering	5
Giftige Emissionen (10)	nicht bekannt	10	Geringe Mengen bei Zellulose (Formaldehyd u.a.)	8
Feinstaubabgabe (5)	keine	5	Zellulosestaub problematisch bei Verarbeitung (Schutzvorschriften beachten!), Zellulose staubdicht einbauen!	4
Elektrisches Verhalten (15)	neutral, wenn trocken, geringe Abschirmung bzgl. elektromagnetischer Felder (s. Kap. 2.1 c)	12	neutral, wenn trocken, kaum Abschirmung bzgl. elektromagnetischer Felder (s. Kap. 2.1 c)	8
Magnetisches Verhalten (5)	neutral (falls ohne Stahlbewehrung)	5	neutral, falls ohne große Stahlteile	5
Oberfläche (5)	rauh, kalt, eher unangenehm	2	glatt, warm, angenehm	5
Farbe/Ton (0)	variabel je nach Oberfläche	-	variabel je nach Oberfläche	-
Geruch (5)	Bei Neubau kalter Zementgeruch, später neutral. Geringere Fähigkeit, Gerüche zu absorbieren	3	Bei Neubau angenehmer Holzgeruch, später neutral. Fähigkeit, Gerüche und Gase zu absorbieren	5
Baukosten (10)	durchschnittlich	7	durchschnittlich, aber geringerer Konstruktionsflächenverbrauch	8
Bauzeit ab Oberkannte Fundamente (5)	ohne industrielle Vorfertigung durchschnittlich (Rohbau EFH ca. 2 Monate)	3	kurz (Rohbau EFH ca. 2 Wochen)	5
Unterhalt/Pflege (15)	gering	13	bei unbehandeltem Lärchenholz gering, lasiertes Holz soll bei Bewitterung alle 2 bis 10 Jahre nachlasiert werden	13
Konstruktionsflächenverbrauch (8)	Wanddicke: ca. 40 cm Beispiel: Wohnfläche bei gleicher Kubatur Ziegelhaus 147 m ² , Holzhaus 165 m ²	5	Wanddicke: ca. 28 cm (Flächengewinn oder kleinere Grundfläche bei gleicher Wohnfläche möglich)	8
Planungs- und Bauleitungsaufwand (5)	durchschnittlich	4	hoch	2
Eigenleistungsanteil (5)	für Laien sehr gering (ca. 7 %)	2	auch für Laien hoch (bis ca. 30 %) Anleitung erforderlich	4
Widerstandsfähigkeit gegen Ungeziefer und Mikroorganismen (10)	gut	8	Bei Beachtung einschlägiger Regeln gut (Holzfeuchtigkeit bei Einbau < 18 %)	7
Punktesumme:		201		210

Übersicht 2 (Fortsetzung)