



Abb. 1: Ein Haus aus Stroh. Hier: Giebelwand mit Auskreuzung.
 [© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]

Auf Stroh bauen

Konstruktive und bauphysikalische Aspekte des Strohballebaus

Die letzten sprunghaften Preiserhöhungen haben auch der eher lokal verorteten Baubranche ihre Abhängigkeit von internationalen Märkten schonungslos aufgezeigt. Dass nachwachsende Rohstoffe für die Verwirklichung der dringend notwendigen Klimaziele eine bedeutende Rolle spielen, ist mittlerweile ebenfalls in der Branche angekommen. Ein jährlich nachwachsender, regional verfügbarer Rohstoff ist Stroh.

Stroh ist ein Nebenprodukt beim Getreideanbau. Seine Nutzung führt zu keiner Flächenkonkurrenz zum Anbau von Nahrungsmittelpflanzen, wie dies teilweise bei der Nutzung von Biogasanlagen der Fall ist. Das Bauen mit Stroh hat drei erhebliche Klimavorteile: CO₂-Speicherung beim Wachstum, minimale CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Strohbällen und durch die gute Dämmwirkung eine Vermeidung

von CO₂-Emissionen im Gebäudebetrieb.

Stroh ist ein bauaufsichtlich anerkannter Dämmstoff. Er wird sowohl als Baustrohbällen als auch als Einblasdämmung angeboten.

Im Strohballebau gibt es feuerhemmende und feuerbeständige Konstruktionen (F30 bzw. F90), und auch lasttragende Strohbauten sind realisiert. Der Fachverband Strohballebau Deutschland e.V. (FASBA) hat die anfänglich einzelnen experimentellen Erfahrungen des Bauens mit Stroh gebündelt, in zwei geförderten Projekten eine bauaufsichtliche Anerkennung für Strohballebau erreicht und beides in der Strohbaurichtlinie fachlich dokumentiert.

Die ersten Häuser aus Strohbällen entstanden vor über 100 Jahren in Nebraska (USA). In einer Gegend, in der das Farmland weitläufig, das Holz aber

knapp war, fingen die Siedler an, die gepressten Ballen zu Mauern zu stapeln und zu verputzen. Erst nutzten sie diese für einfache Unterstände und Schuppen, später auch für Wohnhäuser, Kirchen und Gemeindezentren. Diese außen und innen verputzten Gebäude halten so gut, dass viele bis heute stehen. Werden Umbauten vorgenommen, kann man erkennen, dass das verwendete Stroh noch in tadellosem Zustand ist.

Bauen mit Stroh ist aber nicht nur eine alte Tradition, die auf den ländlichen Raum konzentriert ist. In Europa wird in den letzten vierzig Jahren auch wieder verstärkt mit Stroh gebaut. Einen regelrechten Bauboom gab es in England und Frankreich. Das älteste Strohballehaus Europas, die Maison Feuillette, steht in Montargis (Frankreich) und feiert mittlerweile sein 100-jähriges Bestehen. Aktuell wird die Zahl der Stroh-

ballengebäude in Frankreich auf über 3.000 geschätzt. Darunter befinden sich auch ein 8-geschossiges Mehrfamilienhaus, Kindergärten, Schulen und öffentliche Gebäude.

Die ersten Strohballenhäuser hierzulande entstanden Ende der 1990er-Jahre. Der Architekt Matthias Böhnisch baute Häuser in Stroh überwiegend im Siegerland und Westerwald. In Sieben Linden schufen Strohbau-pioniere um den Architekten Dirk Scharmer nach und nach eine ganze Siedlung von Strohballenbauten, bei denen unterschiedliche Aufbauten und Verfahren erprobt wurden. Dort entstand auch das erste 3-geschossige strohgedämmte Wohnhaus in Deutschland. Auf der Grundlage dieser Erfahrungen – und um zu zeigen, was im Strohbau möglich ist – wurde für das Norddeutsche Zentrum für Nachhaltiges Bauen (NZNB) in Verden ein 5-geschossiges Gebäude als Holzständerwerk mit Strohdämmung verwirklicht. Entstanden sind 1.800 m² Büro- und Ausstellungsfläche, geplant und entworfen von den Architekten Dirk Scharmer und Thomas Isselhard.

Vom Feld auf die Baustelle

Kaum ein anderer Baustoff ist so einfach verfügbar wie Stroh. Es handelt sich, wie anfänglich erwähnt, bei Stroh um einen regional verfügbaren Baustoff, der jährlich nachwächst. Oftmals nur ein Randthema im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe ist deren Flächenkonkurrenz. Bekannt ist diese zu Monokulturen führende Nebenwirkung von Biokraftstoff und Biogasanlagen. Stroh ist ein landwirtschaftlicher Reststoff und stellt somit keine Flächenkonkurrenz zur landwirtschaftlichen Produktion dar. Laut der Schriftenreihe »Energetische Biomassennutzung« (Band 2) des Deut-



Abb. 2 + 3: Vorfertigung kompletter Wandelemente
[© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]



Abb. 4: Vorfertigung Ortgang-Giebel [© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]

schen Biomasseforschungszentrums DBFZ werden ca. 20 % des anfallenden Strohs in der Landwirtschaft nicht benötigt. Das reicht aus, um jährlich etwa 350.000 Einfamilienhäuser mit Stroh zu dämmen.

Der Baustoff Strohballen kann bereits auf dem Feld hergestellt werden. Geeignet sind Kleinballen, die möglichst quaderförmig und stramm sein sollten. Dabei kann sowohl konventionell angebautes Stroh als auch Stroh von Biohöfen eingesetzt werden. Schon beim Abtransport vom Feld ist dann aus Stroh ein Baustoff geworden – eine denkbar einfache Herstellung. Baustrohballen lassen sich mit ein wenig Übung einfach in die Gefache eines Holzständerwerks pressen. Die Planung erfordert ein stärkeres »Hineindenken« in den Baustoff, da sich die ausdämmenden Felder an den Abmessungen der Strohballen orientieren sollten. Der im Holzständerbau übliche Ständerabstand wird durch die Ballenbreite deutlich breiter und senkt somit auch den Holzanteil in der Wand. Wie im Holzbau allgemein sind dabei unterschiedlichste Vorfertigungsgrade möglich, von der unbeplankten Holzständerwand bis hin zur vorgefertigten, komplett vorinstallierten, gedämmten und verputzten Wand (Abb. 2 bis 4).

Strohballenhäuser zeichnen sich nicht zuletzt durch ihre hohe Wohnqualität aus. Dazu trägt neben einem ausgeglichenen Raumklima, vor allem bei Lehminnenputz, auch der subjektive Wohlfühlfaktor durch die Verwendung von natürlichen Baustoffen (Holz, Stroh, Lehm) bei. Durch seine einfache und gesundheitlich verträgliche Verarbeitung bietet der Strohballebau außerdem Möglichkeiten für die Eigenleistung (Abb. 5 und 6). Das schafft nicht nur einen hohen Identifikationsgrad mit dem Gebäude,

sondern bietet dazu noch Einsparpotenziale.

Bauphysikalische Bewertung von Baustroh

Stroh ist seit 2006 als Baustoff in Deutschland zugelassen. Die Baustoffeigenschaften von Stroh sind in der Strohbaurichtlinie in Kapitel 3 umfangreich dokumentiert. Von den heimischen Getreidesorten können u. a. Weizen, Roggen, Dinkel, Triticale (eine Kreuzung aus Weizen und Roggen) und Gerste verwendet werden. Nach bisherigen Kenntnissen sind Weizen und Roggen besonders geeignet, während Hafer als ungeeignet angesehen werden muss. Ausschlaggebend ist dabei der Halmzustand.

Vor dem Einbau sollte das Stroh kontrolliert werden. Es sollte goldgelb bis blassgelb sein. Ansatzweise gräuliches Stroh und auch vereinzelt schwärzliche Flecken durch nicht mehr aktiven Schimmel können u. U. toleriert werden. Das Stroh darf nicht erdig oder modrig riechen. Der Feuchtegehalt muss unterhalb der Wachstumsgrenze für Schimmelpilze liegen. Der Beikrautanteil im Stroh soll möglichst gering sein.

Das Merkblatt zur Verarbeitung von Baustroh (veröffentlicht unter: <https://baustroh.de/downloads.html>), herausgegeben von der BauStroh GmbH aus Verden, beschreibt die Verarbeitung von Stroh als Wärmedämmstoff [2]. Wärmedämmstoffe als Baustoffe müssen gemäß den Landesbauordnungen anerkannte Bauprodukte sein, da sie wesentliche Aufgaben eines Bauteils übernehmen. In der Europäischen Technischen Bewertung ETA-17/0247, ausgestellt vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), sind die Eigenschaften und der Anwendungsbereich von Bau-



Abb. 5: Giebelwand-Strohausfachung [© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]

stroh hinterlegt. Baustroh muss trocken, mit maximal 18 M.-%, geliefert bzw. auf der Baustelle bereitgestellt werden. Das bedeutet, die Feuchteaufnahme, festgelegt bei einem Umgebungsklima von 23 °C und 80 % relativer Luftfeuchte, muss ≤ 18 M.-% betragen. Die Wärmeleitfähigkeit von 0,048 W/(m·K) und die Klasse E für Normalentflammbarkeit gelten bei Einhaltung der Rohdichte für das Stroh als eingebaute Wärmedämmschicht. Diese darf sich in einem Bereich von 100 ± 15 kg/m³ bewegen. Das wiederum trägt zur Praxistauglichkeit des Baustoffs bei. So fachgerecht verbaut entstehen gleichmäßig verdichtete, lückenlose und setzungssichere Gefache.

Stroh ist als Dämmstoff für die Verwendung in Außenwänden und zwi-



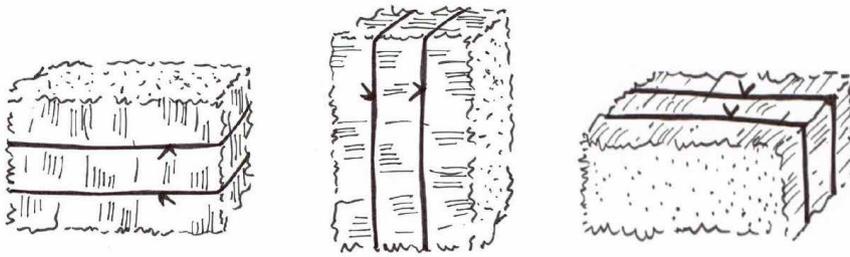
Abb. 6: Strohdämmung zwischen Sparren [© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]

schen Dachsparren zugelassen. Andere Anwendungen, wie z. B. in Decken, muss vonseiten der Fachplanung begründet werden und bedarf einer Zustimmung im Einzelfall.

Baustroh ist zugelassen als ausfachender Wärmedämmstoff innerhalb tragender oder nichttragender Außenwandkonstruktionen, bei Dächern (zwischen Dachsparren) sowie obersten Geschossdecken.

Bei den Ballen gelten Abmessungen bis zu einem Querschnitt von 40 cm auf 50 cm als Kleinballen, darüber hinausgehende Querschnitte als Großballen.

Die Freiburger Zimmerei Grünspecht arbeitet schon seit mehreren Jahren mit dem Landwirtschaftsbetrieb Henkel aus Neufra zusammen. Der Betrieb liefert Ballen von 32 cm Dicke, 80 cm Breite, auf bis zu 2,70 m Länge gepresst. Diese Ballen werden mittlerweile bundesweit ausgeliefert. Sie sind so stark vorgepresst, dass sie passgenau in die Gefache gesetzt werden können. Die Breite kann vor Ort mit einer Bandsäge angepasst werden. Neben der Zeitersparnis auf der Baustelle sind die Ballen im Gefach gleichmäßiger ge-



hochkant liegend hochkant stehend flach liegend

Abb. 7: Orientierung von Strohballen beim Einbau [© Architekt Dirk Scharmer, Lüneburg]

Tab. 1: Vergleich der Wärmespeicherzahl (S) [3]

Stoff	ρ kg/m ³	c kJ/kg·K	S kJ/m ³ ·K
Polystyrolschaum (XPS)	45	1,45	65
Glaswolle	100	0,84	84
Zellulose	55	1,9	105
Strohballen	100	2,00	200
Holzfaserdämmplatten	170	2,1	3,67

presst und die Oberflächenstruktur ist homogener.

Beim nichtlasttragenden Bauen werden in der Regel Kleinballen mit einer Breite von ca. 48 cm und einer Höhe von ca. 36 cm je nach Pressentyp verwendet.

Als Faustregel für die Ermittlung der geeigneten Gefachbreite darf angesehen werden [2]:

- ▶ ein Ballen hochkant stehend pro Gefach: lichte Gefachbreite = Ballenbreite – 1 cm
- ▶ zwei Ballen hochkant stehend pro Gefach: lichte Gefachbreite = 2 Ballenbreiten – 2 cm

Die vorwiegende Halmrichtung verläuft senkrecht zur Schnürung (Abb. 7). Die Wärmeleitfähigkeit ist durch den großen Wärmestrom in Halmrichtung höher. Daher werden Strohballen hochkant stehend oder hochkant liegend verbaut. Die Ballen werden beim Einbau und zur Anpassung an Gefachgrößen verdichtet. Dies geschieht parallel zur Schichtung der Halme. Statisch gesehen ist ein Strohballen eine eingespannte Stütze mit freiem Ende.

Die Wärmeleitfähigkeit für Baustroh wird laut ETA-17/0247 mit einem Nennwert von $\lambda = 0,048 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ angegeben und dem Bemessungswert $\lambda = 0,049 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Dieser Wert ist

nur dann anzusetzen, wenn die Halme innerhalb des Bauteils überwiegend senkrecht zur Richtung des Wärmestroms ausgerichtet sind. Damit können strohgedämmte Bauteile U-Werte von $0,155 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und darunter erreichen, was auch den Einsatz im Passivhausbau möglich macht.

Stroh verfügt durch seine gute spezifische Wärmekapazität (c) in Kombination mit der relativ hohen Einbaudichte (ρ) über eine hohe Wärmespeicherung, die die sommerliche Hitzeregulierung positiv beeinflusst (Tab. 1).

Die Tauglichkeit von strohgedämmten Bauteilen ist maßgeblich von deren feuchtetechnischer Eignung abhängig. Innerhalb des Bauteils darf es nicht zu einem schädlichen Schimmelpilzbefall kommen. In Abhängigkeit von der Temperatur müssen hierzu die anfallenden Feuchtemengen durch die Einhaltung von bestimmten Schichteigenschaften ausreichend gering gehalten werden. Von einer Eignung strohgedämmter Bauteile kann ausgegangen werden, wenn die Eigenschaften der einzelnen Schichten den Angaben in Anhang B der ETA-17/0247 Baustroh entsprechen [4].

In diesem Anhang wird die biohygrothermische Eignung strohgedämmter Bauteile in Abhängigkeit von ihren

Baustoffeigenschaften dargestellt. Die für die drei zugelassenen Bauteiltypen aufgestellten Tabellen enthalten die erforderlichen Schichteigenschaften, um schädlichen Schimmelpilzbefall im maßgeblichen äußeren Bereich der Strohdämmung auszuschließen. Die Konstruktion ist so auszubilden, dass keine Wachstumsvoraussetzungen für die Sporenkeimung entstehen. Das bedeutet, es darf weder durch Wasserdampfdiffusion von innen noch durch Regen von außen in Verbindung mit den klima- und bauteilbedingten anliegenden Temperaturen Feuchtigkeit im Bauteil entstehen, die nicht mehr ausreichend abtrocknen kann.

Mit den Tabellen des Anhangs B und dem Hinweis darunter werden Fachleute in die Lage versetzt, feuchte-technisch zulässige Bauteile zu planen bzw. die feuchtetechnische Zulässigkeit eines Bauteilaufbaus zu überprüfen.

In der Strohbaurichtlinie wird der Anhang B der Zulassung dokumentiert und die Handhabung erläutert. Der Anhang B entstammt der ETA, S. 7 [5] (Tab. 2):

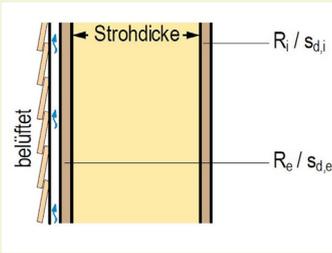
Brandschutz von Strohballenwänden

Loses Stroh ist leicht entflammbar. Gepresstes Stroh hingegen brennt schlecht, da die notwendige Luftzufuhr behindert wird. Strohballen sind daher »normal entflammbar« – ohne weitere Behandlung (Klasse E nach EN 13501-1:2017 und A1:2009, siehe ETA S. 3, nach nationaler DIN 4102-1 als B2). Eine 36 cm dicke strohgedämmte Wand mit mindestens 8 mm Putzschicht erreicht F30 nach DIN 4102 [6].

Brandversuche haben ergeben, dass die wenigen Schwachpunkte der Konstruktion dort verlaufen, wo Luft dem Brand Nahrung gibt. Daher ist ein Führen der Elektroleitungen auf

Tab. 2: Bauteileigenschaften gemäß ETA (»Zeile 1 charakterisiert die jeweils zulässige Grundvariante. Weitere Zeilen: mögliche Varianten mit geänderten Bauteileigenschaften (hinterlegt), die in der Folge dann zu ändernde Schichteigenschaften erfordern (fett gedruckte Werte)«) (Quellen: [1] [4])

a) Außenwandkonstruktionen mit vorgesetztem, hinterlüfteten Wetterschutz



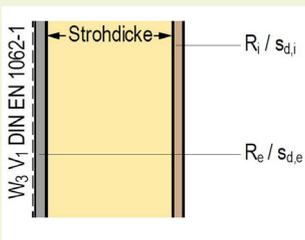
Zeile	Strohdicke [m]	$S_{d,i}$ [m]	R_i [m ² ·K/W]	$S_{d,e}$ [m]	R_e [m ² ·K/W]
1	≤ 1,00	≥ 0,10	≤ 0,35	≤ 0,50	-
2	≤ 0,48	≥ 0,76	≤ 3,14	≤ 0,50	-
3	≤ 0,48	≥ 0,10	≤ 0,35	≤ 1,00	≥ 1,00
4	≤ 0,48	≥ 2,00	≤ 0,35	≤ 1,50	≥ 0,70
5	≤ 0,48	≥ 0,10	≤ 0,35	≤ 1,50	≥ 1,43
6	≤ 0,48	≥ 0,10	≤ 0,35	≤ 2,00	≥ 1,90

Zeile 1: Wenn die Strohdicke nicht größer als $d = 1$ m ist und wenn gleichzeitig die Bauteilschichten zwischen Strohdämmung und Außenklima eine diffusionsäquivalente Luftschichtdicke von höchstens $s_{d,e} = 0,5$ m aufweisen und die zwischen der Strohdämmung und dem Innenraum liegenden Bauteilschichten eine diffusionsäquivalente Luftschichtdicke von mindestens $s_{d,i} = 0,1$ m und einen Wärmedurchlasswiderstand von höchstens $R_i = 0,35$ m²·K/W aufweisen, dann ist der Bauteilaufbau zulässig.

Zeile 2: Wenn demgegenüber die raumseitigen Schichten einen höheren Wärmedurchlasswiderstand von bis zu $R_i = 3,14$ m²·K/W aufweisen, z. B. weil die Strohdämmung vor einer Mauerwerkswand eingesetzt wird, dann ist die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke innen auf mindestens $s_{d,i} = 0,76$ m zu erhöhen. Die Strohdicke darf hierbei maximal $d = 0,48$ m betragen.

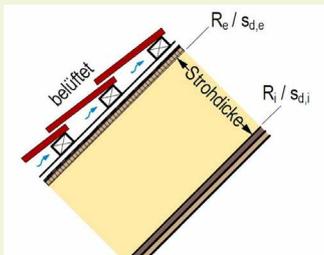
Zeile 3: Wenn die äußeren Schichten außen abweichend von der Beispielkonstruktion in Zeile 1 eine diffusionsäquivalente Luftschichtdicke von bis zu $s_{d,e} = 1,0$ m aufweisen, dann ist der Wärmedurchlasswiderstand der äußeren Schichten auf mindestens $R_e = 1,0$ m²·K/W zu erhöhen. Die Strohdicke darf hier ebenfalls maximal $d = 0,48$ m betragen.
Alle weiteren Zeilen und Tabellen folgen der gleichen Logik.

b) Frei bewitterte, verputzte Außenwandkonstruktionen Putz gemäß DIN EN 998-1 mit wasserabweisender Beschichtung gemäß DIN EN 1062-1 in W3 und V1



Zeile	Strohdicke [m]	$S_{d,i}$ [m]	R_i [m ² ·K/W]	$S_{d,e}$ [m]	R_e [m ² ·K/W]
1	≤ 0,70	≥ 0,10	≤ 0,35	≤ 0,50	-
2	≤ 0,48	≥ 0,76	≤ 3,14	≤ 0,50	-
3	≤ 0,48	≥ 3,00	≤ 0,35	≤ 1,50	≥ 0,30

c) Dachkonstruktionen mit belüfteter Dachdeckung



Zeile	Strohdicke [m]	$S_{d,i}$ [m]	R_i [m ² ·K/W]	$S_{d,e}$ [m]	R_e [m ² ·K/W]
1	≤ 0,48	≥ 2,00	≤ 0,35	≤ 0,50	≥ 0,14
2	≤ 0,36	≥ $S_{d,a}$	≤ 0,35	≤ 3,00	≥ 0,14

Symbole, Indizes:

$S_{d,e}$ diffusionsäquivalente Luftschichtdicke für die äußeren Schichten/Bekleidungen

$S_{d,i}$ diffusionsäquivalente Luftschichtdicke für die inneren Schichten/Bekleidungen

R_i Wärmedurchlasswiderstand für die inneren Schichten/Bekleidungen

R_e Wärmedurchlasswiderstand für die äußeren Schichten/Bekleidungen

W_3 Wasserdurchlässigkeit der nach EN 1062-1 klassifizierten und nach EN 1062-3 geprüften Beschichtung: $W_{24} \leq 0,1$ kg/(m²·h); Index 24 = Prüfdauer 24 h

V_1 Wasserdampf-Diffusionsstromdichte der nach EN 1062-1 klassifizierten und nach EN 1062-3 geprüften Beschichtung: $V_1 > 150$ g/(m²·d) mit $s_d < 0,14$ m

den Konstruktionshölzern nicht ratsam. Elektroinstallationen sollen auch nicht direkt im Stroh geführt, sondern mit nicht brennbaren Materialien, z. B. (Lehm-)Putz, ummantelt werden (Abb. 11). Es besteht die Anforderung, »allseitig mind. 1 cm Lehmummantelt«. Ein das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis der MPA Braunschweig (Nr. P-3048/817/08-MPA BS) ergänzendes Gutachten des

Ingenieurbüros für Brandschutz von Bauteilen (IBB GmbH, Groß Schwülper) stuft die untersuchten Wandkonstruktionen auf eine Feuerwiderstandsklasse »F30-B« nach DIN 4102-2: 1977-09 sowie F 90-B ein.

Planung im Raster

Im Unterschied zum Holzrahmenbau, dessen Grundrissplan nicht zwin-

gend einem Raster folgen muss, ist beim Strohballebau der Abstand der Holzständer auf die Breite, seltener auf die Länge der Ballen abgestimmt. Mit der Verwendung der Ballen von Henkel-Stroh können auch Füllfelder realisiert werden und die Planung kann wie beim Holzrahmenbau weitgehend ohne Raster erfolgen.

Bei Außenwänden haben sich Bohlenständer bewährt, deren lichter Abstand



Abb. 8: Drempe! [© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]



Abb. 9: Strohballenwände und Brettstapeldecke [© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]



Abb. 10: Lehm-Grundputz [© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]

1,0 m nicht überschreitet. In solche Gefache werden die Strohballen stramm und lückenlos eingebaut, da damit der Unterstützungsabstand im lichten Zwischenmaß weniger als 1 m beträgt, wie auch in der Zulassung festgehalten.

Direktverputzung

Die Baustrohoberflächen können direkt verputzt werden. Innenseitig wird in aller Regel Lehmputz (Abb. 10) verwendet, außenseitig meist Kalkputz. Durch die Lehmverputzung entsteht ein als angenehm empfundenenes, über das Jahr ausgeglichenes Raumklima. Innen- und Außenputz bilden die luftdichte und die winddichte Ebene und sind gerade auch in den Anschlussdetails dicht auszuführen. Hierzu hat die BauStroh GmbH eigens das »Merkblatt Direktverputzung von Baustroh« veröffentlicht.

Aussteifung

Die Art der Aussteifung der Konstruktion ist ebenfalls möglichst frühzeitig zwischen Planung, Ausführung und Statik abzustimmen. Streben als traditionelle Aussteifung sind in die Strohebene einzulassen (Abb. 1). Dafür muss das Stroh ausgefräst und die Strebe anschließend eingesetzt werden. Die im Holzbau übliche Aussteifung durch OSB-Platten ist möglich, verhindert aber die direkte Verputzbarkeit mit Lehm. Weitere Aussteifungsmöglichkeiten sind eine diagonale Sparschalung, es kommen aber auch Stahlauskreuzungen oder Stahlbänder zum Einsatz. Auch innen liegende Wandscheiben können zur Aussteifung angesetzt werden. Eine weitere Möglichkeit bilden leimfreie GFM-Platten (Glue Free Massiv) mit den diagonalen, 30 mm starken Holzdielen aus Weißtanne, die mittels Schwalbenschwanzverbindung eine statische Scheibe bilden. Eine Besonderheit des GFM-Systems ist seine hohe Luftdichtigkeit. Bislang ist das System allerdings mit einem Abstand der Ständer nicht größer als 625 mm zugelassen

und muss entsprechend vom Statiker nachgewiesen werden [7].

Wärmebrückenkatalog mit Passivhaus-Zertifikat

Als Planungshilfe gibt es auch eine umfassende Übersicht von Bauteilanschlüssen mit Detailzeichnungen des Architekten Dirk Scharmer als Wärmebrückenkatalog. Der Katalog wurde 2020 im Rahmen des Interreg-Projekts UP STRAW zur Förderung des Bauens mit Stroh erstellt und vom Passivhaus Institut Darmstadt zertifiziert und u. a. auf der UP STRAW Website www.bau-mit-stroh.de/technische-unterlagen veröffentlicht [8].



Abb. 11: Elektroinstallation auf dem Grundputz [© Treibholz Zimmerei, Windeck-Leuscheid]

Schallschutz

Im Ökodorf Sieben Linden wurde 2021 ein neues Gästehaus mit strohgedämmten Außenwänden errichtet. Zum Schallschutznachweis wurde vom Architekten Dirk Scharmer vom Büro DELTAGRÜN Architektur eine Schallmessung bei der AMT Ingenieurgesellschaft als amtlich bekannte Messstelle in Auftrag gegeben. Finanziert wurde die Untersuchung durch das Interreg-Projekt UP STRAW. Da bis dahin keine Werte für strohgedämmte Holzrahmenelemente bekannt waren, sollte die Schallübertragung über die Außenwand zwischen den Gästezimmern im Obergeschoss gemessen werden (horizontale Norm-Flankendifferenz). Das Ergebnis wird im Prüfbericht sehr positiv bewertet. Alle untersuchten Bauteile erfüllen den baurechtlich bindenden Mindestschallschutz nach DIN 4109:2016 und erreichen darüber hinaus den »erhöhten Schallschutz« nach DIN 4109:1989, Beiblatt 2 und der DIN 4109-5:2020 (Tab. 3 und 4).

»Zusammenfassend erreichen die untersuchten Bauteile den »erhöhten Schallschutz« nach DIN 4109:1989, Beiblatt 2 und der DIN 4109-5. Im direkten Vergleich zeigt sich, dass die Trittschalldämmung der Holzbalkendecke mit Mineralfasertrittschalldämmung wirksamer ist als die der Holzbalkendecke mit Kokosfaser. In beiden Fällen liegen die erzielten Norm-Trittschallpegel aber deutlich günstiger als die Empfehlung. Absolut gesehen lassen sich mit beiden Dämmmaterialien also sehr gute Trittschalldämmwerte erzielen.« [Quelle: Prüfbericht]

Der Prüfbericht ist auf der Internetseite des Fachverbands und der des Projekts UP STRAW (www.bau-mit-stroh.de) vollständig veröffentlicht.

Primärenergiegehalt, CO₂ und graue Energie

Neben der Primärenergie wird zunehmend die CO₂-Bilanz eines Baustoffs wichtig. Während die Herstellung eines zweischaligen Mauerwerks (KS-Stein, Mineralwolle, Vormauerziegel) die Atmosphäre mit 40.033 kg CO₂-Äquivalent belastet, entlastet eine Strohballenwand hingegen die Atmosphäre mit ca. 3.353 kg CO₂-Äquivalent.

Vergleicht man das ganze Gebäude, so beträgt die Differenz 97 t CO₂-Äquivalent. Ein sparsamer Mittelklassewagen kann bis zu 811.000 km fahren, bis die gleiche Klimabelastung erreicht ist. Dies entspricht ca. einer 20-fachen Erdumrundung. Der Herstellungsaufwand eines konventionellen Massivbaus wird bei einem Strohbau erst nach seiner Her-

JETZT ANMELDEN!

Die URETEK Webinare
mit Fortbildungspunkten.

Mehr erfahren:
uretek.de/veranstaltungen

**WOHNRAUM
ERWEITERN.**

**WIRTSCHAFTLICH AUFSTOCKEN.
SICHER UND ZERSTÖRUNGSFREI.**

Seit über 20 Jahren **DEUTSCHLANDS NR. 1**
für minimal-invasive Baugrundverstärkung –
z. B. zur dauerhaften Fundamentertüchtigung
bei aufstockungsbedingter Lasterhöhung.

Tab. 3: Schallschutzanforderungen nach DIN 4109

Luft- und Trittschallschutz	Klassifizierung	DIN 4109-1:2016	DIN 4109:1989 Beiblatt 2	DIN 4109-5:2020
Decken, einschließlich Decken unter Fluren	erf. R'_w	≥ 54 dB	≥ 55 dB	≥ 57 dB
	erf. $L'_{n,w}$	≤ 50 dB	≤ 46 dB	≤ 45 dB

Tab. 4: Ergebnisse der Schallmessung im Gästehaus aus dem Prüfbericht

Messergebnis vom 05.03.2021	Bauteil	Messergebnis
166357-BA-Decke1-LS	Decke (Trittschalldämmung: Kokos)	$R'_w = 67,0$ dB
166357-BA-Decke1-TS		$L'_{n,w} = 42,5$ dB
166357-BA-Decke2-LS	Decke (Trittschalldämmung: Mineralfaser)	$R'_w = 67,3$ dB
166357-BA-Decke2-TS		$L'_{n,w} = 35,5$ dB

Tab. 5: Überblick über den Stand der Entwicklung im Strohballenbau aus [3]

Bereich	Tests/Prüfungen	Bemessung/Anwendung
Europäische Technische Bewertung ETA 017/247 Baustroh		
Wärmeschutz	Wärmeleitfähigkeit nach DIN EN 12667	Nennwert quer zur Halmrichtung: $\lambda = 0,048$ W/(m·K) Bemessungswert quer zur Halmrichtung: $\lambda = 0,049$ W/(m·K) (gültig in Deutschland)
Brandverhalten	Kleinbrennertest nach DIN 4102-1 oder DIN EN 11925-2	Baustoffklasse normal entflammbar für Baustrohballen DIN 4102-B2 bzw. E gemäß DIN EN 11925-2
Feuchteschutz	Anhänge A und B von ETA 017/247 Baustroh	feuchtetechnisch zulässige Schichteigenschaften von Konstruktionen mit Baustroh als Wärmedämmung
Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis P-3048/817/08-MPA-BS		
Feuerwiderstand	Feuerwiderstand nach DIN EN 1365-1	feuerhemmend F30-B bzw. feuerbeständig F90-B gemäß DIN 4102-4
Weitere Testergebnisse		
Schalldämmung	R'_w (dB) bewertetes Schalldämm-Maß, DIN EN ISO 140-3, DIN 4109	R'_w (dB) = 43 – 44 dB bei 36 cm Stroh und 1 bis 2 cm Lehmputz in Bohlenständerwerk
Brandverhalten	4.2: »Single burning item«-Test gemäß EN 13823	Baustroh mit > 8 mm Lehmputz schwer entflammbar B-s1, d0 gemäß DIN EN 13501-1
Ökobilanzierung	nach ISO 14025 und EN 15804	Umweltproduktdeklaration von Baustroh (engl. Environmental Product Declaration, EPD)
Sonstiges		
Strohbaurichtlinie SBR 2019		Standard für fachgerechten Strohballenbau

stellung und 69 Jahren Betrieb erreicht [9].

Gemäß einer Studie der Universität Kassel für Strohballen aus Hochdruck-

Kleinballenpressen kann mit einem Primärenergieinhalt PEI von 70 kWh/t gerechnet werden [10]. Zum Vergleich: Die nicht nachwachsenden Rohstoffe

Mineralwolle und Polystyrol (XPS) liegen mit einem PEI von 4.860 bzw. 28.000 wesentlich höher im Primärenergiegehalt. Die in Deutschland gebräuchliche Datenbank OEKOBAU.DAT gibt den Wert für Strohballen von 100 kg/m³ mit 62,8 PERT (= erneuerbarer Primärenergiebedarf) an.

Schadenspotenzial im Strohbau

Bei korrekter Anwendung der fachlichen Regelungen und der Strohbaurichtlinie ist die Bauweise kaum schadensanfällig. Stroh bietet durch seinen geringen Stärkeanteil kaum Nährstoff als Futter für Tiere und Insekten, die Pressung bietet keine Hohlräume für Kleintiere und die Putzverkleidung schützt die Konstruktion. So bleiben die Bauteile auf Jahrhunderte unbeschadet, wie die ältesten Bauten in Frankreich und Nebraska zeigen.

Fehler können beim Bauen entstehen, sei es, dass die Strohballen nicht ausreichend vor Nässe auf der Baustelle geschützt sind oder der Putz falsch aufgetragen wird. Schadensfälle beim Strohbau in Kombination mit Lehm haben daher überwiegend zwei Ursachen: zu langsame Trocknung des Lehmputzes und/oder zu dicker Auftrag gerade bei der ersten Lage. Stroh ist schwach saugend, hier muss gerade bei der ersten Lage auf die Trocknung geachtet werden. Schimmel auf Lehmuntergründen kann nach einer Trocknung zwar abgebürstet werden, die Sporen verbleiben dann aber im Material. Der Schimmel ist also nicht weg, wie auch in Fachkreisen hin und wieder fälschlicherweise geäußert wird. Um die Sporen wegzubekommen, müssen befallene Flächen und Materialien großflächig ausgetauscht werden.

Zusammenfassung

Stroh ist als Nebenprodukt der Landwirtschaft ausreichend vorhanden und sein Potenzial hierzulande bei Weitem nicht ausgeschöpft. Die Erfahrung im Strohballebau geht weit über einfache Einfamilienhäuser hinaus und ist mit fünf Geschossen im Bürobau auch für höhere Gebäudeklassen denkbar. Die Erfahrungen und Forschungen in diesem Bereich sind durch den Fachverband Strohballebau zusammengetragen und in der aktuell gehaltenen Strohbaurichtlinie allgemein zugänglich gemacht worden. In Verbindung mit Prüfungen und Zulassungen sind anerkannte Konstruktionen und Verfahren mit Stroh als Baustoff entwickelt und dokumentiert. Dies gilt sowohl in den Brandschutzanforderungen für F30- und F90-Konstruktionen als auch im Schallschutz für die Flankenübertragung (Tab. 5).

Strohballebau hat ein für die Herstellung, den Betrieb und den Rückbau ökobilanziell hervorragendes Potenzial. Die Aufbauten sind Passivhaus-tauglich und können für energieeffiziente Gebäude eingesetzt werden.

Bauen mit Stroh schützt das Klima dreifach:

- ▶ durch CO₂-Speicherung beim Wachstum,
- ▶ durch minimale CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Strohbällen,
- ▶ durch Vermeidung von CO₂-Emissionen als Wärmedämmung im Gebäudebetrieb.

Es gibt eine umfangreich beschriebene Eignung von Stroh in Außenbauteilen gemäß Anhang B der ETA-17/0247 Baustroh (Tab. 5). Anderweitige, nichtausfachende oder druckbelastete Konstruktionen, abweichende Schichteigenschaften oder andere Einsatzbereiche müssen gesondert nachgewiesen wer-

den. Der Wärmebrückenkatalog für Strohbau des Passivhaus Instituts sowie zwölf Strohaufbauten mit allen notwendigen Informationen auch zur BIM-Anwendung erleichtern das Planen und Detaillieren beim Bauen mit Stroh als Dämmstoff (www.bimobject.com/fr/up-straw).

Quellen

Die Strohbaurichtlinie, Prüfberichte, Zulassungen und Messprotokolle findet man sowohl auf den Seiten des Fachverbands als auch auf den Seiten der BauStroh GmbH sowie in der im Rahmen von UP STRAW erstellten Strohbau-Onlinebibliothek ZOTERO, die 400 internationale Veröffentlichungen enthält: www.zotero.org/groups/2187655/upstraw.

[1] Fachverband Strohballebau Deutschland e.V. -FASBA-, Verden (Hrsg.): STROHBAURICHTLINIE SBR-2019. 26.10.2019

Die Strohbaurichtlinie fasst die Erfahrungen und das Wissen der Strohbauakteure in Deutschland zusammen. Sie ist von Fachleuten und Mitgliedern des Fachverbands Strohballebau Deutschland e. V. (FASBA) für bisherige und zukünftige Beteiligte am Bau strohgedämmter Gebäude formuliert.

[2] BauStroh GmbH, Verden (Hrsg.): Merkblatt zur Verarbeitung von Baustroh gemäß Europäischer Technischer Bewertung ETA-17/0247. Stand: 28. Oktober 2019. URL: <https://baustroh.de/downloads.html>

2.2 Ermittlung der geeigneten lichten Gefachbreite, S. 3

[3] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. -FNR-, Gülzow (Hrsg.); Scharmer, Dirk; Kaesberg, Benedikt: Strohgedämmte Gebäude. Naturbaustoffe. 5. aktual. Aufl. Gülzow: Selbstverlag, 2020

Einführungsbroschüre zum Thema Bauen mit Stroh. Von der Nachhaltigkeit der Strohbauweise, zum Stand des Wissens und der Forschung in diesem Bereich bis hin zu gebauten Beispielen.

[4] Deutsches Institut für Bautechnik-DIBt-, Berlin: »Baustroh« Wärmedämmstoff aus Strohbällen. Europäische Technische Bewertung ETA-17/0247 vom 21.07.2017, BauStroh GmbH, Verden. URL: <https://baustroh.de/downloads.html>

[5] STROHBAURICHTLINIE. Kapitel 4.2.3 Zulässige Schichteigenschaften (S. 17 ff.)

[6] Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig: Allgemein bauaufsichtliches Prüfzeugnis vom 08.12.2014, Prüfnummer P-3048/871/08-MPA BS. Verlängerung vom 25.01.2019, gültig bis 24.01.2024. URL: <https://baustroh.de/downloads.html>

[7] Deutsches Institut für Bautechnik -DIBt-, Berlin: Diagonal verlegte GFM-Platten als Beplankung für die Holztafelbauart. Allgemein bauaufsichtliche

Zulassung Nummer Z-9.1-858 vom 22.12.2020, Massivholz Junker GmbH

[8] Passivhaus Institut Darmstadt; Prof. Dr.-Ing. Benjamin Kirk, Benediktinerabtei Plankstetten im Interreg-Projekt UP STRAW: Zertifizierungsbericht Strohballe-Bohlenständerbau Putz-Putz. 08.01.2020

[9] UP STRAW: Potenzialanalyse von Stroh als Baustoff sowie der Strohbauweise. Eigenschaften und Stärken im Überblick. URL: <https://bau-mit-stroh.de/baustoff-stroh/>

Auszug aus W. u. B. Kaesberg: UP STRAW Marktstudie zur Durchdringung des deutschen Baumarktes mit strohgedämmten Gebäuden, 2019, S. 19

[10] Universität Kassel, Forschungslabor für experimentelles Bauen; Dipl.-Ing. Benjamin Kirk: Primärenergieinhalte von Strohbällen und Strohballekonstruktionen. URL: https://baubiologie.at/download/001_PEI_Plakat.pdf

INFO/KONTAKT



Dipl.-Ing. (FH)
Thomas Gramlich
[BDB] [AKNW]

Dipl.-Ing. (FH) Architekt Thomas Gramlich ist Lehrbeauftragter für Holzbau im Fernstudium der IU (International University of Applied Sciences). Vor seinem Architekturstudium absolvierte er eine Ausbildung zum Zimmerer bei der für Strohballebau bekannten Zimmerei Treibholz aus Windeck. Er ist Mitbegründer der Partnerschaftsgesellschaft Planquadrat-Architekten in Bonn. Neben der Zulassung zum Energieeffizienzberater der KfW für Wohn- und Nichtwohngebäude ist er Energieberater der Verbraucherzentrale und im Passivhausbau tätig. Im Bereich ökologisches Planen und Bauen ist ein Schwerpunkt der Tätigkeit die Nutzung nachwachsender Rohstoffe und des Strohballebaus.

Planquadrat-Architekten PartG mbB
Deland Gerke-Körting Gramlich
Königswinterer Straße 521
53227 Bonn
Tel.: 0228 4227795
E-Mail: tg@pq-bonn.de
Internet: www.planquadrat-architekten.de