

# Die Holzbilanz muss dynamisch werden

Wie kann der Holzbau zum Klimaschutz beitragen?

Das Konzept der Klimaneutralität von Holznutzungen beruht auf einem statischen Verständnis des Waldes als Ökosystem und Rohstofflieferant einerseits sowie des menschlichen Wirtschaftens andererseits. Dies betrifft vor allem den Faktor Zeit. Wenn wir den Beitrag des Holzbaus und des Bauens mit nachwachsenden Rohstoffen (Nawaros) zum Klimaschutz einschätzen wollen, müssen wir uns auf ein „neues Denken“ einlassen. Der Grund? Die Dynamik der natürlichen Prozesse und die Dynamik der Transformation hin zu einer klimaneutralen Wirtschaft müssen zusammengeführt werden. Die hierfür notwendige gesonderte Bilanzierung biogener Emissionen führt am Ende zu einer anderen Ausrichtung des Holzbaus als heute üblich.

**Autor:**  
Rainer Vallentin,  
Vallentin + Reichmann Architekten,  
München

## Warum braucht es einen neuen Ansatz?

Das bis heute typische Argumentationsmuster Pro Holzbau und Pro Heizen mit Holz kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Die Bereitstellung von Holz erfolgt nahezu emissionsfrei, weil im Wachstumsprozess genau so viel Kohlendioxid gebunden wird, wie durch Verbrennung oder Zersetzung wieder freigesetzt wird.
- Holz leistet einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz, indem es fossile Energieträger und emissionsintensive Baustoffe ersetzt.
- Dies gilt zeitlich unbegrenzt – jedoch unter der Bedingung, dass Holz aus nachhaltiger Bewirtschaftung stammt, d.h. es wird nicht mehr Holz entnommen, als im Wald nachwächst.

Diese Position wird jedoch sowohl aus der Perspektive der Klimawissenschaften als auch von Vertretern des Natur- und Artenschutzes zunehmend in Frage gestellt:

Der Wald selbst ist ein wesentlicher Kohlenstoffspeicher und soll als dieser erhalten

bleiben. Dies wird jedoch durch den Klimawandel und die dadurch ausgelösten Waldschäden sowie eine zu intensive Holznutzung in Frage gestellt. Es besteht die Gefahr, dass der Wald von einer CO<sub>2</sub>-Senke zu einer CO<sub>2</sub>-Quelle wird.

Die Holzverbrennung ist nicht klimaneutral. In der Vergangenheit wurde sie deutlich ausgeweitet und führt speziell in der für den Klimaschutz entscheidenden Phase bis 2050 zu hohen klimawirksamen Emissionen. Als Konsequenz ist im Gebäudesektor ein Ausstieg aus allen brennstoffgestützten Heizsystemen notwendig.

## Entscheidend: Der Faktor Zeit

Es macht einen Unterschied, wie schnell Biomasse nachwächst, wie lange sie in Produkten oder Gebäuden gespeichert und in welcher Form (z.B. Verbrennung, Biokohleherstellung, Kaskadennutzung) sie nach der Nutzung (weiter-)verwendet wird. Die üblichen Ökobilanzen sind hier nicht richtungssicher, weil die Zeitabhängigkeit biogener Emissionen sowie der Dekarbonisierung der Energieerzeugung und Materialbereitstellung nicht abgebildet wird.

Zum Erhalt der Biodiversität sind deutlich mehr Waldflächen als bisher unter einen strengen Schutz zu stellen. Dadurch verringert sich langfristig die heimische Holzproduktion insgesamt.



Zeitgleich ist ein Umbau der nadelholzdominierten Monokulturen in klimaresiliente Mischwälder vorzunehmen. Das Nadelholzaufkommen ist dadurch zwar kurzfristig gesichert; Mittel- bis langfristig ist jedoch ein starker Rückgang zu erwarten.

Es stellt sich nun die Frage, wie angesichts dieses Spannungsfeldes künftige Strategien der Holzverwendung in Gebäuden begründet werden können. Ein Festhalten am unkritischen Selbstverständnis nach dem Motto „Holzbau und Heizen mit Holz sind per se gut und ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz“ ist offensichtlich „zu einfach“. Erst wenn der Holzbau vom Wald her gedacht wird, kann ein Verständnis dafür entstehen, wie das Bauen mit Holz und nachwachsenden Ressourcen zum Klimaschutz beitragen kann.

Angesichts der langen Betrachtungszeiträume und den damit verbundenen Unsicherheiten kann eine Antwort nur auf der Bestimmung von Leitplanken und einer Risikobegrenzung basieren. Gleichwohl ist der Klimaschutz eine derart essentielle und drängende Aufgabe, dass am Ende eine praktisch umsetzbare Strategie zu formulieren war.

Abb. 1: Totholz und stehendes Holz im Hambacher Wald. Für den Erhalt der Biodiversität ist neben der Ausweisung von Waldgebieten mit strengen Schutz auch der Anteil von im Wald verbleibenden Totholz und Restholz deutlich zu erhöhen.

Foto: Rainer Vallentin

## INFOKASTEN 1

### 10 Thesen zum künftigen Holzbau

- 1 Der Schutz der Wälder und ihrer Biodiversität, auch um ihrer selbst willen, steht an erster Stelle. Wälder erbringen vielfältige Öko- und Klimadienleistungen und dienen als Kohlenstoffspeicher und -senken dem Klimaschutz.
- 2 Für die Entnahme von Holz aus den Wäldern existieren Grenzen der nachhaltigen Verfügbarkeit. Durch den Klimawandel und die notwendige Waldanpassung wird diese künftig zusätzlich zurückgehen. Leitplanken in Form eines Risikokorridors ergeben für Deutschland ein verträgliches Pro-Kopf-Holzbudget zwischen 0,8 und 1,1 m<sup>3</sup>/Pa (vgl. WWF S.35).
- 3 Das nachhaltig nutzbare Holzaufkommen liegt niedriger als der derzeitige Holzverbrauch in Höhe von ca. 1,6 m<sup>3</sup>/Pa (vgl. WWF S. 35). Dadurch wird eine Priorisierung der Holznutzungen notwendig.
- 4 Aus Gründen des Klimaschutzes sind kurzlebige Holzverwendungen wenig zielführend. Besonders kritisch sind die meisten Energienutzungen zu bewerten, insbesondere die Verbrennung in Heizsystemen von Gebäuden mit hohem Wärmebedarf. Auch die thermische Verwertung von Holzprodukten am Ende der Nutzungsphase ist in Frage zu stellen, weil mit hohen Emissionen und der Zerstörung von prinzipiell erhaltbaren CO<sub>2</sub>-Senken verbunden.
- 5 Aus der Perspektive der CO<sub>2</sub>-Senkeneffektivität stellt der Einsatz von Holz in möglichst langlebigen Holzkonstruktionen den „Königsweg“ dar. Diese kann durch eine Kaskadennutzung noch gesteigert werden. Das anzustrebende Ideal ist der dauerhafte Erhalt des Holzes im Materialkreislauf.
- 6 Der Holzbau kann als isolierte Maßnahme nur wenig zum Klimaschutz beitragen. Erst durch seine Einbettung in eine Gesamtstrategie können die Vorteile des Holzbaus zur vollen Geltung kommen. In Verbindung mit hohen energetischen Qualitäten gelingt es, die Steigerung der Energieeffizienz und den Einsatz von erneuerbaren Energien sowie Materialien mit der Bildung von CO<sub>2</sub>-Senken zu verknüpfen. Dann – und nur dann – ergibt sich Chance, sich aus der Klima- und Energiekrise „herauszubauen“.
- 7 Einen Schlüssel hierfür bilden holzsparende Hüllkonstruktionen, die mit schnell nachwachsenden biogenen Materialien gedämmt werden. Sie sind universell einsetzbar: sowohl im Neubau als auch bei energetischen Modernisierungen, tragend und nichttragend, im reinen Holzbau oder im Holzhybridbau sowie als neue Dämnhülle im Bestands-Massivbau.
- 8 Bei der Klimaschutzbilanzierung ist der Zeitfaktor zu berücksichtigen. Eine Dynamisierung ist sowohl für alle Energie- und Herstellungsprozesse aber auch für die biogenen Emissionen von Holz und Nawaros erforderlich. Die Ökobilanzen sind in diesem Sinne komplett zu überarbeiten.
- 9 Wenn dies über sehr lange Zeiträume erfolgt, kann der konsequente Einsatz biobasierter Materialien in Gebäuden als „Reparaturmechanismus“ für das Klima dienen. Dies erfolgt über den generationenübergreifenden Aufbau und Erhalt von CO<sub>2</sub>-Senken im Materiallager der Gebäude insgesamt.
- 10 Damit dieser Mechanismus gerade noch rechtzeitig greifen kann, sind zunächst im Zeitraum bis 2050 die energiebedingten Treibhausgasemissionen aller Gebäude mit Hilfe der beiden Hauptstrategien Energieeffizienz und Erneuerbare auf nahezu Null zu führen.

### Wie sollen wir bilanzieren?

Bei den Bilanzierungsfragen geht es nicht um methodische Spitzfindigkeiten ohne praktische Bedeutung. Bilanzen versuchen ein datenbasiertes Abbild der Realität bzw. einer künftigen Entwicklung zu erzeugen. Das konkrete Handeln ist regelmäßig auf diese Informationen (Kosten, Energiebedarf, Umweltauswirkungen) angewiesen. Zudem werden Ökobilanzen immer mehr zum Standard in den Planungsprozessen und Fördermodellen. Es gilt der Grundsatz:

- So wie wir bilanzieren, so denken und entscheiden wir.

In den üblichen Ökobilanzen spielt mit Ausnahme der Nutzungsdauern der Zeitfaktor keine Rolle. Über den Lebenszyklus werden z. B. Verbesserungen der spezifischen Emissionen von Strom oder Materialien (z. B. bei Ersatzmaßnahmen) nicht berücksichtigt. Besonders unrealistisch ist dies bei Gutschriften, z. B. für PV-Strom.

Im Hinblick auf den Holzbau wird häufig betont, dass damit der Einsatz emissionsintensiver Materialien vermieden werden kann. Dies ist heute sicher der Fall, jedoch ebenfalls zeitabhängig. Denn mit fortschreitender Dekarbonisierung der Wirtschaft wird dieser Effekt immer geringer.

Fasst man diese Aspekte zusammen, so kommt man zu dem Schluss, dass die üblichen Ökobilanzen wegen fehlender Berücksichtigung der zeitlichen Dynamik nicht in der Lage sind, Klimaschutzkonzepte zu bewerten. Ihnen liegt sinnbildlich ein „Szenario ohne Klimaschutz“ zugrunde (Abb.2).

Ein weiterer für uns wichtiger Beitrag der Klimawissenschaften betrifft die Bilanzierung biogener Emissionen. Auch hier spielt der Faktor Zeit eine Rolle, sogar gleich in mehrfacher Hinsicht:

Erstens über die Rotationsperiode (Zeit, in der die entnommene Biomasse nachgewachsen ist), zweitens über

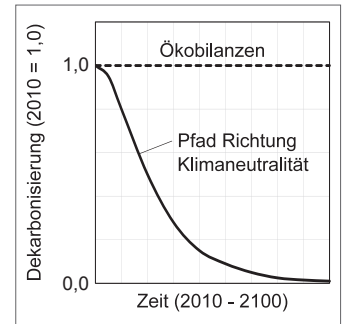


Abb. 2: Schematischer Vergleich zwischen einer statischen Ökobilanzen (mit:  $D = 1 = \text{const.}$ ) und einer dynamischen Bilanzierung mit nahezu vollständiger Dekarbonisierung der Wirtschaft bis 2100 ( $D = 0$ ). Den Ökobilanzen liegt ein „Szenario ohne Klimaschutz“ zugrunde. Quelle: [Valentin 2024] S. 37.

die Nutzungs- bzw. Speicherdauer (Zeit, in der der in den Produkten enthaltene Kohlenstoff nicht zurück in die Atmosphäre gelangt) und drittens über die „End-of-Use“-Prozesse (abrupte Freisetzung des CO<sub>2</sub> über Verbrennung oder weitere Nutzungszyklen bis hin zu einer dauerhaften Kaskadennutzung).

Diese Prozesse lassen sich über eine dynamische oder eine halbstatische Bilanzierung biogener Emissionen abbilden [Guest et al. 2012]. Ausgangspunkt ist zumeist, dass die Ernte von Holz oder sonstigen Nawaros eine CO<sub>2</sub>-Quelle darstellt und nicht einfach klimaneutral gestellt werden kann. Für die Verbrennung von Scheitholz oder für kurzlebige Holzprodukte liegen die Emissionen von Treibhausgasen (THG) über der Nulllinie. (klimabelastender Effekt). Für langlebige Holzprodukte können ab einer Nutzungszeit, die in etwa der Hälfte der Rotationsperiode entspricht, negative Emissionswerte ausgewiesen werden (klimaentlastender Effekt). Sofern sich bei Herstellung, Transport und Einbau fossile Emissionen ergeben, werden diese selbstverständlich zusätzlich in Ansatz gebracht, jedoch separat bilanziert.

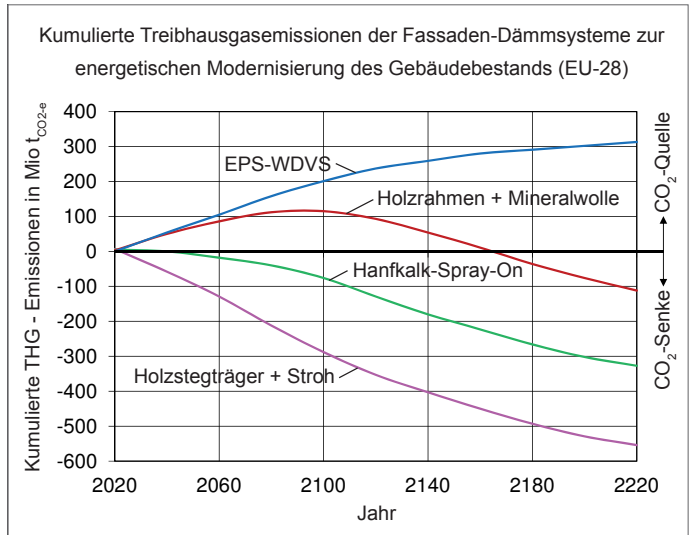
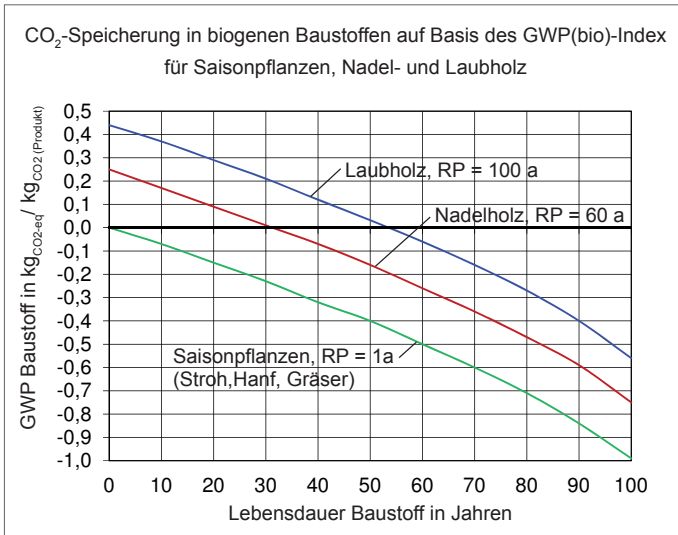


Abb. 3: Abschätzung der effektiven CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen von biogenen Holzprodukten sowie Energieträgern abhängig von Rotationsperiode und Speicher- bzw. Nutzungsdauer mittels des sog. GWP(bio)-Index. Die Rotationsperiode beschreibt den Zeitraum,

in der die entnommene Biomasse im selben Umfang nachwächst, z. B. 1 Jahr für Stroh, 60 Jahre für Nadelholz und 100 Jahre für Laubholz. Angabe der Werte als dimensionsloser Faktor bezogen auf den Kohlenstoffgehalt des biogenen Produkts. Quelle: [Guest et al. 2012].

Abb.4: Kumulierte Treibhausgasemissionen der Fassaden-Dämmsysteme zur energetischen Modernisierung des Gebäudebestandes der EU-28-Staaten.

Negative Werte bedeuten, dass die Konstruktion eine CO<sub>2</sub>-Senke darstellt und damit einen klimaentlastenden Effekt aufweist. Quelle: [Pittau et al. 2018]

### Neubewertung von Holznutzungen in Gebäuden

Ein wesentlicher Unterschied zu statischen Ökobilanzen besteht darin, dass mit den dynamischen Lebenszyklusmethoden über die Speicherung hinaus die effektive Senkenwirkung von Holz- bzw. Nawaro-Nutzungen abgeschätzt werden kann (Abb. 3). Das hat nun erhebliche Auswirkungen für die künftige Bewertung von Holzheizungen und Holzkonstruktionen:

Holzheizungen schneiden hinsichtlich der Treibhausgasemissionen je Nutzeneinheit nicht zwingend besser ab als fossile Heizsysteme. Das gilt insbesondere, wenn Waldholz (Scheitholz, Hackschnitzel) zum Einsatz kommt. Neben den hohen direkten Emissionen (ca. 0,43 kg/KWh) tragen hierzu auch die schlechten Jahresnutzungsgrade bei. Am Ende liegen die effektiven GWP-Emissionsfaktoren bei Scheitholzheizungen mit 0,21 – 0,37 kg/kWh im Bereich von heutigen fossilen Heizsystemen (Tab. 1). Deutlich günstiger schneiden Heizsysteme ab, die Rest- oder Altholz einsetzen. Dazu gehören auch Pellets mit geringem Frischholzanteilen bzw. Pellets aus Stroh.

Komplexer gestaltet sich die Bestimmung der „grauen Emissionen“ von Holz, Holzwerkstoffen und biogenen Dämmstoffen mit Hilfe des GWP(bio)-Index (Tab. 2). Zunächst ist hierzu der Kohlenstoffgehalt des Holz- oder Nawaro-Produkts zu bestimmen. Abhängig von der Nutzungsdauer des Baustoffs ergeben sich unterschiedliche Werte für die Treibhausgasemissionen (Global Warming Potential: GWP) je bilanzierter Einheit.

Tab. 1: Treibhausgasemissionen je kWh Nutzenergie für zwei Scheitholz- und eine Stroh-Pellet-Heizung unter Heranziehung von GWP(bio)-Index-Werten aus Abb. 3. Zum Vergleich sind die Werte für ein fossiles Referenzsystem und eine Wärmepumpe aufgeführt. Durch technologische Verbesserungen sinken die Emissionswerte im Zeitraum 2010 – 2050 ab, besonders stark bei den Wärmepumpen, weil hier zunehmend erneuerbarer Strom bereitgestellt wird. Quelle: [Vallentin 2024], S.27.

Vergleich der THG-Emissionen der Heizsysteme“	GWP(bio) Index	GWP Heizsystem (kg <sub>CO2-e</sub> /kWhNutzenergie)		
		2010	2030	2050
Scheitholzheizung				
Laubholz (RP = 100 a)	0,44	0,37	0,34	0,32
Nadelholz (RP = 60 a)	0,25	0,21	0,19	0,17
Strohpellets (RP = 1 a)	0,01	0,08	0,06	0,05
Fossiles Referenzsystem	k.A.	0,32	0,30	0,29
Typische Wärmepumpe	k.A.	0,25	0,07	0,03

Tab. 2: Treibhausgasemissionen je Kubikmeter Holzprodukt unter Heranziehung von GWP(bio)-Index-Werten aus Abb.3. Angabe der Werte für verschiedene Nutzungsdauern von 30, 60 und 90 Jahren. Am Ende der Nutzung erfolgt eine thermische Verwertung. Nur für die gelb hinterlegten Felder ergeben sich negative Emissionen und damit ein klimaentlastender Effekt.

Quelle und weitere Erläuterungen siehe [Vallentin 2024], S. 29.

Dynamische Ermittlung der THG-Emissionen (GWP) in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer			GWP(bio)-Index			GWP (kg <sub>CO2-e</sub> /m³)		
Produkt	Rohdichte (kg/m³)	C-Gehalt (kgC/m³)	Nutzungsdauer			Nutzungsdauer		
			30	60	90	30	60	90
Konstruktionsholz	500	221	0,01	-0,26	-0,59	137	-82	-350
Brettspertholz	489	216	0,01	-0,26	-0,59	148	-51	-312
Spanplatten	633	266	0,11	-0,16	-0,49	325	62	-260
MDF-Platten	736	282	0,11	-0,16	-0,49	383	104	-273
OSB-Platten	607	264	0,11	-0,16	-0,49	320	59	-260
Holzfaserdämmplatten	140	109	0,01	-0,26	-0,59	292	183	51
Zellulosedämmung	45	20	0,01	-0,26	-0,59	12	-8	-32
Holzfaserdämmung	40	16	0,01	-0,26	-0,59	5	-11	-31
Strohdämmung	100	37	-0,23	-0,50	-0,84	-20	-56	-102

Eine wirklich neue Erkenntnis ist, dass schnell nachwachsende Rohstoffe (z. B. Stroh, Hanf, Schilf) sowie holzbasierte Recycling- bzw. Restprodukte (z. B. Zellulose- und Holzfaserdämmung) bereits unmittelbar nach deren Einbau z. B. als Dämmstoffe, als Netto- Negativemissionen wirksam sind (Abb. 4). Hier tritt nun bei den grauen Emissionen ein Effekt auf, der sich bei einer Betrachtung der grauen Energie nicht zeigt: Je größer das Dämmvolumen und dessen Rohdichte ist, desto größer wird der klimaaentlastende Effekt. Es sind dann praktische Gründe, wie Platzbedarf und Kosten, welche die Dämmstärke begrenzen.

### Senken-, material- und energieeffizienter Holzbau

Wenn wir eine konstruktive Antwort auf den Konflikt zwischen Biodiversität und Holznutzung suchen, kommen wir nicht umhin, die wertvolle Ressource Holz bewusster und damit effizienter einzusetzen.

Dies führt weg von einer reinen Mengenbetrachtung („Wie kann man im einzelnen Gebäude möglichst viel Holz verbauen, um eine maximale Kohlenstoffspeicherung zu erreichen?“) hin zu einer möglichst effektiven Umsetzung der hierfür notwendigen Energie- und Materialdienstleistungen („Wie können wir mit den limitierten Ressourcen möglichst viel erreichen?“).

Statt auf Tragkonstruktionen aus Holz liegt der künftige

Schwerpunkt auf holzsparenden Gebäudehüllen mit schnellwüchsigen Nawaro-Dämmungen, z. B. aus Stroh. Damit lässt sich eine Win-Win-Strategie verwirklichen:

- Erstens kann eine hochwertige Dämmung mit Passivhausqualität ( $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) die Wärmeverluste und damit die heizbedingten Emissionen stark reduzieren.
- Zweitens erfolgt dies mit einem minimalen Einsatz grauer Energie.
- Und drittens ergibt sich die Chance, Negativemissionen und damit  $\text{CO}_2$ -Senken zu erzeugen (Abb. 4 + 5).

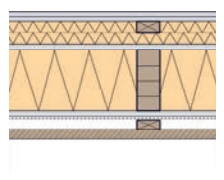
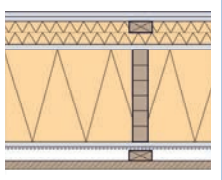
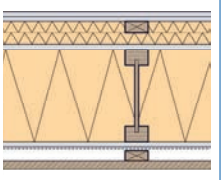
Diese 3-fach-Strategie ist auch deshalb relevant, weil dadurch das für den Klimaschutz überaus wichtige Thema der energetischen Modernisierungen mit Holz und Nawaros stärker in den Blick kommt. Denn hier ist ein mindestens so großes Anwendungsfeld vorhanden, wie im Neubau.

### Effizienz – Erneuerbare – $\text{CO}_2$ -Senken

Im deutschen Gebäudesektor werden ca. 80% der Treibhausgasemissionen durch die Energieversorgung (Strom/Wärme) und ca. 20% durch die Materialbereitstellung sowie Bauprozesse verursacht

Abb. 5: Drei Holzkonstruktionen und die im Lebenszyklus ausgelösten Treibhausgasemissionen je Quadratmeter Bauteil im Vergleich. Darstellung der Werte für 50 (blau), 80 (grün) und 100 (rot) Jahre. Bei der Variante Stroh + Holzstegträger ergibt sich bei langen Nutzungsdauern sogar inklusive der Emissionen der Wärmepumpe eine insgesamt klimapositive Holzhülle. Quelle: [Vallentin 2024], S. 34.

[BBSR 2020]. Primäre Aufgabe beim Klimaschutz ist daher, die energiebedingten Emissionen zu reduzieren: Die beiden Kernstrategien dafür sind die Steigerung der Energieeffizienz (statt GEG-Niveau Ausföhrung mit Passivhaus-Güte) und der Ausbau erneuerbarer Energiesysteme.

„Lebenszyklus von drei Außenwand-Konstruktionen“			
	„Holzrahmen 6/16 + Zellulose“	„Holzrahmen 4/24 + Zellulose“	„Holzstegträger + Stroh“
$U_m$ -Wert ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	0,23	0,15	0,16
Wärmeverlust ( $\text{kWh/m}^2\text{a}$ )	19,3	12,6	13,4
Biogene Masse ( $\text{kg/m}^2$ )	46	50	67
Kohlenstoffgehalt ( $\text{kg/m}^2$ )	20	22	29
Verbautes Holz ( $\text{kg/m}^2$ )	29	29	24
Biogene Dämmung ( $\text{kg/m}^2$ )	8	12	33
GWP (fossil) Konstruktion ( $\text{kg/m}^2$ )	+ 15,3	+ 15,5	+ 15,1
<b>Treibhausgasemissionen der Konstruktion (50/80/100 Jahre)</b>			
GWP (50 a) Konstruktion ( $\text{kg/m}^2$ )	+ 3,9 / - 12,0 / - 26,2	- 5,6 / - 21,2 / - 34,9	- 14,1 / - 37,5 / - 58,6
<b>Treibhausgasemissionen Wärmepumpe (50/80/100 Jahre)</b>			
GWP (80 a) Konstruktion ( $\text{kg/m}^2$ )	+ 45,4 / + 48,7 / + 49,5	+ 29,6 / + 31,8 / + 32,9	+ 31,5 / + 33,8 / + 34,4
<b>Gesamte Treibhausgasemissionen (50/80/100 Jahre)</b>			
GWP (100 a) Konstruktion ( $\text{kg/m}^2$ )	+ 49,3 / + 36,7 / + 23,3	+ 23,8 / + 10,8 / - 2,6	+ 17,4 / - 3,7 / - 24,2

Anzeige



**Schallschutz bei Holzdecken**

**K102**

**Der elastische Latexsplittbinder**

- ▶ Der hochelastische Splittbinder für höchste Wirksamkeit, der akustisch hält was er verspricht.
- ▶ Bewährt seit über 25 Jahren
- ▶ Höchster Schallschutz und Ausgleichsschüttung in einem
- ▶ Über 40 Konstruktionsbeispiele mit belastbaren Werten im Holzbauhandbuch, Schallschutz im Holzbau 2019 und weitere in dataholz.eu

Infos unter: [www.eu-koehnke.de](http://www.eu-koehnke.de)

INFOKASTEN 2

Bilanzierung biogener Emissionen mit dem GWP(bio)-Index

Bei den dynamischen oder halbstatistischen Methoden [Guest et al. 2012] werden die biogenen getrennt von den fossilen Emissionen bilanziert und erst am Ende wieder zusammengeführt:

**Schritt 1:** Zunächst ist der Kohlenstoffgehalt C des biogenen Materials bzw. Energieträgers zu ermitteln. Um diesen – wie bei den Treibhausgasemissionen üblich – als CO<sub>2</sub>-Äquivalente auszuweisen, wird der C-Gehalt (z. B. kg/m<sup>3</sup>) mit dem Faktor 44/12 multipliziert.

**Schritt 2:** Nun ist abhängig von der Rotationsperiode (z. B. Laubholz 100 Jahre, Nadelholz 60 Jahre, Stroh 1 Jahr) und der Nutzungsdauer des Bauteils der GWP(bio)-Index aus Abb. 3 zu entnehmen und mit der Kohlenstoffmasse zu multiplizieren. Ab einer Nutzungsdauer, die über der Hälfte der Rotationsperiode liegt, werden negative Werte ausgewiesen, die als CO<sub>2</sub>-Senke interpretiert werden dürfen (d. h., über den gesamten Prozess der Nawaro-Nutzung wird der Atmosphäre aktiv CO<sub>2</sub> entnommen). Bei einer direkten energetischen Verwendung ist die Nutzungsdauer auf ein Jahr verkürzt. Es ergeben sich durchgängig positive Werte für den GWP(bio)-Index.

**Schritt 3:** Zusätzlich werden die fossilen Emissionen über den Lebenszyklus für Herstellung, Instandhaltung und Erneuerung sowie Entsorgung (typischerweise: Module A1 – A3, B2, B4 und C2 gemäß EN 15804) bilanziert. Jedoch muss in Modul A1 das definitiv an dieser Stelle eingespeicherte CO<sub>2</sub>-e abgezogen werden. Im Gegenzug wird das ausgespeicherte CO<sub>2</sub>-e durch Verbrennung am Nutzungsende (Modul C3) nicht berücksichtigt, denn dieses ist im GWP(bio)-Index bereits enthalten.

**Schritt 4:** Am Ende werden die biogenen und fossilen THG-Emissionen addiert. Dies wird durch den gemeinsamen Bezug der Kalkulation für die fossilen und biogenen CO<sub>2</sub>-Äquivalente auf eine Zeitperiode von 100 Jahren möglich.

Beispielrechnungen:

1 m<sup>3</sup> Konstruktionsholz mit 60 Jahren Nutzungsdauer

Rohdichte: 500 kg/m<sup>3</sup>; C-Gehalt: 221 kg/m<sup>3</sup>; GWP(bio)-Index (RP = 60a / SD = 60a): - 0,47

Fossile Emissionen (A1-A3 + C2): 129 kg/m<sup>3</sup>  
 GWP(gesamt) = 129 + (221 \* 44/12 \* -0,26) ≈ 129 - 381 ≈ -82 kg/m<sup>3</sup>

1 m<sup>3</sup> Stroh mit 60 Jahren Nutzungsdauer

Rohdichte: 100 kg/m<sup>3</sup>; C-Gehalt: 36,5 kg/m<sup>3</sup>; GWP(bio)-Index (RP = 1a / SD = 60a): - 0,71

Fossile Emissionen (A1-A3 + C2): 11 kg/m<sup>3</sup>  
 GWP(gesamt) = 11 + (36,5 \* 44/12 \* -0,50) ≈ 11 - 95 ≈ -56 kg/m<sup>3</sup>

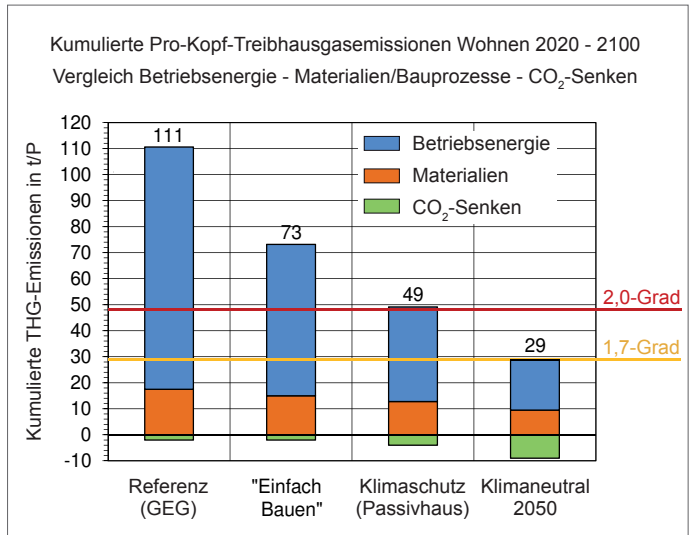


Abb. 6: Kumulierte Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen für Wohnnutzungen 2020–2100. Vergleich der Beiträge für Betriebsenergie, Materialien und CO<sub>2</sub>-Senken. Hinweis: Das Konzept „Einfach Bauen“ setzt nur auf eine erneuerbare Energieversorgung, nicht jedoch auf eine Verbesserung der Energieeffizienz. Quelle und weitere Erläuterungen: [Valentin 2024] S. 54.

Parallel dazu sind auch die materialbedingten Emissionen zu verringern. Dies erfolgt durch die Dekarbonisierung der Bauwirtschaft insgesamt.

Im Zeitraum 2005 – 2020 sind die Pro-Kopf-Emissionen der Gebäudenutzungen kaum gesunken. Der Gebäudebestand hat sich folglich von einem relativ einfach umsetzbaren zu einem besonders kritischen Sektor gewandelt. Wegen der langen Nutzungsdauern der baulichen und technischen Komponenten von 30 – 100 Jahren benötigen die Veränderungsprozesse lange Zeit. Sie ragen definitiv in die Periode hinein, in der auf nationaler Ebene Klimaneutralität erreicht sein soll. Daher wird nun ein Klimaausgleich notwendig. Dieser kann nur über Negativemissionen in Form von wirksamen CO<sub>2</sub>-Senken erreicht werden [Valentin 2023].

Wie Abbildung 4 zeigt, ist der Holzbau in Verbindung mit Mineralwolldämmungen zunächst nicht als CO<sub>2</sub>-Senke wirksam. Auch die Emissionsersparung durch Holz-Tragkonstruktionen anstelle Stahlbeton usw. ist begrenzt und nimmt mit der Zeit ab. Daher ist der Holzbau für sich alleine genommen nicht in der Lage, einen wirklich substan-

ziellen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Dies gelingt jedoch dann, wenn der Holzbau mit den „klassischen“ Klimaschutzstrategien, nämlich hoher Energieeffizienz und erneuerbaren Energien kombiniert wird. Interessanterweise kann bei konsequenter Umsetzung der Effizienzstrategie dann auch der Einsatz von Biomasse für die Wärme- und Stromerzeugung bis 2050 spürbar verringert werden (Abb. 7).

Die Schaffung umfangreicher CO<sub>2</sub>-Senken durch das Bauen mit Holz und Nawaros ist eine generationenübergreifende Aufgabe. Im Vergleich zu den heutigen gebäudebezogenen Emissionen von ca. 3,5 t/P.a sind die erzielbaren Pro-Kopf-Negativemissionen um einen Faktor 10–50 niedriger (Abb. 6). Daher sind zunächst die energiebezogenen Treibhausgasemissionen im gesamten Gebäudepark bis 2050 auf nahezu Null zu führen. Nur dann kann gerade noch rechtzeitig ein langfristiges Senkenregime (Stichwort: „Waldbaupumpe“) als Reparaturmechanismus für das Klima wirksam werden [Schellnhuber 2022]. ■

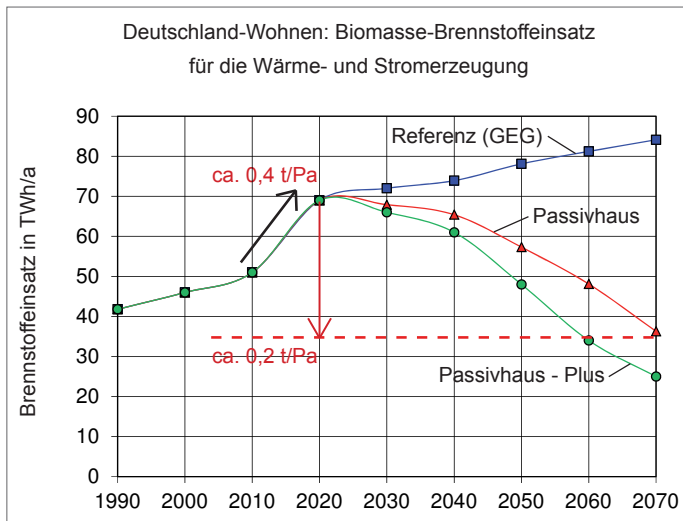


Abb. 7: Brennstoffeinsatz von Holz und sonstiger Biomasse für Wohngebäude zur Wärme- und Stromerzeugung. Die direkten Treibhausgasemissionen betragen derzeit ca. 0,4 t/Pa. Sie könnten

durch die konsequente Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen bis 2060 in etwa halbiert werden.

Quelle und weitere Erläuterungen: [Vallentin 2024], S.9.

#### Literaturverweise

[BBSR 2020] BBSR (Hrsg.): Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland; Online-Publikation Nr. 17/2020, www.bbsr.bund.de.

[Guest et al. 2012] Guest, Geoffrey, u. a.: Global Warming Potential of Carbon Dioxide Emissions from Biomass Stored in the Anthroposphere and used for Bioenergy at End of Life. Internetveröffentlichung unter DOI: 10.1111/j.1530-9290.2012.00507.x

[FNR 2018] Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Rohstoffmonitoring Holz: Erwartungen und Möglichkeiten; Internetveröffentlichung unter www.fnr.de

[Pittau et al. 2018] Pittau, Francesco; u. a.: Fast Growing Bio-Based Materials as an Opportunity for Storing Carbon in Exterior Walls; Internetveröffentlichung unter DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.12.006.

[Schellnhuber 2022] Schellnhuber, Hans-Joachim: Bauhaus der Erde. Nachhaltige Holznutzung im Bausektor; In: Klaus Wiegand (Hrsg.): „Drei Grad mehr“, München, 2022, S. 169 – 208.

[Vallentin 2023] Vallentin, Rainer: CO<sub>2</sub>-Global-Budget für Gebäude; Internetveröffentlichung unter www.vraie.de

[Vallentin 2024] Vallentin, Rainer: Wie kann der Holzbau zum Klimaschutz beitragen?; Internetveröffentlichung unter www.vraie.de

[WWF 2022] WWF Deutschland (Hrsg.): Alles aus Holz? – Rohstoff der Zukunft oder kommende Krise?; Internetveröffentlichung unter www.wwf.de

Hinweis: Zu diesem Artikel ist unter [www.vraie.de](http://www.vraie.de) eine gleichnamige Studie veröffentlicht worden. Dort finden sich eine ausführliche Herleitung und Begründung der Thesen sowie weiterführende Informationen, Erläuterungen sowie Quellenverweise.

**NEU**

**Die erste 3-in-1-Dachbahn**

**SOLITEX® QUANTHO**

Höchste Hagelwiderstandsklasse HW5

Naht- und perforationssichere Unterdeckung, nach ETA 23/0532 kein Nageldichtband erforderlich.

Regensicheres Unterdach

SOLITEX QUANTHO und vieles mehr am pro clima Stand 6/101, DACH+HOLZ, 3.-8. März 2024, Stuttgart

[proclima.de](http://proclima.de)

