



Passivhaus aus nachwachsenden Rohstoffen

Passivhäuser sind im Vergleich zum durchschnittlichen Gebäudebestand um den Faktor 10 effizienter. Der Heizwärmebedarf liegt unter dem Grenzwert von 15 kWh pro Quadratmeter und Jahr. Die Energieverluste werden drastisch minimiert. Dazu tragen eine optimierte Wärmedämmung, passive Nutzung solarer Energien, Luftvorwärmung in Erdkollektoren und Wärmetauscher bei.

Die Heizwärme wird nur durch ein automatisches Lüftungssystem, das auch den hygienischen Luftwechsel sicherstellt, bereitgestellt.

Die geringe zusätzliche Lufterwärmung wird mit einer Kleinstheizung aufgebracht. Das Passivhaus bedeutet dadurch Versorgungssicherheit und Komfort: Es ist deutlich weniger „aktiver“ Energie-Aufwand zum Heizen erforderlich.

Dieser Themenfolder geht der Frage nach: Werden die Einsparungen beim Heizen durch die zusätzlichen baulichen Aufwendungen relativiert?

ÖKOINFORM ist ein im Rahmen von "Haus der Zukunft" initiiertes Informationsknoten zur verstärkten Integration ökologischer Materialien und nachwachsender Rohstoffe. Das Ziel von ÖKOinform ist es, alle innovativen Baukonzepte im Rahmen von "Haus der Zukunft" ökologisch zu optimieren und den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen (NAWAROS) im Bauwesen zu forcieren. Die aus den Tätigkeiten des Informationsknotens gewonnenen Erfahrungen werden nun in Form von verschiedenen Themenfoldern einer breiten Anwendergruppe zur Verfügung gestellt.

Themenfolder

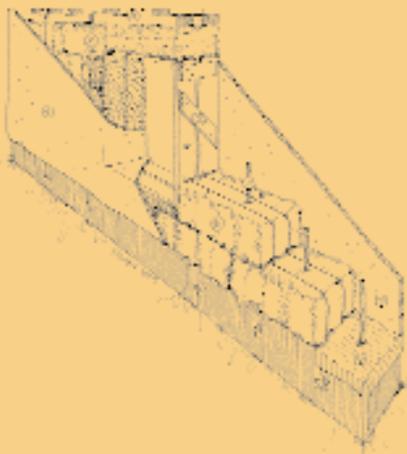
3



Der Passivhausstandard beschreibt eine besondere Qualität in punkto Energieeffizienz, aber keine bestimmte Bauweise. Bei Passivhäusern liegen der Ressourcenbedarf für die Herstellung und jener für den Betrieb über 100 Jahre in der gleichen Größenordnung. Der erhöhte Ressourcenbedarf für die Herstellung eines Passivhauses gegenüber einem herkömmlichen Gebäude liegt bei maximal 3%. Dieser Mehraufwand gegenüber einem herkömmlichen Haus kompensiert sich innerhalb von sehr kurzer Zeit durch die um den Faktor 10 niedrigeren Betriebsaufwendungen beim Passivhaus.

Werden Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet, erfolgt auch die Herstellung der Gebäudekomponenten zum Teil „passiv“: Ein Teil des Herstellungsaufwands wird der Natur überlassen. Ist dieser Vorteil im Vergleich zu üblichen Standardbauweisen von Bedeutung? Ist der Einsatz von „nachwachsenden Baustoffen“ Voraussetzung, damit Passivhauskonzepte besonders wirksam zum Umweltschutz beitragen?

Methode: Gebäudevergleich



Um diese Fragen zu beantworten, vergleichen wir ein 4-geschossiges Passivhaus, das in Standardbauweise errichtet wurde, mit zwei alternativen Bauweisen.

- Standardbauweise: Stahlbeton mit derzeit gängigen Baustoffen
- Mischbauweise: Betonskelett mit Außenwänden aus Leichtbauelementen. Die eingesetzten Baustoffe werden z.T. aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt.
- Leichtbauweise: Errichtung des Gebäudes aus annähernd 100% nachwachsenden Rohstoffen.

Der Vergleich soll zeigen, wie viel an Umweltentlastung zusätzlich möglich wäre, wenn das Gebäude weitgehend aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt würde. Für alle drei Varianten wurden bewährte Baukonstruktionen gewählt. Die Transmissions- und Lüftungsleitwerte sind für alle Varianten gleich. Die Grundlagen zur ökologischen Bewertung und Optimierung wurden im Ökolinform Themenfolder 2 „Ökologische Baustoffoptimierung“ dargestellt.

Annahmen für thermische Gebäudesimulation und Herstellung Gebäude

Wohnnutzfläche	4278 m ² , 5 Wohneinheiten
Beheizung	Mindest-Raumlufttemperatur 20°C durchgehend
Innere Wärmen	2.1 W/m ²
Nutzerverhalten	Ab 24°C wird im Winter abgelüftet
Verschattung	Außenliegende Verschattung, wird im Winter nicht verwendet
Keller	nicht beheizt
Klima	Durchschnitt Wien
Betrachtungszeitraum	100 Jahre
Instandhaltung Baustoffe	Tragsystem: 100 Jahre, innere und äußere Schalen: 50 Jahre Lebensdauer, Dämmungen werden nur in geringem Ausmaß ersetzt nach 50 Jahren
Instandhaltung Heizsystem	Teil 1 je nach System, Teil 2 nach [Frischknecht et al 1996]
Systemgrenzen	Herstellung Baustoffe bis Fabrikator inkl. Instandhaltung

Die Beheizung im Passivhaus erfolgt ausschließlich über die Zuluft. Die Heizenergie wird durch eine Gas-Brennwerttherme bereitgestellt, das Warmwasser durch Sonnenkollektoren (71% Deckungsgrad). Die Verrohrungen sind in der Bilanzierung berücksichtigt, sanitäre und andere Einrichtungsgegenstände werden vernachlässigt, da es hier keine Unterschiede zwischen den drei Bauweisen gibt.

Zum Vergleich wurde außerdem eine Variante mit Stückholz-Kessel (30 kW Leistung) statt der Gastherme berechnet. Um den Heizwärmebedarf für die drei verschiedenen Bauweisen (unterschiedliche wirksame Speichermassen) möglichst wirklichkeitsgetreu abzubilden, wurden alle Varianten mit einem dynamischen Gebäudesimulationsprogramm berechnet (TRNSYS 14.2). Der Simulation zugrundeliegende Daten und dabei getroffenen Annahmen sind in der Tabelle auf Seite 2 dargestellt.

Bauteilbeschreibung der drei Varianten des Passivhauses

Bauteil	Fläche [m ²]	U-Wert [W/m ² K]	Massiv konventionell <i>Massivbau in Beton</i>	Mischbauweise teil- weise nachwachsend <i>Betonskelett mit Leicht- bauelementen</i>	Leichtbauweise nachwachsend <i>Holz-Riegelkonstruktion mit Brettstapeldecken</i>
<i>Außenwand</i>	446,9	0,12	<i>Beton und WDVS EPS</i>	<i>Leichtbauelemente mit Zellulosedämmung</i>	<i>Holzriegelkonstruktion mit Flachsdämmung</i>
<i>Dach DG</i>	102,8	0,09	<i>Massiv-Warmdach, EPS, Faserzementplatten</i>	<i>Massiv-Warmdach, Kork, Faserzementplatten</i>	<i>Tramdecke mit Schafwolle und Faserzementeindeckung</i>
<i>Dach 2.OG</i>	31,2	0,09	<i>Massiv-Warmdach, EPS, Faserzementplatten</i>	<i>Massiv-Warmdach, Kork, Faserzementplatten</i>	<i>Tramdecke mit Schafwolle und Faserzementeindeckung</i>
<i>Kellerdecke</i>	134,0	0,17	<i>Stahlbetondecke mit EPS</i>	<i>Stahlbetondecke mit Zelluloseplatten</i>	<i>Brettstapeldecke mit Flachsdämmung</i>
<i>Fenster</i>	161,5	0,74	<i>Dreifach-WSG U=0.6 W/m²K, Polyurethanrahmen mit Alu außen, Holz innen (25%)</i>	<i>Dreifach-WSG U=0.6 W/m²K, Spezial-Holzrahmen in Dämmung eingebunden, Naturlasur (25%)</i>	<i>Dreifach-WSG U=0.6 W/m²K, Spezial-Holzrahmen in Dämmung eingebunden, Naturlasur (25%)</i>
<i>Außentüren</i>	8,0	0,74	<i>wie Fenster</i>	<i>wie Fenster</i>	<i>wie Fenster</i>
<i>Zwischendecken</i>	323,1	-	<i>Stahlbetondecke, MW-Trittschalldämmung, Fertigparkett</i>	<i>Stahlbetondecke, Schafwolle-Trittschalldämmung, Fertigparkett</i>	<i>Brettstapeldecke, Schafwolle-Trittschalldämmung, Riemenparkett</i>
<i>Wohnungstrennwand</i>	107,1	-	<i>Gipskartonwand mit Glaswollgedämmung, Aluprofile</i>	<i>Gipskartonwand mit Schafwollgedämmung, Holzriegel</i>	<i>Gipskartonwand mit Schafwollgedämmung, Holzriegel</i>
<i>Scheidewand</i>	98,8	-	<i>Gipskartonwand mit Glaswollgedämmung, Aluprofile</i>	<i>Gipskartonwand mit Schafwollgedämmung, Holzriegel</i>	<i>Gipskartonwand mit Schafwollgedämmung, Holzriegel</i>
<i>Treppen</i>	15,0	-	<i>Betontreppen</i>	<i>Holztreppen</i>	<i>Holztreppen</i>
<i>Türen</i>	20,0	-	<i>Holztüren</i>	<i>Holztüren</i>	<i>Holztüren</i>
<i>Stahlbetondecker [m]</i>	146,8	-	-	<i>Stahlbeton</i>	-
<i>Kelleraußenwand</i>	153,9	0,23	<i>Beton mit XPS CO₂-geschäumt</i>	<i>Beton mit Schaumglas</i>	<i>Blähtonwand mit Schaumglasdämmung</i>
<i>Fundamentplatte</i>	134,0	0,23	<i>Betonplatte mit EPS innenseitig</i>	<i>Betonplatte mit Perlite innenseitig</i>	<i>Betonplatte mit Perlite innenseitig</i>

Der simulierte Heizwärmebedarf für die drei Bauweisen ist in der folgenden Tabelle dargestellt. Das Ergebnis zeigt, dass alle Varianten das Passivhausniveau deutlich unterschreiten. Der geringere Heizwärmebedarf der Massivbauweise ist durch die größeren wirksamen Speichermassen bei grundsätzlich hohem solaren Beitrag erklärbar. In diesem Punkt ergeben sich Vorteile für die Massivbauweise.

Heizwärmebedarf des Passivhauses in Abhängigkeit von der Bauweise

<i>Massiv konventionell</i>	<i>6,8 kWh/m² Jahr</i>
<i>Mischbauweise, teilweise nachwachsend</i>	<i>9,7 kWh/m² Jahr</i>
<i>Leichtbauweise, nachwachsend</i>	<i>10,6 kWh/m² Jahr</i>

Errichtung und Instandhaltung

Für die Errichtung und Instandhaltung des gewählten Gebäudes wurden die Sachbilanzen erstellt und zwei Umweltwirkungen berechnet: der Primärenergiebedarf an nicht erneuerbaren Energiequellen (PEI) als Maß für den Ressourcenbedarf und das Treibhauspotential (GWP) als Maß für die Klimaschädigung (Erklärung und Definitionen siehe ÖkoInform Themenfolder 2, „Ökologische Baustoffoptimierung“).

Die beiden betrachteten ökologischen Kennwerte zeigen für die drei gewählten Bauweisen dieselbe Tendenz (siehe Abbildungen nächste Seite):

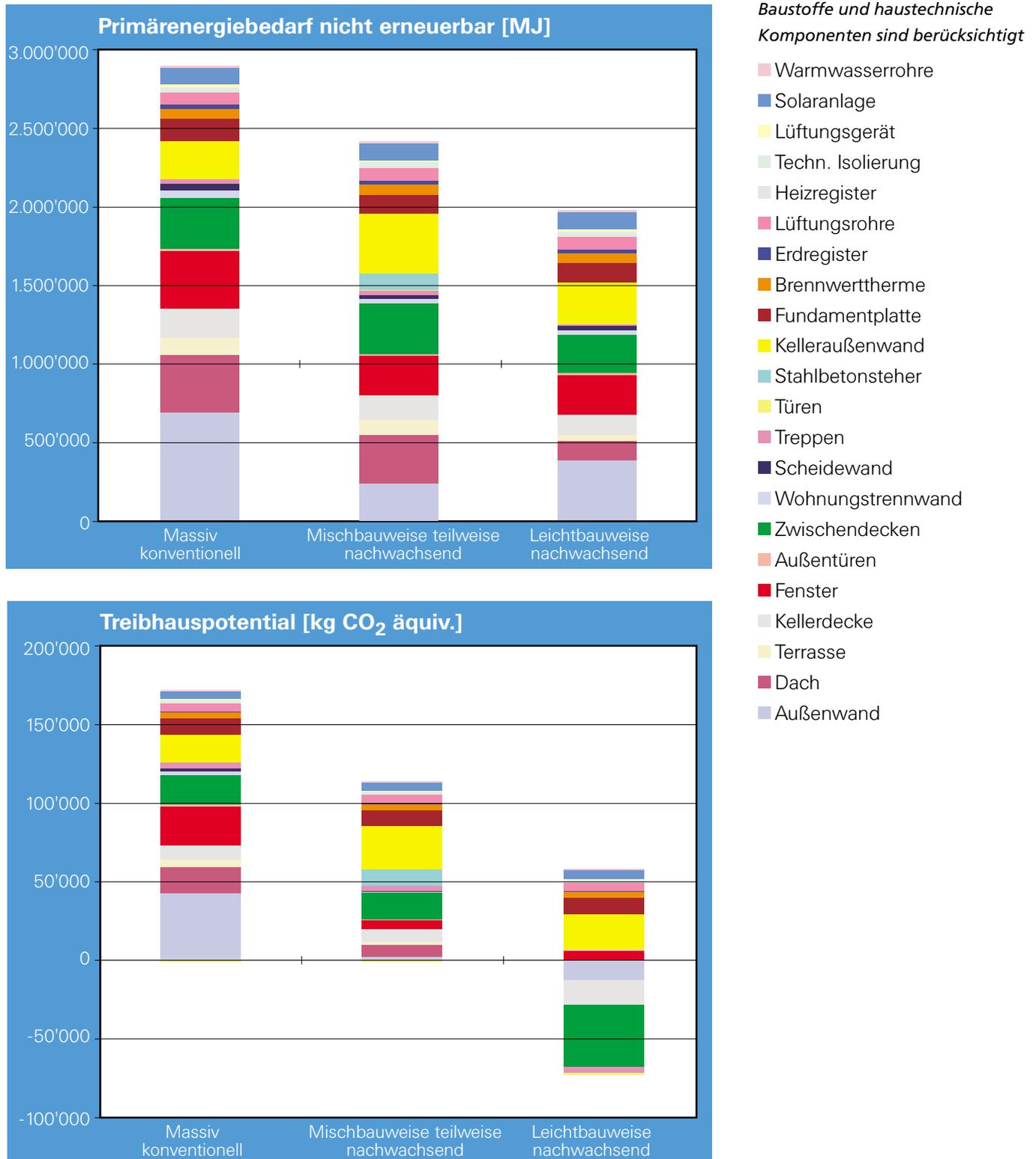
- Die Errichtung des Gebäudes in Standardbauweise ist mit deutlich höherem Ressourceneinsatz verbunden als die beiden anderen Konstruktionen. Das Ressourceneinsparpotential bei der Errichtung und Instandhaltung unter Verwendung der heute erprobten, lieferbaren und zugelassen „nachwachsenden Baustoffen“ liegt derzeit bei ca. 30%.
- Die „Hitliste“ bei den Einsparungsmöglichkeiten an Ressourcenbedarf stellt sich für das gewählte Beispiel wie folgt dar: Außenwände – Dach – Fenster – Zwischendecken – Innenwände – Treppen.
- Für die Herstellung des Heizsystems werden zwischen 10 und 15% des gesamten Ressourceneinsatzes aufgewendet, je nach Bauweise.



Das Passivhaus aus nachwachsenden Baustoffen ist insbesondere beim Klimaschutz von großem Vorteil:

- Das Treibhauspotential liegt bei Null. Die Treibhausgasemissionen, verursacht durch die Herstellungsprozesse, werden durch die Kohlenstoffbindung und -pufferung der „nachwachsenden Baustoffe“ kompensiert.

Ökologische Kennwerte zur Herstellung und Instandhaltung des gewählten Passivhauses



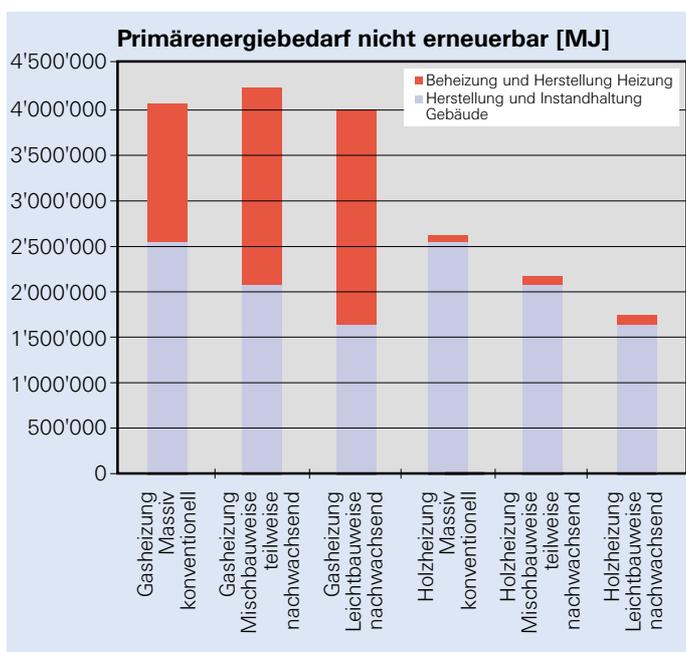
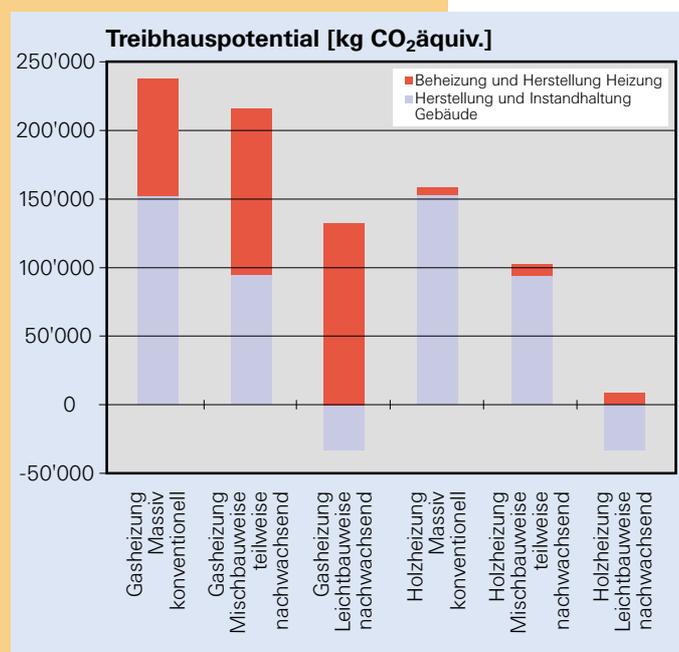
Ergebnisse über den Lebenszyklus

Die Ergebnisse der Berechnungen inklusive Betrieb sind in den folgenden Abbildungen dargestellt (als betriebliche Belastung wird nur die Beheizung betrachtet):

Beim Primärenergiebedarf für die Gebäudeerrichtung beträgt der Unterschied zwischen den einzelnen Bauweisen rund 30%. Noch deutlicher fällt der Unterschied beim Treibhauspotential aus. Zum Beispiel liegt das Treibhauspotential der „nachwachsenden Leichtbauweise“ mit Gasheizung nur halb so hoch wie dasjenige der Standardbauweise.

Der Heizwärmebedarf und die Überheizungsneigung sind in der Standardbauweise günstiger, da sie in Massivbauweise ausgeführt ist. Je nach ökologischem Kennwert und Heizsystem können sich diese gegenläufigen Aspekte unterschiedlicher Bauweisen kompensieren (z.B. Abbildung unten rechts: Primärenergieinhalt für Gasheizung, massiv konventionell und für Gasheizung, Leichtbauweise nachwachsend).

Errichtung, Instandhaltung und Betrieb des Passivhauses in drei Bauweisen und mit zwei Heizsystemen



Ganz deutlich wirkt sich die Auswahl der Heizungsart aus. Beim Einsatz einer Stückholzheizung werden die Gesamtbelastungen an Treibhauspotential und Primärenergiebedarf nicht erneuerbar fast ausschließlich durch die Errichtung des Gebäudes bestimmt. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass bei anderen Umweltbelastungen wie z.B. dem Versauerungspotential auch bei Stückholzheizung die Belastungen durch die Beheizung überwiegen würden.



Zusammenfassung

Die ökologische Bewertung von Gebäuden ist nach Jahren der Grundlagenforschung heute auf Basis einer guten Datengrundlage möglich. Wir stehen damit am Anfang einer umfassenden Erfassung der Umweltwirkungen von Bauen und Wohnen. Bei der Berücksichtigung von zwei wesentlichen ökologischen Kennwerten wird deutlich, dass durch den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen Aufwand und Umweltbelastungen deutlich gesenkt werden können.

Die absolute Spitze bei Ressourceneffizienz und Klimaschutz stellt das Passivhaus mit Konstruktionen größtenteils aus nachwachsenden Rohstoffen mit dem Einsatz von nachwachsenden Brennstoffen dar.

Die pauschale Gleichsetzung des Kriteriums „nachwachsend“ mit „ökologisch und empfehlenswert“ ist natürlich nicht möglich und muss je nach Baustoff und Anwendungsgebiet im Detail beantwortet werden.

Insgesamt sind die Umweltbelastungen beim Passivhaus aus nachwachsenden Rohstoffen am geringsten. Bei der Errichtung, Instandhaltung und Nutzung von Gebäuden sollte man daher der Natur einen Teil der Baustoff- und Brennstoffherstellung überlassen.

Leitlinien: Passivhaus aus nachwachsenden Rohstoffen

- *Das Passivhaus aus nachwachsenden Rohstoffen ist zumindest ein Null-CO₂-Emissionshaus. Es bindet bei der Herstellung mehr Treibhausgase als in der Nutzungsphase erzeugt werden.*
- *Das Passivhaus aus nachwachsenden Rohstoffen spart mindestens 30% der Ressourcen bei der Herstellung gegenüber einem Standard-Passivhaus ein. Und dies, obwohl der gleiche hohe Wohnkomfort erreicht wird.*
- *Die Beheizung erfolgt nur mit erneuerbaren Brennstoffen.*
- *Der Rohbau eines Passivhauses aus nachwachsenden Rohstoffen – ausgenommen der Keller – besteht fast ausschließlich aus bereits erprobten und am Markt erhältlichen „nachwachsenden Baustoffen.“*



Literatur

Frischknecht, R.; Bollens, U.; Bosshart, St.; Cior, M.; Ciseri, L.; Doka, G.; Hirschier, R.; Martin, A.; Dones, R.; Gantner, U.: Ökoinventare von Energiesystemen. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz. ETH Zürich Gruppe Energie - Stoffe - Umwelt (3. Aufl.) 1996

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Waltjen et al.: „Ökologischer Bauteilkatalog.“ Wien: Springer 1999

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Waltjen et al.: Heizsysteme im urbanen Raum, Forschungsauftrag im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie. Wien: voraussichtlicher Erscheinungstermin Oktober 2002

Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie, Mötzl H. et al.: „Ökologie der Dämmstoffe.“ Wien: Springer 2000

Kohler, N.; Klingele, M.: Baustoffdaten - Ökoinventare. Institut für Industrielle Bauproduktion der Universität Karlsruhe TU), Lehrstuhl Bauklimatik und Bauökologie (ifib) an der Hochschule für Architektur und Bauwesen (HAB) Weimar, Institut für Energietechnik (ESU) an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich, M.Holliger Energie Bern. Karlsruhe/Weimar/Zürich: ohne Verlag 1995

Thomas Zelger: Ökologische Konstruktionen in Passivhäusern, Neubau und Sanierungen. Tagungsband „Das ökologische Passivhaus.“ Symposium St. Pölten 2000. Hrsg.: Donau-Universität Krems, Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie GmbH

Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
A-1014 Wien, Rosengasse 2-6



ÖkoInform-Ansprechpartner:

Dr. Bernhard Lipp
Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie
A-1090 Wien, Alserbachstraße 5/8
email: ibo@ibo.at

DI Johannes Fechner
17&4 Organisationsberatung GmbH
A-1060 Wien, Mariahilferstraße 89/22
email: office@17und4.at

Robert Lechner
Österreichisches Ökologie Institut
A-1070 Wien, Seidengasse 13
email: lechner@ecology.at

Weitere Informationen zur ökologischen Optimierung von Bauten finden Sie im Haus der Zukunft Info-Service:
www.hausderzukunft.at/oekoinform
Gebäudebewertungssysteme, Baustoffbewertung und vieles mehr

Weitere ÖkoInform Themenfolder:
Der Weg zur ökologischen Optimierung von Neubauten, Ökologische Baustoffoptimierung, Wohnwünsche, Siedlungsformen und Kosten

Schirmmanagement "Haus der Zukunft":

ÖGUT - Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik
email: office@hausderzukunft.at

Programmverantwortung "Nachhaltig Wirtschaften":

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leitung: DI Michael Paula

www.hausderzukunft.at
www.nachhaltigwirtschaften.at