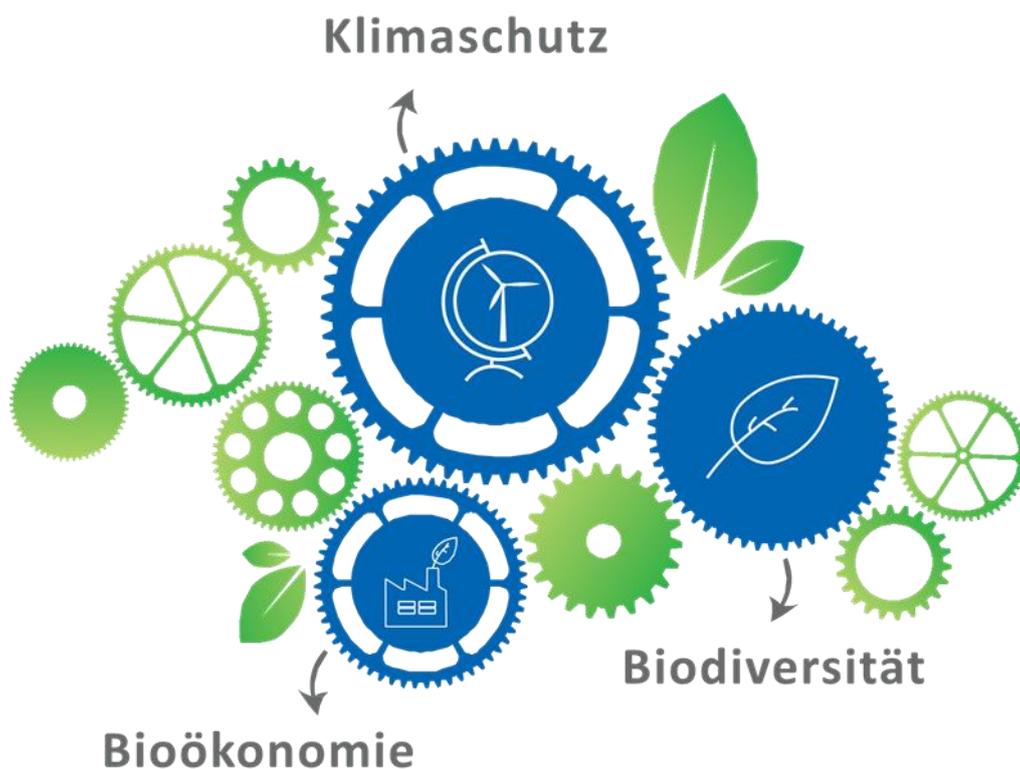


ZENAPA

LIFE15 IPC/DE/000005

Bauökologie natürlicher Dämmstoffe



Birkenfeld, Dezember 2021

Herausgeber:

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
Hochschule Trier
Umwelt-Campus Birkenfeld
Postfach 1380
55761 Birkenfeld
www.stoffstrom.org

Ansprechpartner:

Louis Kunz
Telefon: +049 (0) 6782 17 – 2638
E-Mail: l.kunz@umwelt-campus.de

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr. Peter Heck (Geschäftsführender Direktor IfaS)

Finanztechnische Projektleitung:

Markus Blim

Technische Projektleitung:

Thomas Anton

Layout:

Jacob Bußmann

Weitere Informationen Online:

www.zenapa.de

Förderung:

Das diesem Bericht zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln der Europäischen Kommission im Förderbereich Life Climate unter dem Förderkennzeichen LIFE15 IPC/DE/000005 gefördert.

Hinweis: Die weibliche Form ist in dieser Veröffentlichung der männlichen Form gleichgestellt. Lediglich aus Gründen der Vereinfachung wurde auf die durchgängige Nennung beider Formen verzichtet. Auf die Verwendung geschlechtsneutraler Formulierungen wurde zugunsten einer besseren Lesbarkeit verzichtet.

Fertigstellung:

Februar 2020



Inhalt

1	Einführung	4
2	Allgemeine Informationen	5
2.1	Material	5
2.2	Angebotsform	5
2.3	Anwendungsbereich	6
2.4	Graue Energie, CO ₂ e-Emissionen und Recycling	7
2.5	Die wichtigsten Zusätze in Dämmstoffen	9
3	Dämmstoffe	10
3.1	Hanf	11
3.2	Jute	11
3.3	Zellulose	12
3.4	Zellulose als Zellstoffverbundelemente (ZVE)	13
3.5	Schafwolle	14
3.6	Seegras	14
3.7	Schilfrohr	15
3.8	Blähton	16
3.9	Schaumglas	17
4	Fazit	17
5	Quellen	2

1 Einführung

Mittlerweile ist die Auswahl an ökologischen Dämmstoffen groß. Es gibt sie in fast allen Variationen, für nahezu jeden Anwendungsbereich. In vielen dieser Produkte sind jedoch Zusätze enthalten, um z.B. die Materialeigenschaften zu verändern oder den Dämmstoff vor Brand und Schädlingen zu schützen. Nicht jeder Hersteller greift bei der Wahl der Zusätze zur umweltfreundlichen Alternative. So sind die Dämmstoffe nicht nur materialspezifisch, sondern auch herstellerspezifisch zu unterscheiden. Zertifizierungen bieten dabei eine gewisse Transparenz. Vorreiter im Bereich Zertifizierung natürlicher Dämmstoffe ist der gemeinnützige Verein *natureplus*. Auf deren Homepage (www.natureplus.org) werden Informationen zu verschiedenen ökologischen Dämmstoffen zusammengefasst bereitgestellt. Bisher gibt es jedoch keine Zertifizierung, die einen rein ökologischen Dämmstoff voraussetzt. Die Hersteller müssen zwar meist einen Herkunftsnachweis führen, jedoch sind synthetische Stützfasern bis zu einer Grenze von 10-15 % des Produktgewichts erlaubt. Die im Folgenden aufgeführten Dämmstoffe bestehen zu 100 % aus nachwachsenden Rohstoffen. Produkte mit synthetischen Zusätzen sind nicht im Sinne des Projektes und werden hier nicht weiter betrachtet. Für eine bessere Übersicht werden im Folgenden die Dämmstoffe nach Material, Angebotsform und Anwendungsbereich kategorisiert.



Abbildung 1: Eine Auswahl verschiedener Naturdämmstoffe¹; Im Hintergrund v.l.n.r. Seegras, Zelluloseflocken und Schilfrohrplatten

¹ Naturdämmstoffe: Wider die falschen Mythen – Deutsche Umwelthilfe e.V.

2 Allgemeine Informationen

Das Angebot ökologischer Dämmstoffe am Markt wächst zunehmend. Allgemein versteht man unter ökologischen Dämmstoffen solche aus natürlichen Materialien. Dazu gehören Materialien von der Pflanzenfaser bis zur Schafwolle. Im Folgenden werden die Dämmstoffe kategorisiert nach Material, Angebotsform und Anwendungsbereich aufgeführt.

2.1 Material

Auflistung ökologischer Dämmstoffe nach Materialien:

- Flachs
 - Hanf
 - Jute
 - Schilf
 - Stroh
 - Wiesengras
- } • **Agro-/Agrarprodukte**

- Holzfaser
 - Holzspäne
 - Holzwohle
- } • **Holzprodukte**

- Schafwolle
- } • **Tierische Produkte**

- Kork
 - Zellulose
 - Seegras
 - Schaumglas
 - Blähton
- } • **Import, Sonstige**

2.2 Angebotsform

Wie konventionelle Dämmstoffe unterscheiden sich auch Naturdämmstoffe in ihrer Angebotsform. Es gibt Dämmstoffe in festen, sowie in losen Formen: als Platten, Rollen oder als Stopf- und Schüttdämmstoffe. Letztlich entscheiden die Art des Materials und der Anwendungsbereich darüber, welche Form die geeignete ist.

Auflistung der Angebotsformen gegliedert nach Fest und Lose:

- Matten
 - Platten
 - Rollen
 - Ballen
- **Fest**
-
- Schüttgut
 - Einblasdämmung
 - Stopfmaterial
- **Lose**

2.3 Anwendungsbereich

Die Auswahl des Dämmstoffs ist stark abhängig vom jeweiligen Anwendungsbereich. Dabei unterscheidet man grundsätzlich zwischen drei Arten der Dämmung – Außen-dämmung, Innendämmung und Kerndämmung. Welche Art in welchem Bereich dabei zum Einsatz kommt ist von mehreren Faktoren abhängig und muss individuell ent-schieden werden. Für Perimeterdämmungen zum Beispiel eignen sich die meisten Naturdämmstoffe nicht, da sie nicht ausreichend wasserbeständig sind. Ausnahme sind hier die beiden Schüttdämmungen Blähton und Schaumglas. Diese sind aufgrund ihrer Eigenschaften für Perimeterdämmungen grundsätzlich geeignet. Im Folgenden sind die verschiedenen Anwendungsbereiche aufgeführt:

- **Dachdämmung**
 - Aufsparrendämmung
 - Zwischensparrendämmung
 - Untersparrendämmung
- **Geschossdeckendämmung**
 - Zimmerdecke
 - Oberste Geschossdecke
 - Kellerdecke
- **Fassaden-/Wanddämmung**
 - Wärmedämmverbundsystem (WDVS)
 - Kerndämmung
 - Vorhangfassade
- **Perimeterdämmung**
 - Wärmedämmung erdberührter Bauteile

2.4 Graue Energie, CO₂e-Emissionen und Recycling

Die Graue Energie umfasst jene Energie, welche für die Herstellung, den Transport, aber auch die Lagerung und die Entsorgung bzw. das Recycling eines Produktes aufgewendet werden muss. Dabei werden nicht nur reiner Kohlenstoffdioxid (CO₂), sondern auch CO₂-Äquivalente² (CO₂e) ausgestoßen.

Der Energieaufwand und der Energieträger hängen dabei stark mit den Emissionen zusammen, welche bei der Produktion anfallen. Grundsätzlich verbrauchen Schütt- und Stopfdämmungen weniger Energie in der Herstellung als feste Dämmstoffe. Manche Dämmstoffe wie Kork, teilweise auch Seegras und Schilfrohr, müssen importiert werden und legen lange Strecken zurück. Das wirkt sich dementsprechend auf die Ökobilanz des Dämmstoffes aus. Ein wichtiger Nachhaltigkeitsfaktor pflanzlicher Naturdämmstoffe ist ihre CO₂-Bilanz. Während des Pflanzenwachstums entziehen sie CO₂ aus der Atmosphäre und tragen somit sowohl bei ihrer Herstellung als auch durch ihre Verwendung als Dämmmaterial zum Klimaschutz bei. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 2) veranschaulicht die geringen, teilweise sogar negativen Treibhausemissionen von Naturdämmstoffen bei der Herstellung im Vergleich zu den vielfach höheren Treibhausgasemissionen von konventionellen Dämmstoffen. Negative Werte bedeuten hier, dass mehr CO₂ gebunden als emittiert wird. Bei der thermischen Entsorgung wird bei konventionellen Materialien zusätzliches CO₂ emittiert, bei natürlichen nur das vorher gebundene wieder freigegeben.

Auf folgender Abbildung sind die CO₂-Äquivalente, die bei der Herstellung eines Kubikmeters Dämmstoffes emittiert werden, aufgezeigt. Dabei wurde die während des Wachstums von Biomasse aus der Atmosphäre aufgenommene und über die Lebensdauer des Materials gespeicherte Menge an Kohlendioxid berücksichtigt. Die angegebenen Werte beschreiben Durchschnittswerte der Dämmstoffe. Diese können je nach Anwendungsbereich von den angegebenen Werten abweichen.

² CO₂e sind eine Maßeinheit zur Vereinheitlichung der Klimawirkung der unterschiedlichen Treibhausgase. Dabei werden die Emissionen anderer Treibhausgase zur besseren Vergleichbarkeit entsprechend ihrem globalen Erwärmungspotential in CO₂e umgerechnet.

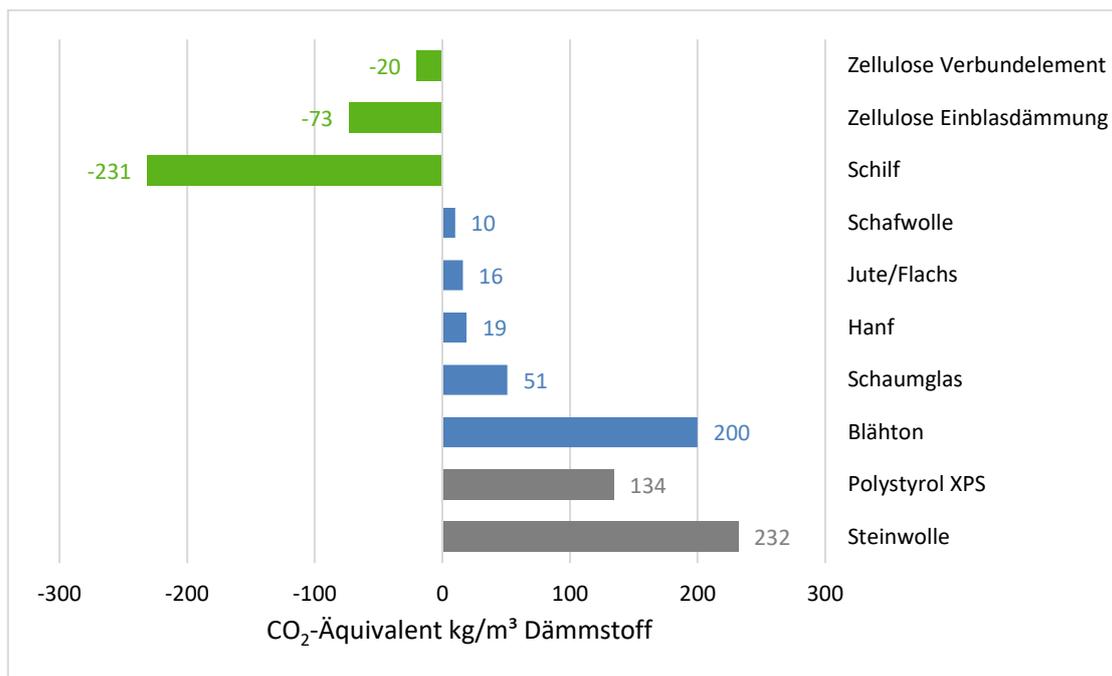


Abbildung 2: Treibhausgaspotential bei der Dämmstoffherstellung

Recycling spielt nicht nur in puncto Graue Energie eine große Rolle. Rund 60 % des Abfalls in der EU sind Bauabfälle.³ Deutschland muss in diesem Bereich ressourcenschonender und nachhaltiger werden. Um einen optimalen Recyclingprozess zu gewährleisten, müssen die Materialien nach Nutzungszeit möglichst leicht voneinander trennbar sein. Wie und in welchem Umfang ein Dämmstoff recycelt werden kann, hängt neben den verwendeten Zusatzstoffen vor allem von der Art der Montage ab. Schütungen, Einblasdämmungen sowie in Hohlräume eingelegte Dämmplatten, aber auch mechanisch befestigte Dämmplatten können leicht abgesaugt bzw. ausgebaut werden. Wird das Dämmmaterial mit dem Untergrund verklebt oder im Materialverbund z.B. mit Putzmörteln als Wärmedämmverbundsystem eingesetzt, erschwert dies den zerstörungsfreien und sortenreinen Rückbau erheblich und der Aufwand für ein Recycling steigt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Zusätze der Dämmstoffe sowie die Einbauart berücksichtigt werden muss, sofern eine hohe Recyclingquote beabsichtigt ist.

³ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/bauabfaelle> [04.12.2019]

2.5 Die wichtigsten Zusätze in Dämmstoffen

Einige der ökologischen Dämmstoffe brauchen Zusätze, um das Material zu binden, es feuerfest zu machen oder es vor Schädlingen zu schützen. Diese Zusätze sind zwar für die Gesundheit meist unbedenklich, können jedoch die Recyclingfähigkeit des Stoffes erschweren oder gar verhindern. So kann sich z.B. aufgrund der Verwendung chemischer Bindemittel die Ökobilanz eines Dämmstoffes erheblich verschlechtern. Im Folgenden sind die wichtigsten Zusätze aufgeführt.

- **Borsalz oder Soda** dient dem Brand- und Insektenschutz und verhindert Schimmelbildung. Beide finden teilweise in Wasch- und Bleichmitteln Verwendung. Zellulosedämmstoffe enthalten derzeit oft noch Borsalz/Borsäure als Flammenschutzmittel. Dabei sind Borate mit der Gefahrenkennzeichnung R 60, kann die Fortpflanzung beeinträchtigen, und R 61, kann das Kind im Mutterleib schädigen in der REACH-Liste (Regulation concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction Chemicals) der EU für besonders besorgniserregende Stoffe aufgeführt. In diesem Zuge wurde der Anteil von Boraten in Dämmstoffen in der EU von 10 % auf 5,5 % begrenzt. Trotzdem dürfen diese Borate in geringen Mengen weiterhin in Dämmstoffen verwendet werden. Soda ist ein natürliches Salz, welches auch bei der Herstellung von Lebensmitteln Verwendung findet. Dieses kann in Einzelfällen in direktem Kontakt mit Haut oder Augen reizend wirken, gilt aber allgemein als gesundheitlich unbedenklich. Im Brandfall können hier Kohlenmonoxid (CO) und Kohlendioxid (CO₂) entstehen.
- **Ammoniumsulfat** dient ebenfalls als Brand- und Insektenschutz. Auch hier wird die Resistenz gegen Schimmel verbessert. Ammoniumsulfat wird auch als Düngemittelzusatz in biologischen Kläranlagen und bei der Weinherstellung eingesetzt. Von dem Stoff geht im normalen Zustand keine Gefahr aus. Im Brandfall können hier jedoch gefährliche Gase wie Ammoniak, Stickstoffoxide und Schwefeloxide entstehen.
- **Polyesterfaser oder Kunstharze** werden eingesetzt, um Pflanzenfasern zu binden. Gerade bei festen Dämmstoffen wie Platten oder Matten dienen sie als Stützfaser. So wird sichergestellt, dass der Dämmstoff dauerhaft elastisch bleibt und ein Zusammensitzen der Dämmung verhindert wird. Stützfasern aus PE

finden vor allem in Matten, Platten oder Rollenwaren Verwendung. Das Material ist dann nur eingeschränkt recyclingfähig.

- **Mais-/Kartoffelstärke oder PLA (Polymilchsäuren)** sind Alternativen zu synthetischen Stützfasern. Plastik auf PLA-Basis wird aus Zuckerrohr und Milchsäurebakterien hergestellt. Mit Hilfe dieser Bio-Stützfasern ist es möglich, trotz rein ökologischer Materialien, Ökodämmstoffe in festen Formen anzubieten. Der Dämmstoff bleibt dadurch recyclingfähig. Allerdings steigt der Preis dabei um bis zu 20 % an.

Unter den Brand- und Insektenschutzmitteln sind Soda und Ammoniumsulfat am unbedenklichsten und ökologischsten. Beide werden in der Lebensmittelindustrie eingesetzt und sind im normalen Zustand nicht gesundheitsgefährdend. Im Brandfall können sowohl bei Soda, als auch bei Ammoniumsulfat giftige Gase wie Kohlenmonoxid oder Ammoniak entstehen. Die Recyclingfähigkeit ist durch keinen der beiden Stoffe beeinträchtigt.

Anders sieht das bei den Stützfasern aus. Werden hier Kunstfasern eingesetzt, leidet die Recyclingfähigkeit darunter. Da es Alternativen zur Kunstfaser bereits gibt, sollten diese auch genutzt werden. Jute-Dämmplatten werden bereits mit Stützfasern auf PLA-Basis angeboten.

3 Dämmstoffe

Im Folgenden ist eine Auswahl an verschiedenen Dämmstoffen aufgeführt. Diese Dämmstoffe sind aufgrund ihrer ökologischen Eigenschaften für Dämmmaßnahmen in ZENAPA-Projekten potentiell geeignet.

Die angegebene Wärmeleitfähigkeit bezieht sich auf den Durchschnittswert Dämmstoffes. Je nach Anwendungsgebiet und Hersteller können die Werte geringfügig abweichen. Der Primärenergiebedarf bei der Herstellung setzt sich aus dem Primärenergiebedarf, welcher in der Herstellungsphase A1 - A3 gemäß DIN EN 15804 anfällt, zusammen. Die drei Phasen umfassen die Rohstoffversorgung (A1), den Transport (A2) und die Herstellung (A3) des Dämmstoffes.

3.1 Hanf

Für die Herstellung von Dämmstoffen aus Hanf wird der Stängel der Hanfpflanze verarbeitet. Diese werden meist rein mechanisch bearbeitet, wodurch der Herstellungsprozess der meisten Hanfdämmungen mit einem geringen Energieaufwand verbunden ist. Durch den hohen Kieselsäure-Gehalt sind Hanffasern von Natur aus feuchtigkeitsbeständig und fäulnisresistent. Um einen akzeptablen Brandschutz zu erreichen, muss dem Dämmstoff Borsalz oder Soda hinzugegeben werden.

Hanfdämmungen gibt es als Stopf- und Schüttdämmungen, Streifen und als Lehm-Bauplatten. Anwendung finden diese als Zwischensparren- oder Untersparrendämmung. Ferner zur Wanddämmung im Trockenbau oder als Trittschalldämmung. Stopfhanf dient der Auskleidung von Rissen und kleineren Hohlräumen wie z.B. bei Fenstern. Als Lehmbauplatte weist Hanf jedoch sehr schlechte Dämmwerte auf.

- Wärmeleitfähigkeit 0,045⁴ W/(mK); (Lehm-Bauplatte 0,095 W/(mK))
- Borsalz oder Soda als Brandschutzmittel (Klasse B1); (Lehm-Bauplatte B2)
- Keine hochgiftige, nur begrenzte Rauchentwicklung; Kein Abtropfen im Brandfall
- Keine Probleme beim Recycling
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung⁵ ca. 350 kWh/m³
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung⁶ ca. 20 kg CO_{2e}/m³

3.2 Jute

Dämmstoffe aus Jute bestehen meist aus recycelten Jutefasern. Hierfür werden alte Kakao- und Kaffeesäcke so aufgearbeitet, dass sie zu Dämmmatten und Rollen verarbeitet werden können. Die Fasern werden mit Hilfe von Soda gereinigt, welches gleichzeitig dem Brandschutz dient. Um die Fasern anschließend zu Matten und Rollen zu verarbeiten, wird eine Stützfaser benötigt. Auch hier gibt es bereits ökologische Alternativen zur PE-Stützfaser. In Verbindung mit Fasern auf PLA-Basis (Polymilchsäure) ist es möglich, 100 % ökologische Dämmmatten aus Jute herzustellen. Dabei

⁴ <https://www.hanffaser.de/uckermark/index.php/produkte/produktpalette> [04.12.2019]

⁵ Ökobaudat: Hanfvlies [15.01.2020]

⁶ Ökobaudat: Hanfvlies [15.01.2020]

werden keine synthetischen Produkte eingesetzt. Dadurch ist eine problemlose Entsorgung und Wiederverwertung möglich. Schutzkleidung ist beim Verarbeiten der Dämmung nicht notwendig.

Die flexiblen Matten sind gut für die Dachdämmung geeignet, ob Aufsparren-, Untersparren- oder Zwischensparrendämmung. Auch Außen- und Innenwände in Holzbauweise sowie hinterlüftete Fassaden können problemlos gedämmt werden. Stopfwole aus Jute fungiert mehr als Dichtungsmaterial und weniger als Dämmstoff.

- Wärmeleitfähigkeit 0,042⁷ W/(mK)
- Soda als Brandschutzmittel (Klasse B2)
- Im Brandfall können Stickoxide (NOx) sowie Kohlenstoffoxide (COx) freigesetzt werden
- Keine Probleme beim Recycling
- Übliche Zusammensetzung (Matte): 85 - 90 % Jutefasern, 8 - 10 % Stützfasern, 2 - 5 % Soda
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung⁸ ca. 350 kWh/m³
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung⁹ ca. 15 kg CO₂e/m³

3.3 Zellulose

Dämmstoff aus Zellulose vereint viele gute Eigenschaften. Die Zelluloseflocken werden meist aus Altpapier hergestellt, welches von Tageszeitungen stammt. Der Dämmstoff ist dadurch im Vergleich einer der günstigsten. Das Altpapier wird mechanisch zerkleinert und aufgefasernt. Anschließend wird es mit Soda oder Ammoniumsulfat behandelt, um es vor Brand und Ungeziefer zu schützen. Der Dämmstoff ist weiterhin 100 % ökologisch und kann so recycelt werden. Für eine Wiederverwendung/Wiederverwertung werden die Zelluloseflocken ausgesaugt und aufgefangen. Anschließend können diese nochmal als Dämmstoff eingesetzt oder zur späteren Herstellung von Wellpappe genutzt werden. Durch die hohe Dichte und der damit verbundenen Masse der Zellulosedämmung, bietet die Dämmung nicht nur einen guten Kälteschutz, sondern auch einen guten Hitze- und Schallschutz. Im Vergleich zu anderen Dämmstoffen ist die Zellulosedämmung, je nach Einblasdichte, somit aber auch erheblich schwerer. Hier sollte die Statik beachtet werden.

⁷ <https://www.thermo-natur.de/daemmstoffe/thermo-jute/thermo-jute-100-plus> [05.12.2019]

⁸ Ökobaumat: Flachsvlies [15.01.2020]

⁹ Ökobaumat: Flachsvlies [15.01.2020]

- Wärmeleitfähigkeit 0,037 - 0,04¹⁰ W/(mK) (je nach Einblasdichte)
- Soda oder Ammoniumsulfat als Brandschutzmittel (Klasse B2)
- Keine hochgiftige, nur begrenzte Rauchentwicklung; kein Abtropfen im Brandfall
- Problemlose Wiederverwertung; problemloses Recyceln
- Hohe Dichte = Hohes Gewicht
- Einbau/Einblasen ist sehr aufwendig und sollte professionell erfolgen
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung¹¹ ca. 30 - 40 kWh/m³
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung¹² ca. -70 kg CO₂e/m³

3.4 Zellulose als Zellstoffverbundelemente (ZVE)

Zellulose gibt es nicht nur in Form von Einblasflocken. Bei den Zellstoffverbundelementen (ZVE) handelt es sich um formsteife Dämmplatten, die vor allem innerhalb ebener Flächen im Dach-, Wand- und Deckenbereich ihre Anwendung finden. Die Platten bestehen aus mehreren Lagen gewelltem und ebenen Zellstoff, welcher schichtweise verklebt wird. Als Klebstoff wird Mais- bzw. Kartoffelstärke verwendet, wodurch das Produkt ökologisch bleibt. Auch in puncto Recycling schneidet der Baustoff gut ab. Das eingesetzte Material kann komplett wiederverwertet werden, da bei der Produktion von Wellpappe alte Pappe mit frischen Holzfasern kombiniert werden. Als Brandschutzmittel dient hier ebenfalls Soda oder Ammoniumsulfat.

- Wärmeleitfähigkeit¹³ 0,04 W/(mK)
- Soda oder Ammoniumsulfat als Brandschutzmittel (Klasse B2)
- Keine hochgiftige, nur begrenzte Rauchentwicklung; kein Abtropfen im Brandfall
- Problemlose Wiederverwertung; problemloses Recyceln
- Schlechtere Hitzeschutzeigenschaften als Zellulose
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung¹⁴ ca. 850 kWh/m³
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung¹⁵ ca. -20 kg CO₂e/m³

¹⁰ https://www.thermofloc.com/palmCMSv3/_dateimanager/downloads/Leistungserklaerungen/Q-4-412a-Leistungserklaerung_Thermofloc_F_DE_2018-11-20.pdf [05.12.2019]

¹¹ Ökobaudat: Zellulosefaser Einblas-Dämmstoff [15.01.2020]

¹² Ökobaudat: Zellulosefaser Einblas-Dämmstoff [15.01.2020]

¹³ https://www.betz-daemmelemente.de/wp-content/uploads/2019/09/Technisches-Datenblatt_Fair-Well.pdf [13.01.2020]

¹⁴ Ökobaudat: Zellulosefaserplatten [15.01.2020]

¹⁵ Ökobaudat: Zellulosefaserplatten [15.01.2020]

3.5 Schafwolle

Schafwolle besitzt nicht nur im Bereich der Wärmedämmung sehr gute Eigenschaften. Auch als Hitze- und Schallschutz ist Schafwolle bestens geeignet. Zur Herstellung findet reine Schafschurwolle Verwendung. Nach dem Scheren wird die Wolle gewaschen, entfettet und mit einem „Mottenschutz“ versehen. Dafür werden verschiedene synthetische Insektizide oder auch Borate verwendet. Seit 2017 gibt es jedoch ein Verfahren der Fa. Isolena (AT) das ermöglicht, die Schafwolle biozidfrei vor Schädlingen zu schützen. Das von ISOLENAWOLLE entwickelte Verfahren heißt „**Ionic Protect®**“ und ist markenpatentrechtlich geschützt. Es handelt sich dabei um eine Plasmaionenbehandlung der Wollfasern mit dem Ziel diese vor allen negativen Einflüssen die am Bau vorkommen können zu schützen.¹⁶ Der Rohstoff Schafwolle unterliegt keiner natürlichen Alterung. Wird die Wolle keiner intensiven UV-Strahlung oder dauerhaften Feuchtigkeit ausgesetzt, kann von einer langen Haltbarkeit und einer Wiederverwertung ausgegangen werden. Bei einem konventionellen Mottenschutz muss allerdings beachtet werden, dass dieser nach Jahren die Wirkung verlieren kann.

Schafwolle gibt es als loses Stopfmaterial und als flexible Matten. Es kann zur Dämmung des Daches, der obersten Geschosdecke, der Wand/Fassade und des Bodens genutzt werden.

- Wärmeleitfähigkeit¹⁷ 0,034 - 0,042 W/(mK)
- Ohne zusätzliche Brandschutzmittel (Klasse B2)
- Gute Hitze- und Schallschutzeigenschaften
- Gute Recycling- und Wiederverwertungseigenschaften
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung¹⁸ ca. 100 kWh/m³
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung¹⁹ ca. 10 kg CO₂e/m³

3.6 Seegras

Abgestorbenes Seegras liegt vermehrt an den Stränden des Mittelmeeres und der Ostsee. Mit geringem Energieaufwand kann aus dem Material ein nachhaltiger Dämmstoff hergestellt werden. Das Seegras der Ostsee wird nach dem Einsammeln lediglich getrocknet und gesiebt. Durch seinen hohen Silikat- und natürlichen Salzgehalt kann das

¹⁶ <https://www.isolena.at/der-daemmstoff/ionic-protectr> [10.12.2019]

¹⁷ <https://www.isolena.at> [10.12.2019]

¹⁸ Baubook: Schafwollgedämmstoff: Isolena Schafwolle, Premium, 20 kg/m³ [13.01.2020]

¹⁹ Baubook: Schafwollgedämmstoff: Isolena Schafwolle, Premium, 20 kg/m³ [13.01.2020]

Material ohne chemische Zusätze der Brandschutzklasse B2 zugeordnet werden. Zudem wirkt Seegras feuchteregulierend und ist beständig gegen Schimmelpilz und Ungeziefer. Seegras gibt es jedoch nur in begrenzten Mengen, da es eine Saisonware ist. Zudem ist die Angebotsform auf Stopfmaterial beschränkt.

- Wärmeleitfähigkeit²⁰ 0,043 - 0,045 W/(mK)
- Hoher Salzgehalt bietet gute Brandschutzeigenschaften (Klasse B2)
- Keine Zusätze
- Problemlose Wiederverwertung; problemloses Recycling
- Nur als loses Stopfmaterial
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung²¹ ca. 37 - 50 kWh/m³
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung²² ca. 15 kg/CO₂e/m³

3.7 Schilfrohr

Schilf bzw. Schilfrohr wird schon seit Jahrtausenden als Baustoff eingesetzt. Heutzutage werden unter anderem Dämmstoffe daraus hergestellt. Dazu werden die einzelnen Schilfrohre nach der Ernte eng gepresst und mit verzinktem Draht maschinell gebunden. Bei der Herstellung werden keine weiteren Zusatzstoffe eingesetzt. Das Produkt kann daher sortenrein wieder- oder weiterverwendet und natürlich auch recycelt werden. Einzig die Drahtbindung erschwert die Entsorgung. Die Schilfrohrmatten oder Platten können als dämmende Putzträger eingesetzt werden. Dabei werden die Platten oder Matten mechanisch mit Dübeln an der Wand befestigt. Auch das Einpassen in Rahmenkonstruktionen ist möglich. Anschließend werden die Platten mit entsprechend geeigneten Putzen versehen, vor allem Lehmputzen, die die physikalischen Eigenschaften des Schilfs optimal ergänzen.²³ Dadurch nimmt jedoch die Recyclingfähigkeit ab, da die Abfallentsorger das Material als Verbundbaustoff betrachten und entsprechend behandeln.

Dickere Schilfrohrmatten sind bruchstabil aber in Parallelrichtung der Halme formbar und somit auch für runde Bauteile geeignet. Schilf kann als Aufdachdämmung, Kern- und Innendämmung und als Wärmedämmverbundsystem (WDVS) für die Fassade genutzt werden. Als Perimeterdämmung ist Schilfrohr ungeeignet.

²⁰ <https://www.seegrashandel.de/technische-daten> [10.12.2019]

²¹ http://www.saena.de/download/Broschueren/BB_Gebaeuedaemmung.pdf [04.02.2020]

²² <https://www.ubakus.de/u-wert-rechner/> – Seegras (Ostsee), Quelle: Seegrashandel.de

²³ Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – FNR 2019

Schilf besitzt unter den natürlichen Dämmstoffen mit Abstand die höchste CO₂-Speicherkapazität.

- Wärmeleitfähigkeit²⁴ 0,055 W/(mK)
- Gute Brandschutzeigenschaften durch hohen Siliziumanteil (Klasse B2)
- Keine Zusätze benötigt
- Gute Recyclingeigenschaften
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung²⁵ ca. 30 - 50 kWh/m³
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung²⁶ ca. -230 kg CO₂e/m³

3.8 Blähton

Für die Herstellung von Blähton wird kalkarmer Ton mit fein verteilten organischen Bestandteilen verwendet. Der Ton wird hierzu zerkleinert und homogenisiert. Anschließend werden die kleinen Tonkugeln in einem Drehofen bei rund 1200° Celsius erhitzt. Dabei verbrennen die organischen Bestandteile, der Ton expandiert und es entsteht eine feine Porenstruktur im inneren der Blähtonkugel.

Blähton ist ein Dämmstoff, der aufgrund seiner Eigenschaften im Bereich Brand- und Insektenschutz keiner weiteren Zusätze bedarf. Blähtone sind in der höchsten Brandschutzklasse A1 als nicht brennbar eingestuft. Das Material ist frostbeständig, druckfest und resistent gegenüber Säuren und Laugen. Zudem ist es für Insekten völlig uninteressant. Eine Blähtondämmung kann lediglich als Schüttdämmung eingesetzt werden. Sie eignet sich als Dämmung für die oberste Geschosdecke und als Perimeterdämmung. Auch Hohlräume von Wänden, Dächern und Fußböden können so gefüllt werden. Loses Schüttgut kann aufgenommen bzw. abgesaugt, abgesackt und als Dämmstoff wiederverwendet werden. Der Rückbauaufwand wird als gering eingestuft.²⁷

- Wärmeleitfähigkeit²⁸ 0,10 - 0,16 W/(mK)
- Brandschutzklasse A1 – nicht brennbar
- Keine Zusätze
- Nur als Schüttdämmung einsetzbar

²⁴ Ökologisch Bauen: Schilfrohr [13.01.2020]

²⁵ https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/fdz_pdf/endbericht_1259_waermedaemmverbundsystem.pdf [13.01.2020]

²⁶ https://www.e-genius.at/fileadmin/user_upload/daemmstoffepfltier/daemmstoffepfltier.pdf [13.01.2020]

²⁷ <https://www.oekologisch-bauen.info/baustoffe/naturdaemmstoffe/blahton.html> [13.01.2020]

²⁸ Ökologisch Bauen: Blähton [13.01.2020]

- Gute Recycling-Eigenschaften
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung²⁹ ca. 500 - 1000 kWh/m³
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung³⁰ ca. 100 - 300 kg CO_{2e}/m³

3.9 Schaumglas

Schaumglas, auch Foamglas genannt, ist ein Dämmstoff, der aus aufgeschäumtem Glas besteht. Dieser wird mittlerweile von verschiedenen Firmen aus bis zu 100 % Altglas hergestellt. Durch den hohen Anteil von Recyclingglas entfällt ein großer Teil des Energieaufwands, welcher für die Glasherstellung üblicherweise benötigt wird.

Zum Herstellen von Schaumglas wird Altglas zermahlen und von Fremdkörpern getrennt. Im nächsten Schritt wird dem reinen Glasmehl Kohlenstoff zugemischt bevor das Glasmehlgemisch einen Ofen durchläuft. Durch die hohen Temperaturen beginnt der Kohlenstoff zu oxidieren. Es bilden sich Gasblasen und das Glas schäumt auf. Das fertige Schaumglas ist wasserabweisend, dampfdiffusionsdicht, verrottungsresistent, formstabil, säureresistent, nicht brennbar, leicht und gleichzeitig sehr druckfest. Daher bietet es sich besonders als Perimeterdämmung an. Schaumglasplatten werden meist verklebt, wodurch sich eine Wiederverwertung oder ein Recycling als schwierig gestaltet. Schaumglasschotter und Materialreste hingegen sind sehr gut recyclingfähig.

- Wärmeleitfähigkeit³¹ 0,04 - 0,06 W/(mK)
- Brandschutzklasse A1 – nicht brennbar
- Gute Eigenschaften für Perimeterdämmung
- Als Platten und als Schotter verfügbar
- Primärenergiebedarf bei der Herstellung³² ca. 300 kWh
- Treibhausgaspotential bei der Herstellung³³ ca. 50 kg CO_{2e}/m³

4 Fazit

Auf dem Markt wird eine Vielzahl ökologischer Dämmstoffe angeboten, welche sich anhand ihrer Eigenschaften nur schwer miteinander vergleichen lassen. Während eine geringe Wärmeleitfähigkeit die wohl wichtigste Eigenschaft eines Dämmstoffs darstellt,

²⁹ Ökobaudat: Blähton Körnung [15.01.2020]

³⁰ Ökobaudat: Blähton Körnung [15.01.2020]

³¹ <http://www.waermedaemmstoffe.com/html/schaumglas.htm> [08.01.2020]

³² Baubook: Schaumglasgranulate GEOCELL Schaumglasschotter (trocken) [13.01.2020]

³³ Baubook: Schaumglasgranulate GEOCELL Schaumglasschotter (trocken) [13.01.2020]

können je nach Anwendungsbereich aber auch Kriterien wie Brand- und Feuchtigkeitsverhalten, Druckfestigkeit und Rohdichte oder verschiedene Umweltaspekte ausschlaggebend für die Auswahl des geeigneten Dämmstoffs sein. Jede Dämmmaßnahme muss individuell betrachtet werden und so gilt es auch den Dämmstoff auszuwählen. Zudem sollen lange Transportwege vermieden und so möglichst regionale bzw. nationale Dämmstoffhersteller unterstützt werden.

Für einen Preisvergleich zwischen verschiedenen Dämmstoffen muss zunächst die Berechnungsgrundlage geklärt werden. In Tabelle 1 werden die Preise für die Dämmstoffe in Euro pro m² angegeben. Dabei lassen sich die Preise am besten miteinander vergleichen, wenn sie den gleichen Wärmestandard, in diesem Fall $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, erfüllen. Preisspannen bestehen dabei sowohl bei konventionellen als auch bei nachwachsenden Dämmstoffen. Die meisten Naturdämmstoffe sind teurer als die konventionellen, aber am Beispiel von Einblasdämmstoffen wie Zellulose zeigt sich, dass Naturdämmstoffe für bestimmte Anwendungen preislich durchaus mit konventionellen Dämmstoffen konkurrenzfähig sind.

In Folgender Abbildung werden die Preise in Euro pro Quadratmeter für die im vorherigen Abschnitt betrachteten ökologischen sowie zwei konventionelle Dämmstoffe aufgeführt.

Tabelle 4-1: Endverbraucherpreise für Naturdämmstoffe und konventionelle Dämmstoffe³⁴

Dämmstoff	Preis (ca.) Rohstoff pro m ² in Euro bei U=0,2 W/(m ² K)
Hanf	20 - 30
Jute	15 - 25
Zellulose Einblasdämmung**	5 - 15
Zellulose Verbundelemente*	38
Schafwolle	15 - 25
Seegras	16 - 25
Schilfrohr	40 - 90
Blähton*	18 - 45
Schaumglas*	60 - 80
Mineralwolle	12 - 15
Polystyrol XPS	19 - 29
* Der Preis ist CO2online entnommen und stammt nicht von DUH	
** Die Preise verstehen sich inklusive Einbau	

Abschließend werden in Tabelle 2 noch einmal die ökologischen Dämmstoffe inkl. ihrer wichtigsten Eigenschaften aufgeführt. Die Dämmstoffe sind, ganz im Sinne von ZEN-APA, anhand ihres Treibhausgaspotentials bewertet und in 3 Klassen unterteilt. Dämmstoffe mit einer positiven CO₂e Bilanz sind in grün dargestellt, Dämmstoffe mit einem Treibhausgaspotential von 0 – 50 kg CO₂e/m³ in Gelb und Dämmstoffe mit einem Treibhausgaspotential von 50 – 300 kg CO₂e/m³ in Rot. Dabei ist zu beachten, dass anderen Eigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit, Preis pro m² oder verwendete Zusätze für Brand- und Insektenschutz keinen Einfluss auf das Ranking haben.

Gerade im Perimeterbereich ist die Auswahl an ökologischen Dämmstoffen sehr beschränkt. Unter den aufgeführten Dämmstoffen sind nur zwei für den Perimeterbereich geeignet. Diese beiden Dämmstoffe schneiden in dem Ranking jedoch am schlechtesten ab. Blähton und Schaumglas sind in der Herstellung mit am energieintensivsten. Da es hier keine Wachstumsphase mit verbundener CO₂-Speicherung ähnlich wie bei den pflanzlichen Dämmstoffen gibt, fällt die CO₂ Bilanz dementsprechend schlecht aus. Trotzdem punkten die Dämmstoffe in anderen Bereichen. In Sachen Recycling

³⁴ http://www.duh.de/uploads/media/Mythen_Naturdaemmstoffe_110216_01.pdf [13.01.2020]

sind die beiden Schüttdämmungen durch ihre gute Rückbaubarkeit Vorreiter. Zudem enthalten beide Dämmstoffe keine Zusätze.

Dämmstoffe verschiedener Anwendungsgebiete können nur schwer bewertet und miteinander vergleichbar gemacht werden. Tabelle 2 dient daher mehr als Anhaltspunkt, um einen Überblick zu den wichtigsten Fakten zu liefern.

In Tabelle 3, welche als Anhang beiliegt, sind konkrete Produkte zu den im Dokument erwähnten Dämmstoffen aufgeführt. Bei vergleichbaren Produkten anderer Firmen können Zusätze und Eigenschaften abweichen.

Tabelle 4-2: Ranking Naturdämmstoffe nach Treibhausgaspotential

Ranking nach Treibhausgaspotential (GWP)						
Dämmstoff	Preis [€/m ²]	WLG [W/(m ² K)]	Zusätze	Angebotsform	Primärenergiebedarf [kWh/m ³]	Treibhausgaspotential [kg CO ₂ e/m ³]
Schilfrohr	40 - 90	0,055	-	Matten	30 - 50	-230
Zellulose	5 - 15	0,037 - 0,04	Soda/Ammoniumsulfat	Einblasdäm.	30 - 40	-70
Zellulose ZVE	38	0,04	Soda/Ammoniumsulfat	Platten	850	-20
Schafwolle	15 - 25	0,034 - 0,042	-	Stopfd./Matten	100	10
Seegras	16 - 25	0,043 - 0,045	-	Stopfd.	37 - 50	15
Jute	15 - 25	0,042	Soda	Matten	350	15
Hanf	20 - 30	0,045	Borsalz/Soda	Stopfd.	350	20
Schaumglas	60 - 80	0,04 - 0,06	-	Schüttgut	300	50
Blähton	18 - 45	0,1 - 0,16	-	Schüttgut	500 - 1000	100 - 300



5 Quellen

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Marktübersicht (10. Auflage 2019) Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.

Deutsche Umwelthilfe – Wider die falschen Mythen

http://www.duh.de/uploads/media/Mythen_Naturdaemmstoffe_110216_01.pdf

[13.01.2020]

Die NACHWACHSENDE Produktwelt für Verbraucher – Bauen und Sanieren:

Dämmstoffe <https://www.die-nachwachsende-produktwelt.de/fuer-verbraucher/produktwelt/bauen-sanieren/daemmstoffe/> [10.12.2019]

Ökologisch bauen

<https://www.oekologisch-bauen.info/baustoffe/naturdaemmstoffe.html> [02.12.2019]

Tabelle 5-1: Produkte zu den aufgeführten Dämmstoffen aus „ZENAPA – Bauökologie natürlicher Dämmstoffe“

Dämmstoff	Firma	Produktname	Homepage	Link zum Produkt
Hanf	Hanffaser Uckermark	HDWST Stopphanf, HDWSF Schütthanf, Hanf-Lehmbauplatten	www.hanffaser.de	https://www.hanffaser.de/uckermark/index.php/produkte/produktpalette
Jute	Thermo Natur	Thermo Jute 100 Plus	www.thermo-natur.de	https://www.thermo-natur.de/daemmstoffe/thermo-jute/thermo-jute-100-plus/
Zellulose Einblasdämmung	Thermofloc	THERMOFLOC F - boratfrei	www.thermofloc.de	https://www.thermofloc.de/zellulosedaeimmung
Zellulose Verbundelemente	FairWell	FairWell ZVE 040 Dämmelement	www.betz-daemmelemente.de	https://www.betz-daemmelemente.de/produkt/fairwell-zve-daemmelement/
Schafwolle	Isolena (AT)	Isolena Premium/Optimal/Block - je nach Anforderung	www.isolena.at	https://www.isolena.at/verwendung/produktuebersicht
	Doschawolle (DE)	Doschawolle	www.doschawolle.de	https://doschawolle.de/
Seegras	Seegrashandel	Seegras Dämmmaterial	www.seegrashandel.de	https://www.seegrashandel.de/preise/
Schilfrohr	CLAYTEC	Schilfrohr-Leichtbauplatte	www.claytec.de	https://www.claytec.de/de/produkte/innendaemmung/schilfrohrleichtbauplatte_pid297
Blähton	CLAYTEC	Blähton-Leichtlehm	www.claytec.de	https://www.claytec.de/de/produkte/innendaemmung/blahton-leichtlehm_pid353
Schaumglas	GLAPOR	Schaumglasschotter	www.glapor.de	https://www.glapor.de/produkte/schaumglasschotter/