

# Wie ökologisch sinnvoll sind natürlich organische Dämmstoffe?

## Verglichen werden zwei herkömmliche, häufig verwendete Dämmstoffe mit zwei natürlich organischen Dämmstoffen.

### Einleitung

Lange Zeit bestanden Dämmstoffe aus mineralischen oder synthetischen Materialien. Auch heute wird hauptsächlich noch mit diesen gedämmt. Doch natürlich organische Dämmstoffe werden, durch das wachsende ökologische Bewusstsein, bezüglich des Klimawandels, wieder beliebter. Es stellt sich jedoch die Frage, ob diese natürlich organischen Dämmmaterialien wirklich eine so viel bessere Ökobilanz, als herkömmliche Dämmmaterialien haben.

### Was bedeutet Ökobilanz/ökologische Nachhaltigkeit?

Bei der Ökobilanz handelt es sich um eine Methode zur Erfassung und Bewertung von umweltrelevanten Prozessen. Die ökologische Nachhaltigkeit beschreibt den langfristigen und rücksichtsvollen Umgang mit endlichen natürlichen Ressourcen, um einen Gleichgewichtszustand und ein Überleben von Ökosystemen zu gewährleisten. Werden Ökosysteme zerstört, folgen nicht nur schwere Konsequenzen für das entsprechende Ökosystem, sondern auch für den Menschen.

### Warum benötigen Gebäude Wärmedämmungen und welche Funktionen haben diese?

Wärme wird durch drei Mechanismen übertragen. Einmal durch die Wärmeleitung, die Konvektion und die Wärmestrahlung. Bei der Wärmeleitung wird die Wärme durch die Bewegung von Molekülen weitergegeben. Um dies zu verlangsamen oder zu verhindern, helfen Stoffe mit einer geringeren Dichte, da diese eine schlechtere Leitfähigkeit als Stoffe

mit einer hohen Dichte besitzen. Ein Maß für die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes ist der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient). Wärmedämmungen helfen auch gegen die Wärme-Konvektion. Hier wird die Wärme in Form von Gasen oder Flüssigkeiten übertragen, was durch die Unterbrechung der Wärmeströmung verhindert werden kann. Die Wärmestrahlung beschreibt den Effekt, wenn Wärme durch elektromagnetische Wellen weitergegeben wird. Mit einer Wärmedämmung hinsichtlich der Verhinderung der Erwärmung eines Gebäudes, kann dies vor allem durch die Reflexion auftretender Wärmestrahlung erreicht werden.

Die Wärmedämmung, welche auch begrifflich als Isolierung bekannt ist, bezeichnet die Reduktion des Durchganges von Wärmeenergie durch eine Hülle, um zum Beispiel ein Gebäude vor einem Wärmeverlust oder -gewinn zu schützen. So stellt diese sicher, dass die Temperatur im Inneren eines Gebäudes stabil gehalten und der Wärmefluss durch Wände, Dächer und Boden verlangsamt wird. Die Energieeffizienz eines Gebäudes kann so gesteigert werden, wodurch sich der Energieverbrauch im Gebäude senkt. Dies spart nicht nur Heizkosten, sondern auch den Einsatz von z.B. fossiler Energie.

### Die Entwicklung der Dämmung

Schon in der Bronzezeit vor 3400 Jahren bauten die Menschen ihre Hütten so, dass sie sich vor der Kälte schützen konnten. Dies taten sie, indem sie zweischalige Flechtwerkwände mit dazwischen gestopftem Heu und Dächer mit einer 20-30 cm dicken Strohschicht bauten. Der U-Wert (Angabe des Wärmedurchganges durch einen festen Körper) der Wandkonstruktion lag bei 0,5 W/(m<sup>2</sup>K) und bei dem Dach bei 0,2

W/(m<sup>2</sup>K). Solch gute Isolationswerte erreichte die Menschheit erst wieder um 1990. Durch die Völkerwanderungen ging das Wissen über die Wärmedämmung verloren. Stattdessen wurden nun haltbarere Holzblockhäuser gebaut, welche je nach Dicke der Rundstämme einen U-Wert von 0,5-0,8 W/(m<sup>2</sup>K) erzielten. Als es jedoch im Mittelalter ab etwa 1300 zur Holzknappheit, aufgrund von Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklungen kam, wurden Fachwerkhäuser erbaut. Diese jedoch hatten einen bis zu viermal höheren U-Wert von 1,6 bis 3,2 W/(m<sup>2</sup>K). Im 19. Jahrhundert wurden nun auch die wärmeren Roggenstrohdächer, aufgrund der erhöhten Anzahl von Stadtbränden, durch Ziegeldächer ersetzt, welche den Wärmeschutz weiter verschlechterten. Da für den Massenvohnungsbau zu wenig Holz zur Verfügung stand, ersetzte man 1850 die Fachwerkwand mit einer 38 cm dicken Ziegelwand, die den Wärmeschutz mit einem U-Wert von 1,56 W/(m<sup>2</sup>K), nur ein wenig verbesserte.

Im Jahr 1922 testete der norwegische Architekt Andreas Fredrik Bugge (Professor für Hausbaukunde) erstmals in einem wissenschaftlichen Freiland-Versuch die Wirksamkeit verschiedener Wärmedämmungen bei Gebäuden. Nach zwei Testjahren stellte er fest, dass ein Holzhaus mit einer circa 10 cm dicken Sägemehldämmung den niedrigsten U-Wert erzielte.



Abbildung 1: Nachbau einer Wand aus der Bronzezeit (baunetzwissen.de)

Mit diesem U-Wert von  $0,75 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  wurde deutlich mehr Energie gespart als das typische deutsche ungedämmte Massivhaus mit einem U-Wert von  $1,56 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

In Deutschland herrschten aufgrund der Industrialisierung und der Verstädterung am Anfang des 20. Jahrhunderts elendige Wohnbedingungen. Die Menschen lebten auf engstem Raum zusammen und litten unter der Überhitzung, starker Kälte, Feuchtigkeit und Schimmelbildungen in ihren Wohnräumen. Ärzte erkannten nun endlich einen Zusammenhang zwischen den unhygienischen Zuständen und den vielen Erkrankungen und der Säuglingssterblichkeit. Daraufhin kritisierten sie den mangelhaften Wärmeschutz und forderten eine Reform der ungedämmten Außenwände. Diese Forderungen blieben jedoch unbeachtet. Erst 1952 versuchte man die unhygienischen Zustände mit einem Mindestwärmeschutzgesetz (DIN 4108) entgegenzuwirken. Dessen Ziel war es jedoch nur Tauwasser auf den Innenflächen der Wände zu vermeiden. Zehn Jahre später machte der deutsche Architekt und Hochschulprofessor Leopold Sautter mit einer Schrift darauf aufmerksam, dass eine gedämmte Außenwand energetische und wirtschaftliche Vorteile brachte, da dadurch viel Energie gespart und daher die Energiekosten gesenkt werden konnten. In der Industrie wurde bereits Mineralwolle als Dämmung verwendet, um Energie einzusparen. Doch schien es bis dato nicht rentabel, Dämmung auch in Wohnhäusern zu verwenden, da dies aufgrund der niedrigen Energiekosten nicht ausschlaggebend schien.

Ab 1970 wurde das Energiesparen in Wohnungen wichtig, da die Ölpreiskrise die Energiepreise in die Höhe trieb. Außerdem wurde mehr in der neuen Leichtbauweise gebaut, wodurch eine bessere Dämmung benötigt wurde. So wurde 1977 eine neue Wärmeschutzverordnung entwickelt, die einen maximalen U-Wert für verschiedene Bauweisen vorgab. Diese waren jedoch recht großzügig bemessen und sahen, wenn überhaupt, nur eine 2 bis 4 cm dicke Dämmung vor. Erst 2002 kam eine erste Energie-Einsparverordnung (EnEV). Hierzu setzte sich ein neues Wärmebilanzverfahren zum Errechnen des Primärenergiebedarfs durch, mithilfe dessen die Wirkung einer Dämmung in einem individuellen Objekt ausrechenbar wurde. Heute wissen wir, wie wichtig eine gute

Wärmedämmung ist und wie viel Energie damit eingespart werden kann.

## Arten von Dämmmaterialien

Heutzutage gibt es eine Vielzahl von Dämmmaterialien. Sie gliedern sich in drei Typen. Es gibt die organischen, synthetischen und die mineralischen Dämmmaterialien. Organische Dämmmaterialien müssen jedoch in zwei weitere Kategorien unterteilt werden, einmal in die organisch-natürlichen und in die organisch-synthetischen Dämmmaterialien. Denn „organisch“ bedeutet nur, dass das Dämmmaterial auf Kohlenstoffverbindungen basiert. Diese Dämmstoffe können aus natürlichen, aber auch aus synthetischen Rohstoffen gewonnen werden. Die mineralischen Dämmstoffe finden ihren Ursprung im Gestein, die organisch-synthetischen Dämmstoffe im Erdöl und die organisch-natürlichen Dämmstoffe in nachwachsenden Rohstoffen.

## Vorstellung der Dämmmaterialien

Die am meisten verwendeten Dämmstoffe sind das expandierte Polystyrol (EPS) und die Steinwolle. Deswegen werden diese beiden Dämmungen als Vertreter der jeweiligen Dämmmaterialtypen betrachtet. Um die natürlich organischen Dämmmaterialien zu betrachten, werden zwei verschiedene Dämmungen analysiert. Einmal die Zelloleddämmung, welches das meist verwendete natürlich organische Dämmmaterial ist und das Seegrass, welches das jüngste Dämmmaterial auf dem Markt ist. Herauszufinden gilt es, ob natürlich organische Dämmstoffe wirklich eine bessere ökologische Bilanz haben als die heutzutage gängigen Dämmmaterialien.

## Expandiertes Polystyrol (EPS)

Expandiertes Polystyrol ist häufig besser bekannt unter dem Markennamen Styropor. Es gehört zu den synthetischen Dämmstoffen und wird häufig wegen seines guten Preis-Leistungs-Verhältnisses eingesetzt.

## Ressourcengewinnung und -verbrauch

Um expandiertes Polystyrol herzustellen, benötigt man Polystyrol-Granulat. Dies ist ein Erdölprodukt und hat somit einen

fossilen Ursprung. Fossile Rohstoffe sind nur begrenzt verfügbar, deren Verbrauch sollte daher reduziert werden.

Hergestellt wird das EPS, indem das Polystyrol-Granulat bei etwa 90 Grad mithilfe von Wasserdampf und einem Treibmittel (Pentan) mehrfach aufgeschäumt wird. Hierbei blähen sich die Granulatkügelchen auf das zwanzig- bis fünfzigfache ihrer Ursprungsgröße auf. Es entstehen viele kleine, weiße Perlen, die an ihren Rändern miteinander verschmolzen sind. Im nächsten Schritt werden die Kügelchen dann wahlweise zu Platten oder Blöcken zusammengepresst.

## Energieaufwand bei Herstellung und Transport

Die Energie, die bei der Herstellung verwendet wird, ist graue Energie. Diese wird in hohen Mengen verwendet, welches die Ökobilanz von EPS sehr verschlechtert. Transportiert werden muss vor allem der Rohstoff Polystyrol-Granulat über größere Distanzen, da dieser nur in bestimmten Industrieregionen (Petrochemische-Regionen) hergestellt wird. Verarbeitet werden kann das Granulat meistens aber in Deutschland, weshalb dort teilweise Transportwege gespart werden können.

## Recyclbarkeit und Entsorgung

Theoretisch lässt sich reine EPS-Dämmung recyceln und zu neuen Produkten formen oder er kann als Rohstoff für die Herstellung von neuem EPS verwendet werden. Dafür muss aber die EPS-Dämmung frei von anderen Stoffen und Materialien sein, welches sich in der Praxis als sehr schwierig herausstellt. Denn wenn einmal die Dämmung gut mit einem Bauwerk verbunden ist, so kann diese nicht so schnell wieder gelöst werden. Aus diesem Grund haften meistens noch andere Material und Klebereste an der EPS-Dämmung,



Abbildung 2: EPS-Dämmung (bauen.de)

welches das Recyceln unmöglich macht. Dann muss die EPS-Dämmung als Sondermüll an einer Deponie abgegeben werden. Gerade bei den EPS-Dämmung, die vor 2015 hergestellt wurden und in der noch das Brandschutzmittel HCBd enthalten ist, muss auf eine fachgerechte Entsorgung geachtet werden, da diese Dämmung als gefährlicher Sondermüll eingestuft wird.

### Funktionale und technische Eigenschaften

Genutzt wird EPS in Form von Dämmplatten oder -blöcken. Da EPS so vielseitig ist, kann die Dämmung in der Perimeter-, Außen-, Kern-, und Estrichdämmung verwendet werden. Nicht verwendet werden darf EPS als Flachdachdämmung, da dort häufig Bitumen verklebt wird. Dieses wird mit großer Hitze verarbeitet, welche die EPS-Dämmung beschädigen und diese so ihre Dämmeigenschaft verlieren würde. Auch als Zwischensparrendämmung ist EPS nicht geeignet. Denn die organischen Holzsparen bewegen sich, je nach Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt, immer ein wenig, die EPS-Platten jedoch nicht, wodurch Fugen und so Wärmebrücken entstehen würden. Trenn- und Raumwände sollte man auch nicht mit EPS dämmen, zumindest nicht, wenn diese einen Schallschutz integriert haben sollen, denn EPS verfügt nicht über gute Eigenschaften zur Abfederung von Schall.

### Wärmeleitfähigkeit und Dämmleistung

Durch die Kugelnstruktur entsteht eine gute Dämmeigenschaft, da in den Kunststoffbläschen Gas (CO<sub>2</sub>) eingeschlossen ist. Diese abgeschlossenen, gasgefüllten Räume geben nur schlecht Wärme weiter, wodurch eine geringe Wärmeleitfähigkeit entsteht. Diese beträgt lediglich 0,03 bis 0,04 W/(mK), was einer guten Wärmedämmung entspricht. Damit die Grenzwerte des Gebäudeenergiegesetzes (GEG), bezüglich des U-Werts von 0,24 W/(m<sup>2</sup>K), eingehalten werden, muss eine EPS-Dämmung eine Dicke von mindestens 14 Zentimetern haben.

### Feuchtigkeitsregulierung und Schimmelresistenz

Die EPS-Dämmung macht das Haus sehr dicht und lässt keine Feuchtigkeit raus. Die Wände können kaum atmen, wodurch es zu einer schnellen Feuchtigkeitsbildung auf der Dämmung kommen

kann. Schimmeln direkt kann EPS nicht, da es ein anorganisches Material ist und Schimmel organische Nährstoffe benötigt. Allerdings kann dem Schimmelpilz die durch die Dämmung bereitgestellte Feuchtigkeit reichen und diese für die Ausbreitung an anderen Bauelementen nutzen. Auch für Schädlinge, wie beispielsweise Nagetiere, ist EPS nicht als Nahrung attraktiv, doch bauen sie sich bei frei zugänglichen Dämmungen häufig Nester hinein oder verwenden die Dämmung als Nestmaterial. So kann die Dämmung beschädigt und damit die Dämmwirkung verschlechtert werden.

### Haltbarkeit und Wartung

EPS verrotten nahezu nicht, was zu einer langen Haltbarkeit führt. Jedoch ist EPS nicht UV-beständig und vergilbt bei direkter Sonneneinstrahlung. Außerdem wird es von UV-Licht spröde und es

bilden sich Risse. In diesen Rissen kann sich Feuchtigkeit festsetzen und die Dämmeigenschaft beeinträchtigen. Wie lange EPS-Dämmplatten tatsächlich halten, ist noch sehr umstritten, doch heißt es, dass mit einer vollen Funktionstüchtigkeit nur 20 Jahre gerechnet werden kann. Danach müssten diese abmontiert und erneuert werden. Es gestaltet sich jedoch recht schwierig, die Dämmungen vom Bauwerk zu trennen, da diese beim Einbau mit dem Dämmstoff verbunden wurden.

### Brand- und Schallschutz

Auch wenn die EPS-Dämmung der Baustoffklasse B1 zugehört und somit als schwer entflammbar (siehe Abbildung 3) gilt, so können EPS-Platten trotzdem brennen. Mit einem niedrigen Schmelzpunkt schon bei 240 Grad Celsius, würde sich das EPS bei einem

**Zuordnung der bauaufsichtlichen Begriffsbestimmungen zum Brandverhalten von Baustoffen** zu den nationalen Klassen nach DIN 4102-1 und den europäischen Klassen nach DIN EN 13501-1: einschließlich lineare Rohrdämmstoffe und Bodenbeläge.

Mindestens geeignete Baustoffklassen nach DIN 4102-1 und weitere Merkmale für die Verwendung	Bauaufsichtliche Anforderungen, konkretisiert durch A 2.1.2 (MVV TB)	Mindestens geeignete Klassen nach DIN EN 13501-1		
		Bauprodukte, ausgenommen lineare Rohrdämmstoffe u. Bodenbeläge	lineare Rohrdämmstoffe	Bodenbeläge
A2	nichtbrennbar <sup>1, 2)</sup>	A2-s1, d0 <sup>3)</sup> *	A2L-s1, d0 <sup>3)</sup>	A2fl-s1
B1 (begrenzte Rauchentwicklung) <sup>5)</sup>	schwerentflammbar <sup>2)</sup>	C-s2, d2 <sup>3)</sup>	CL-s2, d2 <sup>3)</sup>	Cfl-s1
B1 (begrenzte Rauchentwicklung, kein brennendes Abtropfen/Abfallen)	schwerentflammbar <sup>2)</sup> <b>und</b> nicht brennend abfallend/abtropfend	C-s2, d0 <sup>3)</sup>	CL-s2, d0 <sup>3)</sup>	-
B1 (geringe Rauchentwicklung)	schwerentflammbar <sup>2)</sup> <b>und</b> geringe Rauchentwicklung	C-s1, d2 <sup>3)</sup> **	CL-s1, d2 <sup>3)</sup>	Cfl-s1
B1 (geringe Rauchentwicklung, kein brennendes Abtropfen/Abfallen)	schwerentflammbar <sup>2)</sup> <b>und</b> nicht brennend abfallend/abtropfend <b>und</b> geringe Rauchentwicklung	C-s1, d0 <sup>3)</sup> **	CL-s1, d0 <sup>3)</sup>	-
B2 kein brennendes Abtropfen/Abfallen	normalentflammbar <b>und</b> nicht brennend abfallend/abtropfend	E	EL	-
B2	normalentflammbar	E-d2	EL-d2	Efl
B3	leichtentflammbar <sup>4)</sup>	F	-	-

1) soweit erforderlich zusätzlich Schmelzpunkt > 1000 °C

2) soweit erforderlich zusätzlich Rohdichte

3) Angabe Glimmverhalten gemäß MVV TB Anhang 4 Punkt 1.3 und soweit erforderlich Rohdichte

4) leichtentflammbare Baustoffe dürfen nicht verwendet werden. Dies gilt nicht, wenn sie in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht leichtentflammbar sind.

5) Baustoffe mit Ausnahme von Bodenbelägen

Abbildung 3: Tabelle – Brandverhalten von Baustoffen (baunetzwissen.de)

Hausbrand verflüssigen und brennend die Fassade herunterlaufen. So können sich die Flammen weiter ausbreiten und erschweren die Löschung des Brandes. Hierbei können auch giftige Gase entstehen. Vor allem bei den Dämmstoffen, die vor 2015 verkauft wurden. Denn dort wurde das seit 2015 verbotene Brandschutzmittel HBCD beigemischt, welches sehr giftig ist. Heute wird stattdessen das Flammschutzmittel Polymer-FR anstelle dessen verwendet.

Für genügend Schallschutz kann die EPS-Dämmung häufig nicht sorgen. Weswegen diese sich nicht als Schalldämmung von Haus- und Raumtrennwänden anbietet.

### **Anschaffungskosten und langfristige Einsparpotenziale**

EPS-Platten sind mit 15 bis 20 Euro pro Quadratmeter günstig und können recht einfach in Eigenregie angebracht werden. Dennoch ist hier zu bedenken, dass das eigenständige Anbringen der Dämmung zwar Kosten sparen würde, langfristig bei einer nicht fachgerechten und fugenlosen Anbringung, die Heizkosten aber steigen lassen, oder zu einem früheren Austausch der Dämmung führen könnte. Das wiederum würde einiges mehr kosten als eine Anbringung der Dämmung von Fachleuten.

Da die EPS-Platten mit der Zeit schrumpfen und spröde werden, kommt es häufig schon nach 20 Jahren zu einer Erneuerung der EPS-Dämmung. Alternativ kann häufig mithilfe einer kostengünstigeren Aufdopplung der Dämmschicht eine wieder ausreichende Dämmleistung erreicht werden. Das verlängert laut dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik die Nutzungsdauer einer älteren EPS-Dämmung auf einen Zeitraum von 40 bis 120 Jahre. So können erhebliche Mengen an Abfallmaterialien gespart werden. Diese Variante wäre nicht nur ökologisch sinnvoller, sondern auch deutlich kostengünstiger. Da eine Erneuerung großen Aufwand birgt und die schlussendliche Entsorgung beim Werkstoffhof auch Kosten mit sich trägt. Die Dämmung mit dem Brandschutzmittel HBCD muss als gefährlicher Sondermüll bei einer Deponie abgegeben werden.

### **Verfügbarkeit und Marktanteil in der Bauindustrie**

EPS hat in Deutschland einen Marktanteil von ungefähr 30 Prozent und steht

somit an erster Stelle der Dämmmaterialien. Zu beachten gilt, dass Polystyrol zu den fossilen Rohstoffen gehört und somit nur begrenzt verfügbar ist. In der Zukunft kann das zu einem großen Problem werden, denn ist der Rohstoff einmal aufgebraucht, so steht er der Menschheit nicht mehr in ausreichendem Maße zur Verfügung.

## **Steinwolle**

Nach vielen Jahren Entwicklung brachten Carl Grünzweig und sein Sohn Max 1939 die erste Steinwolle auf den Markt. Noch heute, zwar überholt und überarbeitet, wird Steinwolle mit einem Marktanteil von über 20 Prozent in Deutschland sehr häufig als Dämmmaterial verwendet.

### **Ressourcengewinnung und -verbrauch**

Wie der Name schon verrät, besteht Steinwolle hauptsächlich aus Stein, genauer gesagt aus Gesteinsarten vulkanischen Ursprungs, wie zum Beispiel Basalt, Dolomit und/oder Feldspat. Das Vorkommen von Gesteinsarten vulkanischen Ursprungs ist nahezu unbegrenzt verfügbar. Dieses vulkanische Gestein wird mit Kalkstein und Recycling-Formsteinen bei circa 1.500 Grad Celsius in einem Ofen eingeschmolzen. Anschließend wird die Steinschmelze zu Fasern versponnen und mit Binde- und Imprägnier-Mitteln behandelt. Darauf werden die Fasern erneut erhitzt, sodass die Bindemittel aushärten.

Der große Vorteil an diesem Rohstoff ist, dass er nahezu unbegrenzt aufgrund von vulkanischen Aktivitäten und Erdplattenbewegungen vorkommt. Jedes Jahr entstehen etwa 38.000-mal mehr neue Steinreserven, als für die Produktion von Steinwolle benötigt werden.

### **Energieaufwand bei Herstellung und Transport**

Ein großer Nachteil stellt der sehr hohe Energieaufwand bei der Herstellung von Steinwolle dar. Zwischen 150 und 400 kWh Primärenergie werden pro Kubikmeter Steinwolle verbraucht.

Steinwolle kann jedoch regional in Deutschland hergestellt werden, da die Rohstoffe in vielen Regionen von Deutschland vorkommen. So können lange Transportwege von Rohstoffen



Abbildung 4: Einbau von Steinwollämmung (baunetzwissen.de)

oder fertigen Dämmungen gespart werden.

### **Recyclbarkeit und Entsorgung**

Steinwolle ist theoretisch recycelbar und kann nach Benutzung oder wenn Reste entstehen, wieder zu sogenannten Recycling-Formsteinen gemacht werden. Diese Steine können bei der Produktion der neuen Steinwolle beigemischt werden und können somit wiederverwendet werden. Auch kann die noch intakte Steinwolle nach einer ersten Benutzung ein weiteres Mal verwendet werden. Jedoch ist es in der Praxis sehr selten der Fall, dass Steinwolle wiederverwendet oder im großen Stil recycelt wird.

Um die Steinwolle zu entsorgen, muss diese zu einer zertifizierten Deponie oder einem Wertstoffhof gebracht werden, da man die Steinwolle aufgrund ihrer nicht brennbaren Eigenschaft nicht einfach an einer Müllverbrennungsanlage abgeben kann. Da es in Deutschland jedoch nur wenige zertifizierte Deponien für die Lagerung von Steinwollämmung gibt, können je nach Region ungefähr 300 Euro pro Tonne verpresster Steinwolle anfallen.

### **Funktionale und technische Eigenschaften**

Erhältlich ist Steinwolle als Matte, Platte und Einblasdämmung. Mit ihr kann man in so gut wie allen Bereichen dämmen. Dazu gehört die Fassadendämmung, die Dachdämmung, die Trittschalldämmung, die Deckendämmung, die Dämmung der Innenwände und leichter Trennwände. Hinzu kommt, dass Steinwolle gerne

aufgrund Ihrer nicht brennbaren Eigenschaft gerne als Brandschutzlösung für die Haustechnik und den Stahlbau verwendet wird.

### **Wärmeleitfähigkeit und Dämmleistung**

Auf Grund einer hohen Rohdichte von 15 bis 80 Kilogramm pro Kubikmeter, wird die Wärmedämmeigenschaft von Steinwolle verbessert. Ihre Wärmeleitfähigkeit liegt nur bei 0,035 bis 0,045 W/(mK) und bietet so eine effektive Isolierung gegen Wärme und Kälte. Um den Vorgaben des Gebäudeenergiespargesetzes (GEG), bezüglich eines U-Wertes von 0,24 W/(m<sup>2</sup>K), gerecht zu werden, muss eine Steinwolldämmung mit einer Dicke von lediglich ca. 14 Zentimetern eingebaut werden.

### **Feuchtigkeitsregulierung und Schimmelresistenz**

Steinwolle ist wasserabweisend und diffusionsoffen, wodurch ein Luftaustausch und eine Feuchtigkeitsabfuhr ermöglicht wird. Kommt jedoch zu viel Feuchtigkeit in die Dämmung, so kann sich die Dämmleistung verringern. Schimmeln hingegen würde die Steinwolle nicht, da diese unter anderem durch die Imprägnierung bei der Herstellung eine gute Resistenz gegenüber Schimmel und Schädlingen hat.

### **Haltbarkeit und Wartung**

Die Langlebigkeit von Steinwolle ist ein großer Vorteil, da diese mehrere Jahrzehnte stabil belastbar bleibt und ihre volle Funktionstüchtigkeit über einen langen Zeitraum behält. Extra behandelt werden muss die Steinwolle nicht.

### **Brand- und Schallschutz**

Der Brandschutzwirkung der Steinwolle ist sehr hoch, da sie einen Schmelzpunkt erst bei 1000 Grad hat und nicht brennen kann. Somit landet die Dämmung in der besten Baustoffklasse: A1 – nicht brennbar (nach DIN 4102-1).

Durch die offeneporige Struktur absorbiert die Dämmung Schall und ist deshalb für den Schallschutz von Gebäuden gut geeignet.

### **Anschaffungskosten und langfristige Einsparpotenziale**

Die Materialkosten von Steinwolle liegen zwischen 7 bis 28 Euro pro Quadratmeter und liegen somit in einem sehr

günstigen Bereich. Zu diesem Preis müssen die Kosten des Einbauens mit eingerechnet werden und auf lange Sicht gesehen die Kosten von ungefähr 300 Euro pro Tonne verpresster Steinwolle für die Entsorgung auf einer Deponie.

### **Verfügbarkeit und Marktanteil in der Bauindustrie**

Wie zuvor erwähnt, ist der Rohstoff nahezu unbegrenzt verfügbar.

Der Marktanteil von Mineralwolle insgesamt liegt bei ungefähr 60 Prozent in Deutschland. Mineralwolle ist der Überbegriff für verschiedene Dämmstoffe, die eine mineralische Grundlage haben und künstlich zu Fasern weiterverarbeitet werden. Einen Marktanteil von 20 Prozent hat Steinwolle. Dieser hohe Anteil ist auf die guten Eigenschaften der Steinwolle in Bezug auf ihren günstigen Preis und dem guten Brandschutz zurückzuführen ist.

## **Zellulose**

Durch die mittlerweile messbaren Folgen des Klimawandels wächst das Bewusstsein vieler Menschen hinsichtlich des ökologischen Umgangs mit den Rohstoffen und dem Einsparen von Treibhausgasen. So lässt sich erklären, dass einige Bauherren beim Dämmen ihrer Gebäude viel Wert auf Umweltschutz und nachhaltiges Wohnen setzen und deshalb auf nachhaltigere Dämmalternativen zurückgreifen. Eine der am häufigsten verwendeten Alternativen ist die Zellulosedämmung.

### **Ressourcengewinnung und -verbrauch**

Zellulose wird überwiegend aus Zeitungspapier gewonnen und zählt somit als natürlicher beziehungsweise „nachwachsender“ Dämmstoff. Hierzu wird das Altpapier zerkleinert, mit Zusatzstoffen vermischt und ausgefasert. Hierdurch verändert sich die Struktur des Papiers zu voluminösen Flocken. Um eine lose Dämmung zu erhalten, werden diese nur getrocknet. Wenn die Flocken jedoch als Dämmplatte eingesetzt werden sollen, wird die Zellulose mittels Wasserdampf und stoffeigenen Bindemitteln zusammengepresst.

### **Energieaufwand bei Herstellung und Transport**

Der Energieaufwand bei der Herstellung ist vergleichsweise gering und auch auf lange Transportwege kann verzichtet werden, denn Altpapier fällt überall an.

### **Recyclbarkeit und Entsorgung**

Die Zellulosedämmung lässt sich aufgrund ihrer beigemischten Borate nicht einfach recyceln und auch nicht kompostieren. Deshalb muss diese zu einem Wertstoffhof gebracht und dann verbrannt werden.

### **Funktionale und technische Eigenschaften**

Zellulosedämmung erhält man in Form von Matten, Pellets zum Schütten und Flocken zur Einblasdämmung. Auch kann Zellulose zum Beispiel mit einem Feuchtsprühverfahren unter Kellerdecken aufgesprüht werden. Die Einsatzbereiche von Zellulosedämmung sind die Innendämmung, Zwischensparrendämmung, oberste Geschossdecke, sowie Fußböden. Nicht eingesetzt werden kann die Dämmung als Kerndämmung, da

diese nicht in Berührung mit Wasser kommen darf. Als Fassadendämmung eignet sich Zellulose nur im Holzrahmenbau.

### **Wärmeleitfähigkeit und Dämmleistung**

Die dichte Struktur der Zellulosedämmung sorgt für eine effektive Barriere gegen den Wärmeverlust im Winter und dem Wärmegewinn im Sommer. Dies sorgt für ein angenehmes Wohnklima und geringe Energiekosten. Auch wird die Zugluft durch die hohe Luftdichtheit der Zellulose minimiert, was zur Verbesserung der Gesamteffizienz des Gebäudes führt. Die Dämmeigenschaft von Zellulose liegt mit einer Wärmeleitfähigkeit von lediglich 0,039 bis 0,045 W/(mK) in



Abbildung 5: Zellulose als Einblasdämmung (baunetzwissen.de)

einem sehr guten Bereich und muss, um dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) – bezüglich eines U- Werts von 0,24 W/(m<sup>2</sup>K) gerecht zu werden, eine Dämmdicke von 16 Zentimetern haben.

### **Feuchtigkeitsregulierung und Schimmelresistenz**

Zellulose ist ein Bestandteil von Holz und gehört somit zu den organischen Dämmstoffen, welche diffusionsoffen sind. Deshalb kann der Zellulosedämmstoff Feuchtigkeit aufnehmen und kontrolliert wieder abgeben. Dies führt zu einem für den Menschen angenehmen Raumklima. Mit Hilfe von beigemischten Salzen wird die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Schimmel reduziert. Die Feuchtigkeitsanfälligkeit ist jedoch ein großer Nachteil. Bei nicht fachgerechter Installation kann es sehr einfach zu Feuchtigkeitsansammlungen kommen und darauffolgender Schimmelbildung. Dies würde zu der Verringerung der Isolierfähigkeit führen, die auch nicht wieder hergestellt werden kann. Das heißt, würde ein mit Zellulose gedämmtes Haus einen Wasserschaden haben, müsste die gesamte Dämmung ausgetauscht werden. Bleibt der Wasserschaden zunächst unentdeckt, kann es zur großflächigen Schimmelbildung kommen, welche sich auf die Baukonstruktion ausbreiten könnte. Dadurch müssten weitere Baustoffe ausgetauscht werden, wodurch sich der Material- und somit auch der Energie- und Ressourcenverbrauch erheblich erhöhen würde. Desto wichtiger ist für die Langlebigkeit der Zellulosedämmung die fachkundige Planung und Ausführung. Unter anderem ist die Feinstaubbelastung beim Einbau der Dämmung nicht zu vernachlässigen.

### **Haltbarkeit und Wartung**

Die Resistenz gegen Schädlinge, wie Termiten und Nagetiere wird, genau wie beim Schimmel durch die beigetzten Borate erhöht. Dennoch bestehen Bedenken, dass sich die Wirkung dieser Behandlung mit der Zeit verflüchtigt. Dies ist von Nachteil, da Schädlinge Zellulose als Nahrung sehen und sich in diese einnisten können. Das würde zur Verringerung der Isolierfähigkeit führen. So sind bei der Zellulosedämmung regelmäßige Inspektionen, Wartungsarbeiten und gegeben falls zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich, um die Integrität der Dämmung langfristig zu bewahren.

### **Brand- und Schallschutz**

Auf Grund der zugesetzten Borsalze wird der Brandschutz der Zellulosedämmung erhöht, wodurch der Dämmstoff der Brandstoffklasse B2 (normal entflammbar) zugeordnet werden kann. Gerade auch beim Thema Schallschutz schneidet Zellulose mit seiner dichten Flockenstruktur sehr gut ab und wird deshalb gerne als Innendämmung verwendet.

### **Anschaffungskosten und langfristige Einsparpotenziale**

Mit Kosten von ungefähr 14 bis 28 Euro pro Quadratmeter schneidet die Zellulosedämmung im Vergleich mit anderen natürlich organischen Dämmstoffen sehr günstig ab und kann auch bei den synthetischen und mineralischen Dämmstoffpreisen sehr gut mithalten. Da jedoch die Dämmung nicht in Eigenregie eingebaut werden sollte, müssen die Einbaukosten von Fachfirmen beachtet werden. Diese liegen bei ca. 20 bis 60 Euro pro Quadratmeter. Auch sollten die Kosten der regelmäßigen Wartungen mit einberechnet werden. Zusätzlich muss an die höheren Kosten im Falle eines relativ wahrscheinlich eintretenden Feuchtigkeitsproblems und Schädlingsbefalls gedacht werden. Die Entsorgungskosten betragen durchschnittlich je nach örtlicher Deponie um die 55 bis 65 Euro pro Tonne.

### **Verfügbarkeit und Marktanteil in der Bauindustrie**

Aufgrund der geringen Materialkosten und der guten Dämmeigenschaften hat Zellulose in Deutschland einen Marktanteil von etwa 2,9 Prozent.

## **Seegras**

Seegras wurde schon seit Jahrhunderten von den Menschen verwendet, um beispielsweise Matratzen oder Möbel zu polstern. Auch zum Dämmen von Dächern wurde Seegras schon früher verwendet, doch heutzutage ist Seegras dahingehend kaum noch bekannt. Erst 2010 wurde Seegras als Dämmmaterial vom Karlsruher Architekten Richard Meier wieder entdeckt. Dieser stieß im Urlaub zufällig auf das Material und wurde neugierig, als er bemerkte, dass es kaum entflammbar ist. Daraufhin ließ er einige Neptunbälle (Seegrasreste, s.u.) vom Fraunhofer IBP in Stuttgart testen. Die Tests waren vielversprechend und so gründete er die Forschungs- und

Entwicklungsfirma NeptuTherm e.K. und brachte die ersten Seegrasdämmungen auf den Markt.

### **Ressourcengewinnung und -verbrauch**

Der Rohstoff besteht aus dem Seegras der Art Posidonia oceanica. Es wächst im Mittelmeer und schützt die Strände mit seinen dicken Wurzelmatte vor Erosionen. Es produziert ungefähr fünfmal so

viel Sauerstoff, wie die gleiche Fläche Regenwald es tun würde. Das Seegras wächst in Tiefen von ca. 3 bis 40 Zentimetern unter der Wasseroberfläche und hat einen vergleichbaren Wachstumszyklus wie unsere Bäume im Wald. Im Frühjahr sprießt das grüne Gras und im Laufe des Herbstes verwelkt es und wird braun. Daraufhin reißen die Blätter ab und treiben im Meer herum. Die organischen Bestandteile werden abgefressen und nur die nicht verrottbaren Blattrippen und Blattscheiden bleiben übrig. Diese werden von den Wellenbewegungen zu Bällchen gerollt und an den Strand angespült. Nur dieses „Abfallprodukt“ (Neptunball) wird für die Herstellung der Dämmung verwendet, so dass der Seegrasbestand im Mittelmeer nicht dezimiert wird. Selbst die Bevölkerung sieht durch die wachsende Tourismuswirtschaft die Neptunbälle als Abfallprodukt. Sie bereinigen die touristisch genutzten Strände von diesen.

Ein anderes, auch geeignetes Seegras kommt aus der Ostsee. In Dänemark wird es häufig schon von Landwirten auf deren Grundstücken gesammelt. Sie türmen es zu Haufen auf, damit das restliche Meerwasser abfließen kann und verteilen es dann auf Wiesen, um mithilfe des Regens das Seegras von Sand zu reinigen. Darauf wird es von der Sonne auf einen Trockengrad von ungefähr 20



Abbildung 6: Neptun-Seegrasdämmung (baunetzwissen.de)



Abbildung 7: Einbau von Ostsee-Seegras (baunetzwissen.de)

Prozent getrocknet und zu Ballen geformt. So lässt sich das Seegras besser transportieren.

### Energieaufwand bei Herstellung und Transport

Der Energieaufwand bei der Verarbeitung von Neptungras ist gering. Das Seegras wird lediglich vom Strand gesammelt oder aus dem Meer gefischt, woraufhin es, wenn es nicht bereits von der Sonne getrocknet wurde, auf großen Planen getrocknet wird. Daraufhin wird das Seegras zerkleinert und gesiebt, so dass der Sand entfernt wird. Das nun homogene, kurzfasrige Material wird per Bahn, Schiff und LKW nach Deutschland geliefert. Die Verarbeitung des Ostsee-Seegrases ist zwar aufwändiger als die des Neptun-Seegrases, jedoch entfallen hier die weiten Transportwege.

### Recyclbarkeit und Entsorgung

Im Gegensatz zu anderen pflanzlichen Dämmstoffen verfügt Seegras durch die Salze des Meeres bereits über einen natürlichen Brandschutz und kommt somit ganz ohne Zusatzstoffe aus. So kann die Dämmung nach ihrer Verwendung schadstofffrei wiederverwendet, recycelt und/oder kompostiert werden.

### Funktionale und technische Eigenschaften

Im Handel ist Seegrasdämmung ausschließlich in loser Form als Dämmwolle erhältlich und kann als Schütt-, Stopf- und Einblasdämmung verwendet werden. Geeignet ist Seegrasdämmung für die Innen- und Außendämmung der Fassade, für die Zwischensparrendämmung des Daches und auch für die Holzbal-kendämmung. Auch ist es möglich, die oberste Geschossdecke mit Seegras zu dämmen. Hier jedoch muss mit einer zusätzlichen Trägerkonstruktion und einem

Boden gearbeitet werden, wenn die Decke begehbar sein soll, da das Material nicht sehr druckbelastbar ist. In diesem Falle würde gleichzeitig zur Wärmedämmung eine Art Trittschalldämmung entstehen. Als Perimeterdämmung ist Seegras nicht einsetzbar.

### Wärmeleitfähigkeit und Dämmleistung

Mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,039 bis 0,046 W/(mK) wirkt die Seegrasdämmung gut wärmedämmend und bietet außerdem durch ihre hohe Wärmespeicherkapazität durch ihre silikathaltige Struktur einen sehr guten sommerlichen Hitzeschutz.

### Feuchtigkeitsregulierung und Schimmelresistenz

Seegras ist diffusionsoffen und kann somit Feuchtigkeit auf- und wieder abgeben. Generell hat die Seegrasdämmung aufgrund ihrer Herkunft kein großes Problem mit der Wasseraufnahme und -abgabe. Auch nach Befeuchtung und Austrocknung verliert das Seegras nicht die Dämmfähigkeit. Dies sorgt nicht nur für ein besonders gutes Raumklima, sondern führt auch zu einer sehr hohen Feuchtigkeitsbeständigkeit. Die natürlichen Salze, die im Seegras gebunden sind, bieten zudem eine hervorragende Resistenz gegenüber Schimmel und Schädlingen.

### Haltbarkeit und Wartung

Aufgrund der Robustheit und Resistenz gegenüber Schädlingen und Wasser sind die Pflanzenfasern verrottungsresistent und somit sehr langlebig. Anders als herkömmliches Dämmmaterial sackt das Seegras kaum ab. Besondere Wartungen benötigt die Dämmung nicht.

### Brand- und Schallschutz

Aufgrund des hohen Silikat- und Salzgehalts im Seegras benötigt die Dämmung keine weiteren Zusatzstoffe und gilt als normal entflammbar. Sie entspricht der Baustoffklasse B2 nach der DIN 4102 und nach EN 13501. Das Seegras fängt nicht an zu brennen, sondern glimmt nur bei direkten Flammenkontakt. Für den Schallschutz ist die Dämmung, wie oben bereits aufgeführt, auch gut geeignet.

### Anschaffungskosten und langfristige Einsparpotenziale

Da die Beschaffungs- und Herstellungskosten sehr hoch sind, wirkt sich dies natürlich auch auf den Endpreis aus. So sind Seegrasdämmungen noch sehr teuer und liegen zwischen 25-57 Euro pro Quadratmeter.

Die Kosten entstehen durch die hohen Transportkosten, wenn das Seegras aus der Mittelmeerregion kommt (Albanien, Tunesien). Zusätzlich aber auch, da zum Beispiel die Firma NeptuTherm aus der Rohstoffbeschaffung ein soziales Projekt gestartet hat, welches armen Menschen vor Ort Arbeit geben soll. Ein weiterer Grund für die hohen Preise ist die fehlende Konkurrenz auf dem deutschen Markt und damit der fehlende Preisdruck.

Langfristig gesehen, schneidet die Seegrasdämmung sehr gut ab. Ist die Dämmung trocken eingebaut, so ist die sehr lange haltbar. Auch nach Wasserschäden verliert die Seegrasdämmung nicht ihre Dämmwirkung, da sie relativ einfach und schnell wieder getrocknet werden kann. So hat sich auch ihre hohe natürliche Resistenz gegenüber Brand, Schimmel und Schädlingen bewährt, was ebenfalls zur Langlebigkeit der Dämmung beiträgt.

### Verfügbarkeit und Marktanteil in der Bauindustrie

Obwohl es sich um einen nachwachsenden Rohstoff handelt, könnte die Endlichkeit der Rohstoffvorräte ein Problem darstellen, wenn dieser Rohstoff zukünftig in sehr großen Mengen benötigt wird.

Der Marktanteil und die Bekanntheit von Seegrasdämmung sind im Moment noch sehr gering. Dies liegt unter anderem an der Neuheit des Dämmmaterials und an den hohen Kosten.

### Wie ökologisch sind die verschiedenen Dämmmaterialien?

Zunächst muss generell festgehalten werden, dass mit allen vier verglichenen Dämmungen der Heiz- und Kühlbedarf eines Gebäudes erheblich reduziert werden kann, wodurch langfristig CO<sub>2</sub> – Emissionen eingespart werden können.

Bei der Ressourcengewinnung und dem Ressourcenverbrauch schneidet das Seegras aus ökologischer Sicht am besten ab. Denn für die Seegrasdämmung werden keine Ressourcen verbraucht. Das Seegras wächst in großen Mengen in der Natur und benötigt keine künstliche Bewirtschaftung und auch keine sehr aufwendige Aufbereitung. Es kann, ohne ins Ökosystem einzugreifen, von den Stränden aufgesammelt werden. Während des Wachstums bindet Seegras sehr große Mengen an CO<sub>2</sub>, was seine Umweltbilanz sehr verbessert. Auch als Dämmung dient das Seegras noch immer als CO<sub>2</sub>-Speicher.

Die Zellulosedämmung schneidet auch bei der Ressourcengewinnung gut ab, da diese aus Altpapier hergestellt wird und somit einen nachhaltigen Rohstoff-Kreislauf fördert. Außerdem dient auch Zellulose als CO<sub>2</sub>-Speicher.

Darauf folgt die Steinwolle, da dessen Rohstoff nahezu unbegrenzt verfügbar ist und somit einen langfristigen und sicheren Rohstoff darstellt. Jedoch ist bei der Gewinnung des Rohstoffes ein Eingriff in Natur und Landschaft erforderlich. Hierbei können Ökosysteme gestört werden.

Die EPS-Dämmung schneidet am schlechtesten ab. Da die Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Ressourcen, durch dessen Produktion erhöht wird. Dieser Fakt ist ausschlaggebend, da fossile Rohstoffe nur endlich verfügbar sind. Wenn diese verbraucht sind, sind die Ressourcen unwiederbringlich in einem für uns relevanten Zeitraum verloren. Durch den Abbau und die Nutzung der fossilen Rohstoffe werden unterschiedliche, z.T. hochwertige Ökosysteme zerstört, wodurch die CO<sub>2</sub>-Bilanz weiter verschlechtert und der menschengemachte Klimawandel begünstigt wird. Der Energieaufwand bei der Herstellung von EPS ist ebenfalls sehr hoch. Auch diese Energie wird hauptsächlich aus fossilen Brennstoffen bezogen. Einen noch höheren Energieaufwand hat jedoch Steinwolle, da Temperaturen von ungefähr 1500 Grad Celsius zur Herstellung benötigt werden. Zellulose liegt beim Energieaufwand auf Platz zwei. Dieser ist zwar geringer als der Energieaufwand für die Herstellung von EPS oder Steinwolle, erhöht sich aber durch die Notwendigkeit der weiteren Verarbeitung, zum Beispiel durch den Zusatz von Brandschutzmitteln. Es hat zwar einen sehr viel

	EPS	Steinwolle	Zellulose	Seegras
<i>Ressourcengewinnung und -verbrauch</i>	Hoch (fossile Rohstoffe)	Hoch (Dolomit- und Basaltgestein)	Keine (wiederverwendete Ressourcen)	Keine („Abfallprodukt der Natur“)
<i>Energieaufwand bei Herstellung</i>	Hoch	Sehr hoch	gering	Sehr gering
<i>Energieaufwand beim Transport</i>	Hoch	Hoch	Hoch	Hoch
<i>Recycelbarkeit/ Kompostierung</i>	Schlecht	Mittel	Schlecht	Sehr gut
<i>Wärmeleitfähigkeit</i>	0,03 – 0,04 W/(mK)	0,035 – 0,045 W/(mK)	0,039 – 0,045 W/(mK)	0,039 – 0,046
<i>Feuchtigkeitsregulierung (Wohnklima)</i>	schlecht	Sehr gut	Sehr gut	Sehr gut
<i>Feuchtigkeitsanfälligkeit</i>	Sehr gering	Mittel	Hoch	Sehr gering
<i>Schimmel-/Schädlingsresistenz</i>	Sehr Hoch	Sehr Hoch	Gering	Sehr Hoch
<i>Haltbarkeit</i>	Mittel	Sehr gut	Mittel	Sehr gut
<i>Brandschutz</i>	Hoch (B1)	Sehr hoch (A1)	Mittel (B2)	Mittel (B2)
<i>Schallschutz</i>	Gering	Gut	Sehr gut	Gut
<i>Anschaffungskosten</i>	Gering	Gering	Gering	Sehr hoch
<i>Langfristige Einsparpotenziale</i>	Mittel	Hoch	Mittel	Hoch
<i>Marktanteil in der Bauindustrie</i>	Hoch	Hoch	Gering	Sehr gering

Abbildung 8: Tabelle – Vergleich verschiedener Dämmmaterialien (von Linn Merl)

geringeren Energieaufwand bei der Herstellung als EPS oder Steinwolle, doch wird der Energieaufwand durch die Verarbeitung und dem Einsatz von Brandschutzmitteln erhöht. Somit ist bei der Zellulosedämmung insgesamt von einem höheren Energieaufwand als bei der Herstellung der Seegrasdämmung auszugehen. Die Seegrasdämmung kann als einzige der vier Dämmmaterialien frei von chemischen Zusatzstoffen produziert werden. Auch das ist positiv zu werten, denn dadurch können keine giftigen Gase oder Stoffe in die Umwelt gelangen. Aus diesem Grund kann die Seegrasdämmung im Gegensatz zur Zellulose- und EPS-Dämmung ohne Probleme kompostiert, aber auch wiederverwendet oder recycelt werden. Steinwolle lässt aufgrund ihrer mineralischen Herkunft nicht kompostieren. Sie bleibt über Jahre hinweg unverändert und stabil, wodurch die Dämmung bezüglich ihrer Langlebigkeit und Erhaltung ihrer Dämmfähigkeit profitiert. Aus diesem Grund kann Steinwolle über Jahrzehnte einem Gebäude als Dämmung dienen. EPS hat mit etwa 20 Jahren Haltbarkeit eine recht kurze Lebensdauer, wobei die tatsächliche Haltbarkeit noch in Fachkreisen diskutiert wird. Die Risse und Fugen, die die EPS-Dämmung mit der Zeit und bei UV-Strahlung bekommt, verringern die Dämmfähigkeit und erhöhen somit den Energiebedarf eines Hauses. Auch das

dadurch notwendige häufigere Erneuern der Dämmung führt zu einem erhöhten Energie- und Rohstoffbedarf. Dadurch verschlechtert sich die Energiebilanz der EPS-Dämmung deutlich. Auch Zellulose ist anfälliger für Alterungs- und Verrottungserscheinungen, wodurch diese häufiger ausgetauscht werden muss als beispielsweise Steinwolle oder Seegras.

Zellulose kann wegen der beigemischten Borate nicht einfach kompostiert werden. Bei einwandfreiem Zustand kann Zellulose wieder verwendet werden. Meistens muss sie allerdings wegen Verunreinigungen, gesondert entsorgt werden. Ähnliches gilt für die EPS-Dämmung. Wenn diese verbrannt wird, setzt sie gesundheitsschädliche Gase wie VOCs oder HBCD (bei Produkten, die vor 2015 hergestellt wurden) frei, gleiches gilt für die Herstellung. Auch bei Steinwolle werden synthetische Bindemittel eingesetzt, die während der Produktion Emissionen freisetzen. Mit diesen freigesetzten Emissionen wird die Umwelt zusätzlich belastet. Steinwolle ist zwar recyclingfähig und kann am Ende seiner Nutzung zu neuen Steinwollprodukten weiterverarbeitet werden. Doch wird sie in der Praxis meistens zu einer Deponie gebracht und dort eingelagert. Bezüglich des Energieaufwandes beim Transport, hat die Steinwolle gute Bilanzen. Denn Steinwolle kann häufig regional hergestellt werden, wodurch lange

Transportwege und -emissionen eingespart werden können. Genauso ist es bei der Zellulose, denn der Rohstoff das Altpapier kann lokal gesammelt werden. Doch weil es noch nicht so viele Zellulose-Produktionsstätten in Deutschland gibt, werden häufig die fertigen Dämmstoffe aus weiter entfernten Produktionsstätten angeliefert. Das wiederum würde die Ökobilanz je nach Standort verschlechtern. Bei Seegras kommt es auf den Gewinnungsort an. Neptunseegras muss von den Mittelmeerküsten nach Deutschland gefahren werden, was mit zusätzlichen Transportemissionen verbunden ist. Seegras von der Ostsee benötigt einen kürzeren Transportweg, wenn das Material in Deutschland verbaut wird. EPS lässt sich zwar regional herstellen, doch wird der Rohstoff gesondert in Regionen mit Petrochemie erzeugt. So entstehen bei der Herstellung und Weiterverarbeitung zusätzliche Transporte. Ein weiterer Nachteil bezüglich der Ökobilanz von EPS-Dämmung ist das Mikroplastik, welches durch zerkleinertes EPS entstehen kann und die Umwelt langfristig belastet. Steinwolle kann beim Verarbeiten Fasern freisetzen, die gesundheitsschädlich sein können.

Da Steinwolle und Seegras nicht brennbar sind, tragen diese bei einem möglichen Hausbrand nicht zur Schadstoffbelastung bei. EPS jedoch schmilzt und setzt giftige Gase frei.

Bei der Verwendung von Zellulose können langfristig Schäden auftreten, denn Zellulose ist sehr feuchtigkeitsanfällig und würde bei Feuchtigkeit anfangen zu schimmeln. Dies würde die Isolierfähigkeit der Dämmung beeinträchtigen und somit den Energieaufwand für das Gebäude erhöhen. Außerdem könnte sich der Schimmel, bei einer nicht rechtzeitigen Entdeckung auf das gesamte Gebäude ausbreiten, was nicht nur zum Austausch der Zellulosedämmung, sondern gegebenenfalls zum Abriss eines Teils oder der Sanierung des Gebäudes führen könnte. Das wiederum benötigt zusätzliche Rohstoffe und führt zu weiteren Emissionen. Bei Steinwolle würde sich kein Schimmel bilden, jedoch kann durch die Feuchtigkeit die Dämmleistung abnehmen, was zur Erhöhung des Energieverbrauchs oder zur Erneuerung der Dämmung führen würde. Bei EPS und Seegras ist hingegen eine geringere Anfälligkeit gegenüber Schimmelbildung gegeben und die Dämmung kann

Feuchtigkeit wieder abgeben bzw. abtrocknen. Eventuell müsste die Seegrasdämmung aufgelockert werden.

Auch Schädlinge nutzen Seegras, Steinwolle und EPS nicht als Nahrungsquelle, so dass sie die Dämmstoffe nicht beschädigen würden. Jedoch nutzen sie diese im ungünstigen Fall als Nistmaterial, wodurch die Dämmfähigkeit eingeschränkt werden würde. Zellulose ist zwar anfänglich auch resistent gegen Schädlinge, mit Nachlassen der Wirkstoffe ist ein Schädlingsbefall nicht auszuschließen. Diese fressen die Dämmung oder nisten darin und zerstören so die Dämmfähigkeit.

## Fazit

Abschließend lässt sich sagen, dass aus ökologischer Sicht die Seegrasdämmung mit das sinnvollste Dämmmaterial ist. Es ist ressourcenschonend, hat einen geringen Energieaufwand bei der Herstellung und ist sehr robust, was seine Langlebigkeit ausmacht. Selbst bei der Entsorgung ist es umweltschonend, da es entweder wiederverwendet oder kompostiert werden kann.

Darauf folgt die Steinwolle, die zwar den höchsten energetischen Aufwand bei der Herstellung hat, doch durch die Langlebigkeit und Robustheit auf lange Sicht weniger Rohstoffe und Energie verbraucht als die Verwendung von EPS oder Zellulose als Dämmmaterial.

Zellulose ist zwar im Hinblick auf die Herstellung und die benötigten Ressourcen umweltschonend, jedoch ist sie aufgrund ihrer Feuchtigkeit-, Schädling- und Schimmelanfälligkeit sehr schnell nicht mehr ausreichend dämmfähig. Hinzu kommt, dass sich bei einem erst spät entdeckten Feuchtigkeitsschaden der Schimmel schnell im gesamten Gebäude ausbreiten und deshalb auch das Gebäude Schaden nehmen kann. So entsteht langfristig gesehen ein höherer Energieverbrauch, durch eine schlechtere Isolierfähigkeit und/oder dem frühzeitigen Erneuern der Dämmung und von Gebäudeelementen. Aus diesem Grunde ist es aus ökologischer Sicht sinnvoller auf Dämmungen wie beispielsweise Seegras oder Steinwolle zu setzen.

Die EPS-Dämmung bildet, aus ökologischer Sicht das Schlusslicht. Denn wenn die EPS-Dämmung ungefähr alle 20 Jahre erneuert werden muss, ergibt sich

langfristig gesehen der höchste Energieverbrauch. Zusätzlich ist es ökologisch sehr kritisch, dass die EPS-Dämmung aus fossilen Rohstoffen besteht, die es zu schonen gilt. Auch die bei einem Brand oder bei der Entsorgung entstehenden giftigen Gase, oder das sich bildende Mikroplastik führen zu einer schlechten Ökobilanz.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass natürlich organische Dämmstoffe nicht immer die ökologisch beste Alternative darstellen. Häufig sind diese zwar bei der Herstellung unproblematisch und belasten die Umwelt nur wenig, doch ist auf jeden Fall bei der Bewertung der gesamte Lebenszyklus der Dämmung zu betrachten. Dabei wird deutlich, dass Zellulose insgesamt in der Ökobilanz schlechter abschneidet als beispielsweise Seegras. Dieses stellt eine ökologisch nachhaltige und sehr wenig umweltbelastende Alternative der Dämmung dar. Auch Steinwolle ist unter dem Gesichtspunkt der Ökobilanz und der langen Funktionsfähigkeit als Alternative zu empfehlen. Hier schlägt sich jedoch der Aspekt der Nachhaltigkeit (Entsorgung) und eine ggf. nicht umweltschonende Rohstoffgewinnung negativ in der Bewertung nieder.

Im Ergebnis kann die Frage nach der ökologischen Sinnhaftigkeit für das Seegras als natürlich organischer Dämmstoff bejaht werden.

## Ausblick: Bedeutung für das nachhaltige Bauen

Damit die Seegrasdämmung eine Zukunft hat und regelmäßig zum Einsatz kommt, ist es notwendig, dass die Kosten für die Dämmung sinken. Dafür müssten die Anbieter von Seegrasdämmung an den Markt gehen, um einen kostensinkenden Wettbewerb zu erzeugen. Außerdem müsste die Infrastruktur für die Herstellung und den Transport ausgebaut werden, damit die Dämmung auch in größeren Mengen hergestellt werden kann.

Die Steinwollämmung hat auch noch großes Potential ökologisch nachhaltiger zu werden. Dafür müsste seine Recycling-Infrastruktur besser ausgebaut werden. Denn mit einem Produkt-Kreislauf werden weniger Rohstoffe und Energie benötigt. Zudem entstehen weniger Abfallprodukte, wodurch die ökologische Bilanz deutlich steigen würde.

## Literatur

Clausnitzer, Klaus-Dieter & Fette, Max & Janßen, Karen & Lösch, Stefan (2017): Nachdämmung („Aufdoppelung“) alter Wärmedämmverbundsysteme an Wohngebäuden, Hrsg: Frauenhofer IRB Verlag <https://www.irbnet.de/daten/rswb/17029012699.pdf> (eingesehen am 13.01.2025)

Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste (2022). WD 8-3000-004/22: Studien zu Ökobilanzen von Gebäudedämmstoffen <https://www.bundestag.de/resource/blob/891140/839fe19dbc21b7e9a5daddcd637dad71/WD-8-004-22-pdf-data.pdf> (eingesehen am 13.01.2025)

Eicke-Hennig, Werner (2017): Historischer Wärmeschutz: Geschichte der Dämmstoffe, Hrsg: Energieinstitut-Hessen <https://nei-dt.de/Downloads/Geschichte%20der%20Daemmstoffe-Eicke-Hennig-2017.pdf> (eingesehen am 10.01.2025)

<https://www.der-daemmstoff.de/hundertjahre-gebaeuedaemmung/> (eingesehen am 10.01.2025)

<https://de.wikipedia.org/wiki/W%C3%A4rmed%C3%A4mmung> (eingesehen am 10.01.2025)

<https://www.vinylit.de/blog/glossar-organische-daemmstoffe/> (eingesehen am 11.01.2025)

<https://wohnglueck.de/artikel/seegrasdaemmung-31648> (eingesehen am 11.01.2025)

<https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/daemmstoffe/seegras-8511879> (eingesehen am 11.01.2025)

<https://www.hausbauberater.de/bauwissen/waermedaemmung-mit-seegras#:~:text=Vor-%20und%20Nachteile%20der%20Seegras%C3%A4mmung%201%20sehr%20guter,gegen%20Schimmelbildung%20und%20Feuchtigkeit%20sowie%20Sch%C3%A4dlingsbefall%20Weitere%20Elemente> (eingesehen am 11.01.2025)

<https://www.energieheld.de/blog/interviews/interview-neptutherm-richard-meier> (eingesehen am 11.01.2025)

<https://cradle-mag.de/artikel/seegras-daemmung.html> (eingesehen am 11.01.2025)

<https://www.bauhandwerk.de/artikel/fasadendaemmung-mit-seegras-4152912.html> (eingesehen am 11.01.2025)

<https://www.baunetzwissen.de/nachhaltig-bauen/tipps/produkte/daemmen-mit-seegras-4358529> (eingesehen am 11.01.2025)

<https://www.baustoffwissen.de/daemmen-mit-seegras-3110223>

<https://wohntrends-magazin.de/zellulose-daemmung-vorteile-und-nachteile-im-modernen-hausbau/> (eingesehen am 13.01.2025)

<https://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe/zellulose> (eingesehen am 13.01.2025)

<https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/daemmstoffe> (eingesehen am 13.01.2025)

<https://www.fnr.de/presse/pressemitteilungen/aktuelle-mitteilungen/aktuelle-nachricht/marktanteil-von-nawaro-daemmstoffen-waechst> (eingesehen am 13.01.2025)

<https://www.haus.de/bauen/zellulosedae-mmung-29770>(eingesehen am 13.01.2025)

<https://www.effizienzhaus-online.de/zellulose/>(eingesehen am 13.01.2025)

<https://www.rockwool.com/de/rat-und-tat/lexikon/steinwolle/> (eingesehen am 18.01.2025)

<https://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe/mineralwolle/steinwolle-daemmung> (eingesehen am 18.01.2025)

<https://www.hausbauberater.de/bauwissen/waermedaemmung-mit-steinwolle> (eingesehen am 18.01.2025)

<https://www.bauen.de/a/vor-und-nachteile-einer-eps-daemmung/> (eingesehen am 18.01.2025)

<https://www.maler.org/magazin/eps-daemmung-201926653> (eingesehen am 18.01.2025)

<https://www.wegderzukunft.de/massnahmen/mehrfamilienhaus-daemmen/konventionelle-daemmstoffe/> (eingesehen am 19.01.2025)

<https://www.co2online.de/modernisieren-und-bauen/daemmung/konventionelle-daemmstoffe/#:~:text=In%20Deutschland%20erreichen%20sie%20einen%20Marktanteil%20von%2050, Einschmelzen%20eines%20nat%C3%BCrlichen%20Minerals%20wie%20Sand%20oder%20Spat> (eingesehen am 19.01.2025)

<https://www.baustoffwissen.de/wdvs-die-haeufigsten-daemmstoffe-07062024> (eingesehen am 19.01.2025)

<https://epssole.com/de/eps-Schaumstoff-recycling/#:~:text=Ja%2C%20expandiertes%20Polystyrol%20%28EPS%29%20k%C3%B6nnen%20recycelt%20werden.%20W%C3%A4hrend,verarbeitet%20und%20in%20verschiedenen%20Anwendungen%20wiederverwendet%20werden%20kann> (eingesehen am 20.01.2025)

<https://ceresana.com/produkt/marktstudie-daemmstoffe-europa> (eingesehen am 24.01.2025)

<https://www.energieheld.de/blog/interviews/interview-neptutherm-richard-meier> (eingesehen am 24.01.2025)

[https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/oekologie\\_1744.htm](https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/oekologie_1744.htm) (eingesehen am 24.01.2025)

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/oekobilanz> (eingesehen am 28.01.2025)

<https://mit-sicherheit-eps.de/der-lebenszyklus-von-eps> (eingesehen am 28.01.2025)

## Bilder

(1) *Abbildung 1: Nachbau einer Wand aus der Bronzezeit (baunetzwissen.de)*

(2) *Abbildung 2: EPS-Dämmung (bauen.de)*

(3) *Abbildung 3: Tabelle – Brandverhalten von Baustoffen (baunetzwissen.de)*

(4) *Abbildung 4: Einbau von Steinwoll-dämmung (baunetzwissen.de)*

(5) *Abbildung 5: Zellulose als Einblas-dämmung (baunetzwissen.de)*

(6) *Abbildung 6: Neptun-Seegrasdämmung (baunetzwissen.de)*

(7) *Abbildung 7: Einbau von Ostsee-See-gras (baunetzwissen.de)*

(8) *Abbildung 8: Tabelle – Vergleich verschiedener Dämmmaterialien (von Linn Merl)*

## Zur Person



**Linn Merl**

Studentin der Innenarchitektur (B.A.) im dritten Semester an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe

**Kontakt:**

linn.merl@stud.th-owl.de

(Zeichen:44 908)