



Ökobilanzbetrachtung im Lebenszyklus von Dämmstoffen

Die Studierenden im Fortbildungsgang zum Staatlich geprüften Gebäudesystemtechniker der Fachschule für Technik und Gestaltung in Flensburg haben diesen Bericht eigenständig erarbeitet:

Patrick Bächle, Jörg Hosang, Erich Lemmerich, Tom Metzler, Carlo Schimansky, Lukas Storrer, Jan Wohlerl-Thomsen, Steffen Wulff

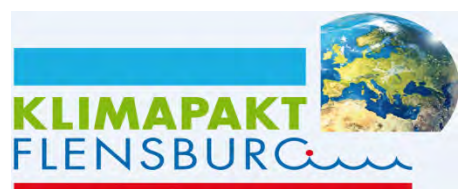
Ansprechpartnerin: Dr. Susanne Krosse

Email: susanne.krosse@esfl.de

Flensburg, Juni 2015



Kooperationspartner der Fachschule für
Technik und Gestaltung in Flensburg.



Die Fachschule für Technik und
Gestaltung in Flensburg ist Fördermitglied
im Klimapakt der Stadt Flensburg.

Inhaltsverzeichnis

1.	Projektbeschreibung	3
2.	Ökobilanz	4
3.	Begriffsdefinitionen	7
4.	Beschreibung Ökobau-Dat und IBU.....	11
5.	Auswahl der Dämmstoffe	12
6.	Marktübersicht Dämmstoffe	13
7.	Beschreibung Dämmstoffe.....	14
7.1.	Aerogel.....	14
7.2.	Baumwolle	16
7.3.	Expandierter Kork	18
7.4.	Expandierter Polystyrol-Hartschaum	20
7.5.	Extrudierter Polystyrol-Hartschaum	22
7.6.	Hanffaservlies	24
7.7.	Holzschäum	26
7.8.	Holzfaser (Trockenverfahren)	28
7.9.	Perlite.....	30
7.10.	Seegras.....	32
7.11.	Steinwolle.....	34
7.12.	Vakuum-Isolations-Paneele	36
7.13.	Zellulosefasern.....	38
8.	Ermittlung der Ökobilanzwerte.....	40
9.	Erläuterung Umwelttacho.....	41
10.	Umwelttacho & Ökobilanzwerte der Dämmstoffe	42
11.	Amortisierung.....	43
12.	Fazit	44
	Literaturverzeichnis.....	45
	Abbildungsverzeichnis	45
	Tabellenverzeichnis	46
	Anlagenverzeichnis.....	46

1. Projektbeschreibung

Das Team der GST14 bearbeitet ein Projekt mit dem Kerninhalt: Lebenszyklusbetrachtung und Ökobilanz von Dämmstoffen. Der Kooperationspartner ist die Artefact gGmbH - Zentrum für nachhaltige Energien. Die Artefact gGmbH beabsichtigt bei einem bestehenden Schrägdach, zwischen den Sparren, verschiedene Dämmstoffe sichtbar zu installieren und die bedeutsamsten Materialkennwerte zu dokumentieren, zu diesem Zweck wurden Informationsdatenblätter entworfen, welche die installierten Dämmstoffe beschreiben. Die Beschäftigung mit der Ökobilanzierung hat folgenden Hintergrund. Unser menschliches Umfeld ist steigend an einem umweltbewussten Leben interessiert. Um beurteilen zu können, welche Aspekte in Betrachtung gezogen werden, stellt die Ökobilanz ein Konzept dar, in dem umweltrelevante Vorgänge erfasst und bewertet werden. Der fachliche Hintergrund in diesem Projekt ist die Beschäftigung und Ausarbeitung der Ökobilanzen von ausgewählten Dämmstoffen, speziell die Bilanzierung und dessen Kriterien. Des Weiteren wird der Lebenszyklus der Dämmstoffe betrachtet.

Das gesteckte Ziel in diesem Projekt ist die Erarbeitung eines Gesamtkonzeptes zur optischen Darstellung des Lebenszyklus von Dämmstoffen, durch eine Umwelt-Tachografik. Weiter soll der Leser detaillierte Informationen über ausgewählte Dämmstoffe erhalten.

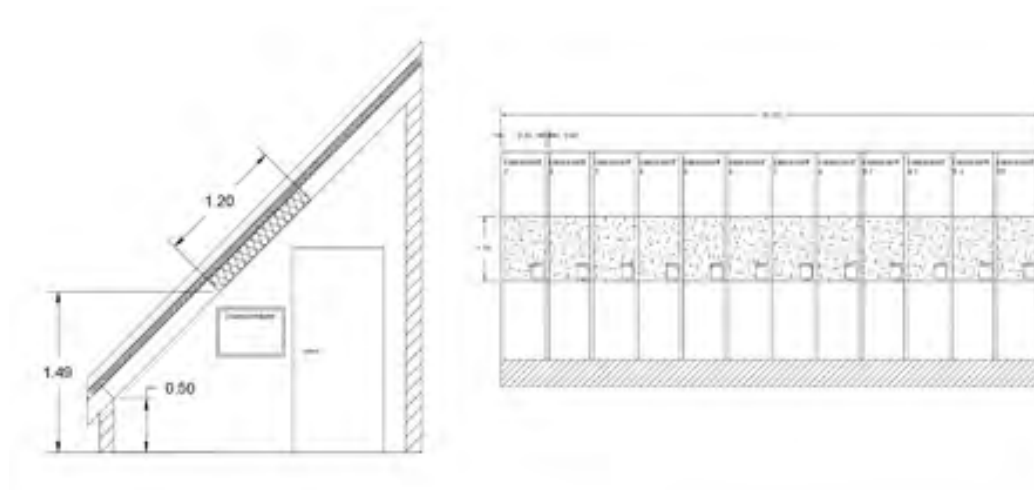


Abbildung 1 schematische Darstellung

2. Ökobilanz

Zur Untersuchung der Umweltbelastung verschiedenster Dämmmaterialien werden Ökobilanzen angefertigt. Diese Bilanzen, stellen sämtliche Lebenszyklen, von der Produktion,- Nutzungs- und der Entsorgungsphase dar. In diesen Phasen, werden die gesamten vor- und nachgeschalteten Prozesse (In und Output- Erfassung), wie z.B. die Entnahme von Rohstoffen aus der Natur und die Abgabe von Emissionen an die Natur berücksichtigt. Die Ökobilanz analysiert den Lebensweg eines Baustoffes von der Wiege bis zur Bahre.

Anhand der gewonnenen Daten, können der Verbrauch von Ressourcen und Umweltbelastungen für die drei Phasen analysiert und verglichen werden. Als zugeführte Faktoren werden Umweltemissionen wie CO₂- Ausstoß oder die Entsorgung des Materials betrachtet. Hierbei wird das Recycling oder die Wiederverwertung des Produktes in die Berechnung integriert und spielt somit eine wichtige Rolle bei der Ökologischen Betrachtung.

Die drei Phasen einer Ökobilanz werden in der nachfolgenden Ausarbeitung näher betrachtet. Anhand der anfallenden Umweltbelastungen und der Einsparung nach dem Einbau können für jeden Dämmstoff Werte ermittelt werden, die untereinander verglichen werden können.



Abbildung 2 Phasen der Ökobilanz

Bei der Betrachtung der Ökobilanz, werden drei Phasen unterschieden:

Herstellungsstadium:

Ist die Betrachtung der zur Produktherstellung „von der Wiege bis zum Werktor“ notwendigen Faktoren bzw. Rohstoffabbau, Aufbereitung, Herstellung der Vorprodukte und Produktionsprozesse.

Die Systemgrenze liegt dabei am Werktor. Aufwendungen und Belastungen, die durch Transport zur Baustelle und für die nötigen Einbauarbeiten anfallen, sind nicht berücksichtigt, da sie von Baustelle zu Baustelle variieren. Die Umweltproduktdeklaration (EPD) stellt weitere Informationen zur Verfügung, die für eine Ökobilanzierung unerlässlich sind. So wird dort beispielsweise für jedes Produkt beschrieben, wo die Herstellung stattfindet, um die Kennwerte für den Transport einzufügen. Diese beziehen sich aber ausschließlich von der Rohstoffgewinnung bis Herstellung.

Nutzungsstadium:

Da bei den betrachteten Dämmmaterialien in der Nutzungsphase keine Emissionen oder Umweltbelastungen anfallen, kann diese Phase in unserer Ausarbeitung vernachlässigt werden. Ebenfalls wurde eine U- Wert Verbesserung für jedes Dämmmaterial angewandt. Diese ist für alle von uns untersuchten Materialien gleich und lässt diese somit besser untereinander vergleichen. Als Energieträger wurde Fernwärme mit Daten der Stadt Flensburg verwendet.

Entsorgungsstadium:

In dieser Phase werden die Faktoren der Entsorgung, z.B. durch eine Müllverbrennungsanlage, oder das Recycling des Dämmstoffes betrachtet. Die „end of life“ Phase kann bei der Verbrennung des alten Materials Gutschriften für die Primärenergie erhalten, jedoch auch einen höheren Faktor für den CO₂ Gehalt, der sich negativ auf die Ökobilanz auswirkt. Diese Abfallbehandlung findet sich für jedes Dämmmaterial wieder und wird in jeder Bilanz von uns betrachtet.

Sach,- und Wirkbilanz

Hierbei werden verschiedene Lebensstadien betrachtet. Dazu gehören die Rohstoffgewinnung, Herstellung, Verarbeitung und Transport, ggf. Gebrauch, Nachnutzung und Entsorgung, die in den 3 Phasen der Ökobilanz integriert sind.

Sachbilanz:

Bei der Sachbilanz wird ermittelt, welche Stoff- und Energieumwandlungsprozesse für das Produkt maßgeblich sind. Die Grenzen (Abschneidkriterien), setzt man üblicherweise auf 1% Stoffmasse und Primärenergieverbrauch. Dieser Wert wird anschließend hochgerechnet und führt somit zu einem vergleichbaren Ergebnis für alle Materialien. Falls ökologisch bedenkliche Stoffe, wie z.B. Weichmacher im Kunststoff, vorhanden sind, müssen diese im Einzelfall überprüft oder außer Kraft gesetzt werden.

Wirkbilanz:

In der Wirkbilanz erfasst man die Emissionen an die Umwelt aller Stoff- und Energieumwandlungsprozesse. Sollte für die Bilanzierung keine Herstellerangaben bezüglich dieser Faktoren vorhanden sein, greift man auf vergleichbare Prozesse zurück und integriert diese in die Berechnung. Die Ökobilanz erhält somit eine Bewertung der Datengrundlagen, aus der man ihre Belastbarkeit ableiten kann und verschiedene Gruppen mit gleicher Umweltwirkung (z.B. Beitrag zum Treibhauseffekt) zusammenfasst.

3. Begriffsdefinitionen

Bauphysikalische Daten

Baustoffklasse nach DIN 4102

Die Baustoffklasse beschreibt das Brandverhalten der Dämmstoffe von A1 und A2 (nichtbrennbare Baustoffe) bis B1 (schwerentflammbare Baustoffe), B2 (normalentflammbare Baustoffe) und B3 (leichtentflammbare Baustoffe). Die Bezeichnungen A1 bis B3 aus DIN 4102 sind vor einigen Jahren in die europäische Norm DIN EN 13501 überführt worden. Die Bezeichnungen dort sind sehr viel komplexer. Viele Hersteller nutzen daher auch heute noch die Bezeichnungen der DIN 4102.

Spezifische Wärmekapazität

Die spezifische Wärmekapazität gibt an, wie viel Wärmeenergie, ein Kilogramm eines Baustoffes aufnehmen kann, bevor seine Temperatur um 1 Kelvin steigt. Diese Angabe ist wichtig für den sommerlichen Wärmeschutz, um ein gleich bleibendes Wohnklima zu erreichen. Je größer der Wert ist, umso mehr Energie wird benötigt um die Temperatur des Stoffes zu erhöhen. Sie wird angegeben in $[\frac{J}{kgK}]$ oder $[\frac{Wh}{kgK}]$.

Wärmeleitfähigkeit (λ)

Die Wärmeleitfähigkeit gibt den Wärmestrom eines Baustoffes an, der durch eine 1m dicke Schicht bei einem Kelvin Temperaturunterschied fließt. Je kleiner dieser Wert desto besser ist die Wärmedämmung eines Baustoffes. Sie wird angegeben in $[\frac{W}{m*K}]$.

Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)

Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl ist das Maß für die Dampfdichtheit eines Baustoffes. Sie bildet eine Vergleichszahl, die angibt um wie viel der Widerstand, gegen Wasserdampfdiffusion, einer Schicht größer ist als der in einer gleich dicken Luftschicht. [1-100.000]

Rohdichte (ρ)

Die Rohdichte bezeichnet das Gewicht eines Stoffes bezogen auf sein Volumen. Sie wird in $[\frac{kg}{m^3}]$ angegeben.¹

¹ vgl. HEGGER; SCWELK; FUCHS; ROSENKRANZ: Baustoff Atlas, Bd. 1. Aufl. Berlin: Birkhäuser, 2005 s. 98-100

Ökobilanz-Daten

Nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT – Primary energy non-renewable total)

Gibt die aus fossilen, endlichen Energiequellen wie z.B. Erdgas, Erdöl oder Braunkohle benötigte Primärenergie an. Primärenergie ist die direkt in den Energiequellen vorhandene Energie. In diesem Bericht wird die Energie angegeben, die zur Herstellung bzw. zur Entsorgung eines Quadratmeters des Baustoffes mit den jeweiligen Schichtdicken benötigt wird. Je kleiner der Wert, desto weniger Energie aus nicht erneuerbaren Quellen wird benötigt. Die benötigte Energie wird in Megajoule [MJ] angegeben.

Erneuerbare Primärenergie (PERT – Primary energy renewable total)

Gibt den verwendeten Energiebedarf aus erneuerbaren Energiequellen, wie unter anderem Sonnenstrahlung, Biomasse, Wind- und Wasserkraft an. In diesem Bericht wird die Energie angegeben, die zur Herstellung beziehungsweise zur Entsorgung eines Quadratmeter Baustoffes mit den jeweiligen Schichtdicken benötigt wird. Je kleiner der Wert, desto weniger Energie wird benötigt. Die benötigte Energie wird in Megajoule [MJ] angegeben.

Einsatz von Süßwasserressourcen (FW - Freshwater)

Gibt den benötigten Wasserbedarf für die Herstellung und Entsorgung eines Baustoffs an. In diesem Bericht bezieht sich der Wasserverbrauch auf einen Quadratmeter und die jeweilige Schichtdicke um die Anforderung der EnEV 2014 zu erfüllen. Der benötigte Wasserverbrauch wird in Kubikmeter [m³] angegeben.

Globales Erwärmungspotenzial (GWP 100 – Global warming potential)

Das Treibhauspotenzial (GWP₁₀₀) ist der potenzielle Beitrag eines Stoffes zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten d.h. zum sogenannten Treibhauseffekt. Der Beitrag des Stoffes wird als GWP-Wert relativ zu dem Treibhauspotenzial des Stoffes Kohlendioxid (CO₂) angegeben. GWP₁₀₀ bezeichnet den Beitrag eines Stoffes zum Treibhauseffekt gemittelt über den Zeitraum von 100 Jahren. Angegeben wird der GWP-Wert in CO₂ Äquivalent [kg CO₂-Äqv.].

Versauerungspotenzial (AP – Acidification potential of land and water)

Das Versauerungspotenzial beschreibt den Anteil an Emissionen eines Baustoffes, die zur Versauerung von Gewässern beitragen. Diese entstehen bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung durch Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen wie Kohle oder Öl. Dieser Wert wird nicht absolut angegeben, sondern bezieht sich auf das Potenzial zur Versauerung von Schwefeldioxid (SO_2). Alle Emissionen werden bezüglich ihres Versauerungspotenzials mit Schwefeldioxid ins Verhältnis gesetzt. Somit wird der Wert in Schwefeldioxidäquivalent [$\text{kg SO}_2\text{-Äqv.}$] angegeben.

Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP – Depletion potential of the stratospheric ozone layer)

Das Ozon-Abbaupotenzial fasst die Wirkung der verschiedenen ozonzerstörenden Gase zusammen. Als Bezugsgröße wird Trichlorfluormethan (FCKW 11, CCl_3F) genutzt. Dadurch wird der Wert in Trichlorfluormethanäquivalent [kg CFC11-Äqv.] angegeben. Je höher der Wert, desto schlechter ist es für die Umwelt.

Eutrophierungspotenzial (EP – Eutrophication potential)

Das Eutrophierungspotenzial beschreibt das Überdüngungspotenzial. Darunter versteht man die Anreicherung von Nährstoffen in Boden und Wasser. Eine Überdüngung kann zu einer Schwächung des Gewebes von Pflanzen führen. In Gewässern kann es zum Fischsterben bis hin zum biologischen Tod des Gewässers führen. Ebenso kann es zur Nitratanreicherung im Grund- und Trinkwasser kommen. Die Substanzen werden im Vergleich zur Wirkung von Phosphat (PO_4^{3-}) zusammengefasst und angegeben im äquivalent dazu. [$\text{kg PO}_4^{3-}\text{-Äqv.}$] Je höher der Wert, desto schlechter ist es für die Umwelt.

Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP – Formation potential of topospheric ozone photochemical oxidants)

Das Ozon-Bildungspotenzial gibt die Möglichkeit der Ozonbildung durch eine photochemische Reaktion an. Ozon ist in höheren Konzentrationen humantoxisch und steht im Verdacht Vegetations- und Materialschäden hervorzurufen. Es wird auch als „Sommersmog“ bezeichnet. Dieses Potenzial ist auf die Wirkung von Ethen (C_2H_4) bezogen [$\text{kg C}_2\text{H}_4\text{-Äqv.}$]. Je höher der Wert, desto schlechter ist es für die Umwelt.²

² vgl. HEGGER; SCWELK; FUCHS; ROSENKRANZ: Baustoff Atlas, Bd. 1. Aufl. Berlin: Birkhäuser, 2005 s. 98-100

Gefährlicher Abfall zur Deponie (HWD-Hazardous waste disposal)

Gibt die Menge Abfall an, die auf einer Deponie der Klasse 3 gelagert werden muss. Deponien der Klasse 3 sind für Stoffe mit einem hohen Anteil an Schadstoffen und einer hohen Schadstofffreisetzung bei der Auslaugung. Die Werte werden in Kilogramm [kg] angegeben. Je höher der Wert, desto größer ist die Menge an Reststoffen die auf einer Deponie gelagert werden müssen.

Nicht gefährlicher Abfall (NHWD-Non hazardous waste disposed)

Gibt die Menge Abfall an, die auf einer Deponie der Klassen 0-2 entsorgt werden kann. Die Werte werden in Kilogramm [kg] angegeben. Je höher der Wert, desto mehr Abfall fällt an.

Radioaktiver Abfall (RWD-Radioactive waste disposed)

Gibt die Menge an radioaktivem Abfall an. Hierbei wird auch die Herstellung der elektrischen Energie berücksichtigt. Des Weiteren enthalten alle mineralischen Grundstoffe geringe Mengen an natürlichen radioaktiven Stoffen. Dieser Wert wird in Kilogramm [kg] angegeben. Je geringer der Wert umso weniger Abfall fällt an.

4. Beschreibung Ökobau-Dat und IBU

Environmental Product Declaration (EPDs) oder auch Umwelt-Produktdeklarationen, sind genormte Datensätze über Baustoffe oder Dienstleistungen, welche internationale Vergleiche ermöglichen. In der Datenbank sind Datensätze zu 700 Bauprodukten und Dienstleistungen enthalten.

Das EPD bilanziert Daten zu einem individuellen Baustoff bzw. Dämmstoff eines Herstellers. Die EPDs enthalten Daten zu Lebenszyklusanalyse oder auch Ökobilanz, diese berücksichtigen 11 Kriterien. Diese EPDs werden in der Baustoffdatenbank des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit in der ÖKOBAUDAT³, zu Verfügung gestellt.

Das Institut Bauen und Umwelt e. V. (IBU)⁴ ist ein Zusammenschluss diverser Bauproduktehersteller, die sich dem Gedanken der Nachhaltigkeit verschrieben haben. Momentan zählt das IBU 160 Mitglieder von Baustoffherstellern aus dem In- und Ausland.

Ihr Anliegen richtet sich an die Öffentlichkeit und die Anwender von Bauprodukten. Die Erstellung der Datensätze über Baustoffe bzw. Baumaterialien erfolgt durch unabhängige Dritte.

Die Datensätze sind in Form von Datenblättern, auf der Homepage des IBU zu Verfügung gestellt. Die Datenblätter enthalten Beschreibungen für die jeweiligen Baustoffe und Dienstleistungen in Endverbraucher verständlicher Form.

In der ÖKOBAUDAT befinden sich reine „Zahlensammlungen“ über die einzelnen Baustoffe, diese sind hauptsächlich für Fachleute.

³ vgl. <http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaudat.html>

⁴ vgl. <http://bau-umwelt.de/>

5. Auswahl der Dämmstoffe

Bei der Auswahl passender Dämmstoffe wurde darauf geachtet, die gesamte Breite des Dämmstoffmarktes abzudecken. Aus jeder Gruppe wurde mindestens ein Dämmstoff gewählt.

Organisch

Bei den organischen Dämmstoffen handelt es sich zum einen um Produkte aus synthetischen Rohstoffen und zum anderen aus nachwachsenden Rohstoffen. Aus den synthetischen Rohstoffen werden die auf Erdöl basierenden Dämmstoffe hergestellt. Die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellten werden nochmals unterteilt in pflanzliche Schaumstoffe, pflanzliche und tierische Faserdämmstoffe.

Anorganisch

Anorganisch bedeutet, dass die Stoffe nicht in der belebten Natur vorkommen und nicht von dieser abstammen. Die anorganischen Dämmstoffe aus mineralischen Rohstoffen werden unterteilt in mineralische Schaumstoffe und künstliche Mineralfasern.

Es wurde aus jeder Gruppe mindestens ein Dämmstoff zur weiteren Betrachtung ausgewählt, ausgenommen die tierischen Faserdämmstoffe. Hier stünde Schafwolle zur Auswahl, da jedoch keine Ökobilanzdaten vorhanden sind, wird diese nicht betrachtet. Sieben Dämmstoffe der Auswahl sind Produkte aus pflanzlichen Faserdämmstoffen, da hier im Ressourceneinsatz zur Herstellung mit markanten Unterschieden zu rechnen ist.

Auswahl

Als ökologische Dämmstoffe, aus nachwachsenden Rohstoffen, wurden Baumwolle, Hanf, Kork, Holzfaserdämmplatten, Zellulose und Seegras(Ostsee) gewählt.

Als konventionelle Dämmstoffe wurden Perlite, Steinwolle, extrudiertes und expandiertes Polystyrol ausgewählt.

Um aufzuzeigen, was sich durch neue Techniken und Produkte auf dem Dämmstoffmarkt ändert, wurden drei relativ neue bzw. sich noch in der Entwicklung befindliche Dämmstoffe ausgewählt. Hierbei handelt es sich um Vakuum-Isolations-Paneele, Dämmstoffe mit Aerogel und dem sich noch in der Entwicklung befindlichen Holzschaum. Für Holzschaum liegen noch keine Ökobilanzdaten vor und eine dahingehende Betrachtung ist nicht möglich.

6. Marktübersicht Dämmstoffe

Diese Tabelle zeigt eine Übersicht der auf dem Markt erhältlichen Dämmstoffe sowie die Gliederung der Dämmstoffe nach ihren Ursprungsmaterialien. Die zur Betrachtung ausgewählten Dämmstoffe wurden farblich markiert.

Dämmstoffe			
anorganisch	aus mineralischen Rohstoffen	mineralische Schaumstoffe	Perlit-Dämmstoffe
			Vakuum Isolations-Paneele
			Dämmstoffe mit Aerogelen
			Schaumglas-Dämmstoffe
			Calciumsilikat-Dämmstoffe
			Vermiculite-Dämmstoffe
	künstliche Mineralfasern	Steinwolle	
Glaswolle			
organisch	aus synthetischen Rohstoffen		Expandiertes Polystyrol
			Extrudiertes Polystyrol
			Polyurethan-Hartschaum
			Polyurethan-Spritzschaum
	aus nachwachsenden Rohstoffen	pflanzliche Faserdämmstoffe	Baumwolle
			Hanf
			Kork
			Holzfaser
			Zellulose
			Seegras
			Kokosfaser
	tierische Faserdämmstoffe	Schafwolle	
		pflanzliche Schaumstoffe	Holzschäum

Tabelle 1 Marktübersicht Dämmstoffe⁵

⁵ <http://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemstoffe.html>

7. Beschreibung Dämmstoffe

7.1. Aerogel

Herstellung

Aerogele werden seit etwa 1940 hergestellt. Bei der Herstellung von Aerogel wird eine Flüssigkeit geliert und das Gel anschließend getrocknet. Durch dieses "Sol-Gel-Verfahren" entstehen die Nanoporen, die derzeit bis hinab auf Porengrößen von fünf Millionstel Millimetern reichen. Die Eigenschaften von Aerogel werden entscheidend durch die Auswahl der Ausgangsstoffe beeinflusst. Es wird vorwiegend aus Silikaten hergestellt (SiO_2).

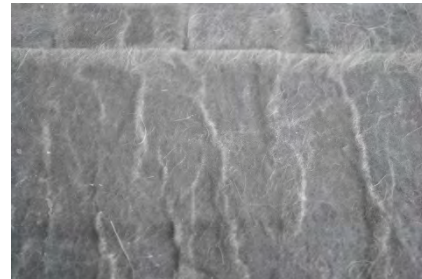


Abbildung 3 Aerogel (Spaceloft)

Zusammensetzung

Zu 40-50% besteht es aus verstärkter Kieselsäure aus Silicium. 20-45% sind Glasfaser und je nach Bedarf werden 0-15% Additive beigemischt.

Nutzung

Hochleistungsdämmstoffe mit Aerogelen werden vor allem dort eingesetzt, wo aus Platzgründen nur geringe Dämmstärken möglich sind.

Entsorgung

Eine Wiederverwertung als Schüttung ist möglich.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
sehr gute Dämmeigenschaften	hoher Energieaufwand bei der Herstellung

Daten

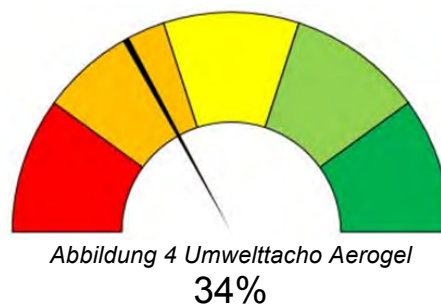
Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,015 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	A1 nicht brennbar
Rohdichte (ρ)	100-150 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	keine Angaben
Spezifische Wärmekapazität	1000-1500 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,06 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt von Aspen Aerogels Inc. und ist nach den Regeln vom Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) erstellt worden. Da es bisher nur für den internen Gebrauch bestimmt ist, haben wir keine EPD-Nummer.

Umwelttacho*



* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.2. Baumwolle

Herstellung

Baumwolle wird auf Feldern angebaut in ca. 75 Ländern weltweit, wie beispielsweise Amerika und China, dadurch kommt es zu langen Transportwegen. Zum Schutz gegen Ungezieferbefall und zum Brandschutz wird Baumwolle mit Borsalz imprägniert.



Abbildung 5 Baumwolle

Zusammensetzung

Besteht fast ausschließlich aus Zellulose. Borsalz-Anteil von 3-8%.

Nutzung

Zum Einsatz kommt Baumwolle als Dämmmatte, Dämmfilze und als Hohlraumdämmung für Wände, Decken und Dach.

Entsorgung

Baumwolle kann der Verbrennung zur Energiegewinnung zugeführt werden.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
gute Wärmedämmeigenschaften	bei andauernder Durchfeuchtung fäulnisgefährdet
gute Schallschutzeigenschaften	lange Transportwege bis Deutschland
verrottungsfest	

Daten

Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,040 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B1 schwerentflammbar, B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	20 - 60 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	1-2
Spezifische Wärmekapazität	840 - 1300 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,17 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Baustoffdatenbank des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB).

Nummer: OEKOBAU.DAT:2.14.02.

Umwelttacho*

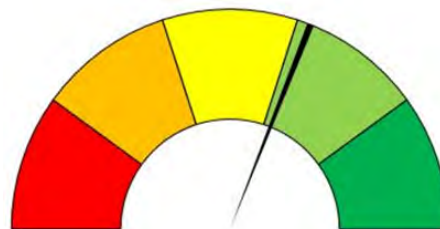


Abbildung 6 Umwelttacho Baumwolle

62%

* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.3. Expandierter Kork

Herstellung

Kork ist zwar ein nachwachsender Rohstoff, aber die Verfügbarkeit der Korkrinde ist durch die Erntemethoden begrenzt. Zur Herstellung des expandierten Korks wird die Korkrinde zu Granulat gemahlen. Dieses wird mit Heißdampf behandelt, durch die Expansion des Granulates und die Bindung durch die korneigenen Harze entstehen Blöcke. Durch diese Methode wird expandierter Kork hoch belastbar, atmungsaktiv, verrottungs- und fäulnisresistent. Die Herstellung von expandiertem Kork benötigt viel Energie.



Abbildung 7 Expandierter Kork

Zusammensetzung

Bei der Herstellung werden keine Zusatzstoffe verwendet.

Nutzung

Geeignet ist Kork für die Innendämmung und zur Dämmung der Kellerdecke. Kork hat auch sehr gute Eigenschaften bei der Dämpfung des Trittschalles und kann somit auch unter Laminat oder Parkettböden als Trittschalldämmung verlegt werden.

Entsorgung

Die Korkdämmung kann auf einer Mülldeponie entsorgt werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit einer thermischen Verwertung.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
recyclingfähig	hoher Frischwasserbedarf bei der Herstellung
durch die hohe Sorptionsfähigkeit raumklimaregulierend	hoher Energieverbrauch bei der Herstellung

Daten

Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,050 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	80 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	2-10
Spezifische Wärmekapazität	1700-1800 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,16 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Baustoffdatenbank des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Nummer: OEKOBAU.DAT:2.9.01.

Umwelttacho*



Abbildung 8 Umwelttacho Expandierter Kork

53%

* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.4. Expandierter Polystyrol-Hartschaum

Herstellung

Das Polystyrol-Granulat wird mit Wasserdampf bei ca. 90°C aufgeschäumt, dabei bläht sich das Material auf das 20-50 Fache seines ursprünglichen Volumens auf. In weiteren Schritten werden die vorgeschäumten Schaumstoffperlen zu Blöcken oder Platten gepresst oder geschäumt. Einige Hersteller mischen noch Adaptive zur Farbgebung bei.



Abbildung 9 Expandierter Polystyrol

Zusammensetzung

Das Basisprodukt für EPS ist Polystyrol-Granulat, es stellt 80-99% Anteil in der Masse. Häufig wird ein Flammschutzmittel (Polymer-FR) beigemischt.

Nutzung

EPS-Dämmstoff kann nahezu für jede Anwendung im Baubereich verwendet werden. Der Dämmstoff kommen meist im Decken-, Wand- und Dachbereich sowie als Trittschalldämmung zur Ausführung.

Entsorgung

EPS lässt sich sehr gut recyceln, es kann zu Dämmplatten aus Recycling-Material verarbeitet werden oder als gemahlenes Material als Zuschlag für Mörtel, Beton oder Dämmputze dienen. EPS-Dämmmaterial, das der Nachnutzung nicht zugeführt werden kann, enthält ein hohes energetisches Potenzial, das genutzt werden kann. 1kg EPS entspricht der Energie von 1,1l Heizöl.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
leichte Verarbeitung	aus fossilen Rohstoffen hergestellt
gutes Wärmedämmvermögen	nicht UV-beständig

Daten

Bauphysikalisch

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,035 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	25,9 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	50-100
Spezifische Wärmekapazität	1200-1500 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,15 m

Ökobilanz

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Datenbank vom Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) EPD Nummer: EPD-IVH-20140139-IBB1-DE

Umwelttacho*



Abbildung 10 Umwelttacho Expandierter Polystyrol
63%

* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.5. Extrudierter Polystyrol-Hartschaum

Herstellung

XPS wird in einem Extrusionsprozess mit Strom als Hauptenergieträger hergestellt. Das Polystyrol-Granulat wird mit Hilfsstoffen im Extruder aufgeschmolzen und ein Treibmittel hinzugefügt. Durch eine Breitschlitzdüse wird die Schmelze ausgetragen, dadurch entsteht ein endloser geschlossenzelliger Polystyrol-Hartschaumstrang. Dieser kann dann in beliebige Formen und Größen geschnitten werden.

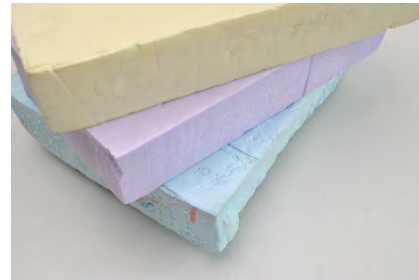


Abbildung 11 Extrudierter Polystyrol

Zusammensetzung

Hauptbestandteil ist mit 90-95% Polystyrol-Granulat, das Treibmittel hat einen Massenanteil von 5-8%. Zum Flammschutz wird Hexabromcyclododekan (HBCD) zu 0,5-3% Massenanteil eingesetzt.

Nutzung

Wärmedämmung von Dach, Decke, Wand, Boden und Perimeter.

Entsorgung

Wird das Produkt so verbaut, dass die Platten nur gering oder gar nicht beschädigt werden und kann zerstörungsfreier Rückbau betrieben werden, so kann das Produkt zum Beispiel zur Dämmung von Kellerwänden oder nicht tragenden Bodenplatten weiterhin genutzt werden.

Die Hersteller empfehlen die thermische Verwertung, die Energie von 1kg XPS-Hartschaum entspricht dem von ca. 1,1 Liter Heizöl.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
mechanisch belastbar	hoher Energieverbrauch bei der Herstellung
unempfindlich gegen Feuchtigkeit	

Daten

Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,035 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	20-50 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	50-250
Spezifische Wärmekapazität	1400-1500 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,15 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Datenbank vom Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) EPD Nummer: EPD-FPX-20140156-IBE1-DE

Umwelttacho*



Abbildung 12 Umwelttacho Extrudierter Polystyrol

61%

* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.6. Hanffaservlies

Herstellung

Das Hanfstroh wird nach dem Rösten im Werk in Fasern und Schäben getrennt. Die Hanffasern werden mit Flammenschutzmitteln (Soda oder Ammoniumphosphat) behandelt und zu Dämmmatten oder Stopfdämmung verarbeitet, die verholzten Schäben zu Schüttdämmstoffen oder festen Platten. Für die Herstellung von Dämmmatten werden die Hanffasern i. d. R. mit Kunststofffasern gemischt und durch Vliesbildner befördert. Im darauf folgenden Thermobondierofen schmilzt der PE-Mantel der Kunststofffaser und verbindet so die Hanffasern.



Abbildung 13 Hanffaservlies

Zusammensetzung

Hanffaservlies besteht zu 85% aus Hanffasern. Der restliche Teil, von ca. 15%, besteht aus Polyesterfasern als Stützfasern. Zur Verbesserung der Baustoffklasse werden die Hanffasern noch mit, ca. 4% des Rohvliesgewichtes, Soda oder Ammoniumphosphat imprägniert.

Nutzung

Die Matten können als Dämmmatten mit Polyesterstützfasern und Soda für Wand, Dach und im Bodenbereich eingesetzt werden. Hanffasern können als Stopfmateriale und Hanfschäben als Schüttematerial ohne Zusätze eingesetzt werden.

Entsorgung

Durch die verwendeten Zusatzstoffe ist es schwer zu recyceln oder zu kompostieren.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
schnell nachwachsender Rohstoff	muss mit Zusätzen verarbeitet werden

Daten

Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,045 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	38 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	1-2
Spezifische Wärmekapazität	1500-1700 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,19 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Baustoffdatenbank des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Nummer: OEKOBAU.DAT:2.13.01

Umwelttacho*



Abbildung 14 Umwelttacho Hanffaservlies
36%

* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.7. Holzschaum

Dieser Dämmstoff befindet sich momentan noch im Forschungsstadium. Deshalb sind die vorhandenen Daten nur vorläufige Angaben vom Fraunhofer-Institut für Holzforschung-Wilhelm-Klauditz-Institut WKI.

Herstellung

Das Holz wird zunächst in kleine Partikel, zu einer schleimigen Masse zermahlen. In diesem Zustand wird dann ein Treibgas hinzugefügt um das Material aufzuschäumen. Die anschließende Aushärtung, sowie die Bindung werden von den holzeigenen Stoffen unterstützt. Aus diesem leichtem Grundwerkstoff lassen sich entweder Hartschaumplatten oder elastische Schaumstoffmatten herstellen. Allerdings gibt es bisher keine industrielle Fertigung des Materials.



Abbildung 15 Holzschäum

Zusammensetzung

Holzschäum besteht aus 100% natürlichen Rohstoffen. Es besteht die Möglichkeit der Herstellung aus Nadel-, Laub-, Durchforstungsholz und Sägenebenprodukten, des Weiteren besteht auch die Möglichkeit der Herstellung aus anderen Lignocellulosen Stoffen wie Hanf oder Stroh.

Nutzung

Die Verwendungsmöglichkeiten liegen im Bereich der Wandinnendämmung und Steildachdämmung.

Entsorgung

Zurzeit keine Angaben. Da es sich um einen rein ökologischen Dämmstoff handelt, sollte die Möglichkeit der thermischen Wiederverwertbarkeit bestehen.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
enthält keine synthetischen Bindemittel	unbekannt auf dem Dämmstoff-Markt
kann aus Holzabfällen hergestellt werden	

Daten

Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	ca. 0,040 W/m ² *K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	ähnlich wie andere Naturfaserdämmstoffe
Rohdichte (ρ)	ca. 40-280 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	zur Zeit keine Angaben
Spezifische Wärmekapazität	zur Zeit keine Angaben
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,17 m

Ökobilanz:

Da der Dämmstoff sich derzeit noch in der Forschung befindet, liegen keine Ökobilanzdaten vor.

Umwelttacho

Durch die fehlenden Ökobilanzdaten konnten wir keinen Umwelttacho erstellen.

7.8. Holzfaser (Trockenverfahren)

Herstellung

Das Grundmaterial Hackschnitzel wird zerfasert und durch Zugabe eines Flammschutzmittels die Brandfähigkeit vermindert. Durch Zumischen von Bindefasern entsteht ein formstabiles Endprodukt. Dieses Gemisch wird zu dem sogenannten Flies ausgelegt. Durch Hilfe von Heißluft werden die Bindefasern geschmolzen, anschließendes abkühlen bewirkt, dass der Dämmstoff seine Form annimmt. Im letzten Schritt wird das Endprodukt auf die gewünschte Größe zugeschnitten.



Abbildung 16 Holzfaserplatte

Zusammensetzung

Das Endprodukt besteht zu ca. 94% aus zerkleinertem Nadelholz, max. 4% Polyurethan Harz und einem Paraffinanteil von max. 1,5%.

Nutzung

Holzfaserdämmplatten können zur Zwischensparren- und Aufsparrendämmung, sowie zur Dämmung von Trockenbauwänden und Decken genutzt werden.

Entsorgung

Holzfaserdämmplatten, die nicht beschädigt oder behandelt wurden, können problemlos weiterhin als Dämmmaterial genutzt werden. Aufgrund des hohen Heizwertes eignet es sich ideal zur energetischen Verwertung.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
aus nachwachsenden Ressourcen	vergleichsweise hoher Preis

Daten

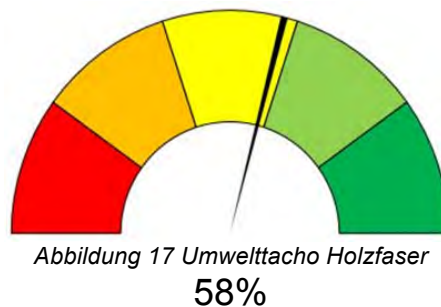
Bauphysikalisch

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,038 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	30-275 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	1-5
Spezifische Wärmekapazität	1600-2100 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,16 m

Ökobilanz

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Datenbank vom Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) EPD Nummer: EPD-KRO-20140033-IBA3-DE

Umwelttacho*



* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.9. Perlite

Herstellung

Das Silikat Gestein wird zermahlen und kurzzeitig auf über 1000°C erhitzt. Bei diesem Vorgang entweicht das gebundene Kristallwasser, dies führt zu einer Aufblähung auf das 10-20 fache des Volumens. Das Endprodukt sind Granulat-Kiesel mit Lufteinschlüssen.



Abbildung 18 Perlite Granulat

Zusammensetzung

Das Ausgangsmaterial von Perlite ist Silikatgestein mit vulkanischem Ursprung. Je nach Anwendungsbereich wird das Granulat mit einer Latexemulsion hydrophobiert oder bituminiert.

Nutzung

Perlite kann als Hohlraum- oder Ausgleichsschüttung, in Flachdächern, als Kerndämmung, in leichten Trennwänden, als Leichtzuschlag für Betone oder als Putzträger eingesetzt werden. Perlite wird auch im Nassverfahren zu Platten verarbeitet, die als Wärmedämmverbundsystem (WDSV) oder zur Dachdämmung eingesetzt werden.

Entsorgung

Bei einem sortenreinen Rückbau besteht die Möglichkeit der Verwendung als Schüttstoff oder als Ausgleichsmasse. Anderenfalls ist eine Entsorgung auf einer Bauschuttdeponie nötig.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
natürlicher Rohstoff	viel Frischwasserbedarf bei der Herstellung

Daten

Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,055 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	A1 nicht brennbar
Rohdichte (ρ)	65 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	5
Spezifische Wärmekapazität	1000 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,23 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Baustoffdatenbank des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Nummer: OEKOBAU.DAT:1.2.07

Umwelttacho*



Abbildung 19 Umwelttacho Perlite
69%

* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.10. Seegras

Herstellung

Das an Ufergewässern und an Küstenstreifen angespülte Seegras wird derzeit am häufigsten in Dänemark eingesammelt. Anschließend wird es auf einem Feld ausgebreitet, dort wird es durch Regen von den anhaftenden Salzurückständen befreit und von Sonne und Wind getrocknet. Abschließend wird es mit einer Rundballenpresse komprimiert.



Abbildung 20 Seegras

Zusammensetzung

Seegras hat von Natur aus einen hohen Silikatanteil, dies macht eine Zusatzbehandlung zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegen Schimmel und Ungeziefer unnötig.

Nutzung

Seegras kann als lose Schüttung oder in komprimierter Form, in Hohlräumen, im Dach oder in der Wand eingebracht werden.

Entsorgung

Die Entsorgung erweist sich als problematisch, da es nicht gut brennt und schwer verrottet. Zurzeit gilt es als Sondermüll und muss nach der Nutzung speziell entsorgt werden.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
schimmelresistent	schwere Entsorgung nach der Nutzungsphase
ungezieferresistent	
keine Zusatzstoffe	

Daten

Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	ca. 0,045 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	ca. 40-280 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	1-2
Spezifische Wärmekapazität	2000 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,19 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz zur Ökobilanz von Seegrass, wurde uns von dem Dänischen Architektenbüro Tegnested Vandkunsten aus Kopenhagen zur Verfügung gestellt.

Umwelttacho*



Abbildung 21 Umwelttacho Seegrass

88%

* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.11. Steinwolle

Herstellung

Die Grundstoffe, Diabas, Basalt und zementgebundene Formsteine, werden bei ca. 1400-1500°C geschmolzen und im Walzenspinnerverfahren zerfasert. Danach werden Schmelz- und Bindemittel in einer wässrigen Lösung aufgesprüht. In Härteöfen, bei 200-300°C, vernetzen sich die Bindemittel zu Duroplasten und geben somit Halt. Der mittlere Faserdurchmesser beträgt 0,003-0,006 Millimeter.



Abbildung 22 Steinwolle

Zusammensetzung

Den größten Teil bilden die zementgebundenen Formsteine mit 50-73%. Diabas, Basalt hat einen Anteil von 27-50%. Als Bindemittel wird Phenol-Formaldehyd-Harz, zu maximal 3%, sowie maximal 0,2% aliphatisches Mineralöl und maximal 0,1% Siloxanol verwendet.

Nutzung

Produkte aus Steinwolle eignen sich für eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. Die klassischen Anwendungen liegen im Hochbau und im Innenausbau. Von leichten Produkten zur Dachdämmung über Fassadenplatten mit hoher Abreißfestigkeit bis zu schweren Flachdachplatten. Im Innenbereich werden Produkte aus Steinwolle zum Beispiel bei Trennwänden oder der Innenraumdämmung verwendet.

Entsorgung

Bei einem sortenreinen Rückbau ist eine Rückführung in die Produktion oder die Verwendung als Zusatzstoff bei der Ziegelherstellung möglich. Ist diese nicht möglich, ist eine Entsorgung auf der Deponie für Bau- und Abbruchabfall nötig.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
vielseitig anwendbar	hohe Staubentwicklung bei der Verarbeitung
nicht brennbar	geringe spezifische Wärmekapazität

Daten

Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,040 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	A1 nicht brennbar
Rohdichte (ρ)	35-50 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	1
Spezifische Wärmekapazität	840 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,14 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Datenbank vom Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) EPD Nummer: EPD-DRW-2012111-DE

Umwelttacho*



Abbildung 23 Umwelttacho Steinwolle

43%

* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.12. Vakuum-Isolations-Paneele

Herstellung

Die benötigten mineralischen Rohstoffe werden in der entsprechenden Zusammensetzung miteinander vermischt und mit einer Hydraulikpresse zu einer Platte gepresst. Die Platten werden bei einer Temperatur zwischen 60°C und 150°C getrocknet und mit einem Spinnvlies umhüllt. Danach wird der Stützkern mit einer metallisierten Kunststoffverbundfolie umschlossen, wobei eine Seite offenbleibt. Durch die offene Seite wird aus diesem Stützkern das Innere evakuiert und bei Erreichen des entsprechenden Druckbereichs verschweißt.

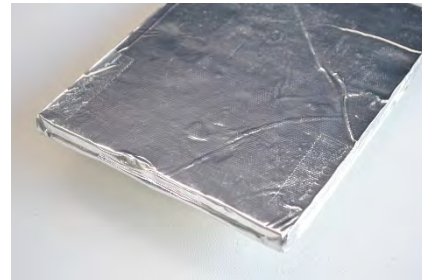


Abbildung 24 Vakuum-Isolations-Paneele

Zusammensetzung

Der Stützkern besteht aus hochdisperser Kieselsäure mit Infrarot-Trübungsmittel und Cellulose-Fasern, mit einem Verhältnis von: 60-90% pyrogener Kieselsäure, ca. 10-40% Siliziumcarbid und maximal 5% Viskosefasern. Die metallisierte Kunststoffverbundfolie wird mit einer flammenhemmenden Lackierung versehen.

Nutzung

Vakuum Isolierpaneele werden als hocheffiziente Wärmedämmung von Wänden, Dächern und Bodenplatten von Gebäuden eingesetzt. Da sie ein Vakuum beinhalten, dürfen sie nicht beschädigt werden. Beim Einbau und auch bei der Nutzung ist daher besondere Vorsicht geboten.

Entsorgung

Bei einem zerstörungsfreien Rückbau können die Rohstoffe beim Hersteller wieder dem Herstellungskreislauf zugeführt werden. Bei einer Verunreinigung oder teilweiser Zerstörung besteht die Möglichkeit der Verwendung als Füllstoff im Straßenbau.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
geringe Schichtdicke erforderlich	beim Verlust des Vakuums Verschlechterung der Dämmwirkung
sehr gute Dämmeigenschaft	hoher Anschaffungspreis

Daten

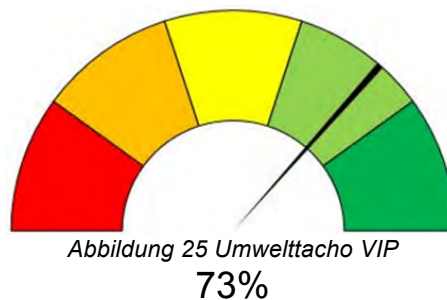
Bauphysikalisch:

Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,0046 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	30-100 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	∞
Spezifische Wärmekapazität	keine Angaben
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,03 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Datenbank vom Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) EPD Nummer: EPD-POR-20140214-IBC1-DE

Umwelttacho*



* zur Erklärung siehe Kapitel 9

7.13. Zellulosefasern

Herstellung

Zellulosefasern werden aus Altpapier hergestellt. Das Altpapier wird mechanisch zerkleinert und zermahlen, durch das Mahlverfahren entsteht eine dreidimensionale Struktur der Flocken. Um eine bessere Baustoffklasse zu erreichen und als Schutz vor Schimmel, werden der Zellulosefaser 12-20% Borsalz beigefügt.



Abbildung 26 Zellulosefasern

Zusammensetzung

Zellulosefaser besteht aus Altpapier, größtenteils alte Zeitung, mit einer Zugabe von bis zu 20% Borsalzen.

Nutzung

Die Einsatzmöglichkeiten von Zellulosedämmung sind vielfältig. Das Einblassystem ermöglicht eine fugenlose und verschnittfreie Dämmung. Zellulosefasern eignen sich für Dachschrägen, oberste Geschossdecken, Zwischendecken, Fußböden, Außen- und Innenwände in Ständer-/Holzrahmenbauweise, Innenwanddämmungen, Fassadendämmungen, Pufferspeicher, Installationsschächte.

Entsorgung

Bei einem sortenreinen Rückbau sind Zellulosefasern wiederverwertbar. Durch die Zugabe von Borsalzen ist Zellulosefaser nicht kompostierbar, jedoch deponie fähig.

Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
Recyclingrohstoff	hohe Feinstaubentwicklung bei der Verarbeitung
wiederverwertbar	

Daten

Bauphysikalisch:

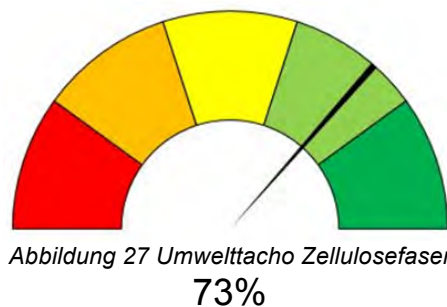
Wärmeleitfähigkeit (λ)	0,040 W/m*K
Baustoffklasse (nach DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Rohdichte (ρ)	45 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	$\leq 1-3$
Spezifische Wärmekapazität	1600-2100 J/kg*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,17 m

Ökobilanz:

Die Daten befinden sich detailliert im Anhang dieser Ausarbeitung. Der Datensatz stammt aus der Baustoffdatenbank des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB).

Nummer: OEKOBAU.DAT: 2.11.01.

Umwelttacho*



* zur Erklärung siehe Kapitel 9

8. Ermittlung der Ökobilanzwerte

Im ersten Schritt wurde ermittelt, welche Faktoren innerhalb des Lebenszyklus eines Dämmstoffes relevant sind und geprüft, in welchem Umfang Daten zur Verfügung stehen. Hat sich die Quelle der Angabe als verlässlich erwiesen, wurden die Daten für den späteren Vergleich übernommen.

Als nächstes wurden alle ermittelten Daten der Umweltfaktoren gegeneinander geprüft, ob überhaupt eine Vergleichbarkeit möglich ist. Diesem Kriterium hielten nicht alle ökologische Faktoren stand, wie zum Beispiel der Einsatz von Sekundärstoffen oder das Potenzial für den Abbau nicht fossiler Ressourcen. Häufig stellte sich hier das Problem, dass keine Daten verfügbar waren beziehungsweise der Faktor keinen Einfluss auf den jeweiligen Dämmstoff hatte.

Für den endgültigen Vergleich der zwölf ausgewählten Dämmstoffe sind folgende elf aussagekräftige Faktoren herangezogen worden.

a. Umweltauswirkungen

1. Globales Erwärmungspotenzial (GWP)
2. Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)
3. Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)
4. Eutrophierungspotenzial (EP)
5. Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)

b. Ressourceneinsatz

6. Total erneuerbare Primärenergie (PERT)
7. Total nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT)
8. Einsatz von Süßwasserressourcen (FW)

c. Abfall

9. Gefährlicher Abfall zur Deponie (HDW)
10. Entsorgter nicht gefährlicher Abfall (NHWD)
11. Entsorgter radioaktiver Abfall (RWD)

Die tabellarische Darstellung aller ausgewählten Dämmstoffe nebeneinander ermöglicht den Vergleich aller Werte. Die ökologischen Faktoren sind untereinander angeordnet und ermöglichen so einen direkten Vergleich miteinander. Alle Werte sind in der wissenschaftlichen Schreibweise mit Exponent eingetragen worden. Dieses war notwendig, weil auch sehr kleine Werte wie zum Beispiel $-0,0000000751$ als Angabe vorkamen und so eine ausführliche Schreibweise unübersichtlich wirkte.

Die Lebenszyklusphasen eines Dämmstoffes, Produktions-, Nutzungs- und Entsorgungsstadium, wurden ebenfalls getrennt voneinander aufgeschlüsselt. Dieses ermöglicht dem Betrachter den Lebenszyklus des jeweiligen Stoffes genauer nachzuvollziehen. In der letzten Spalte wurde durch Addition der drei Stadien die Gesamtbilanz der Werte gebildet. Dieses stellt die Grundlage für den Umweltacho dar, welche von uns entwickelt wurde. Die Auflistung der

bauphysikalischen Werte sowie der Amortisierung (energetisch als auch wirtschaftlich) runden das Gesamtinfopaket für den interessierten Betrachter ab.

9. Erläuterung Umwelttacho

Der Umwelttacho entstand aus der Überlegung, dem Betrachter eine einfache grafische Einschätzung aller ökologischen Einflussfaktoren der ausgewählten Dämmstoffe zu geben. Er setzt sich wie in Punkt 8 beschrieben aus den Gesamtbilanzwerten aller Faktoren zusammen.

Für die Bewertung der Dämmstoffe wurde festgelegt, dass pro Kriterium 78 Punkte vergeben werden. Diese Menge errechnet sich aus der Addition der Zahlen eins bis zwölf. Somit erhielt der ökologisch wertvollste Dämmstoff zwölf Punkte und der am wenigsten ökologische einen Punkt. Alle Einflussfaktoren wurden mit der gleichen Gewichtung berechnet.

Zur besseren Darstellung der Werte wurde ein Farbampelsystem eingefügt. Die drei ökologisch besten Dämmstoffe erhielten jeweils die Farbe Grün, die drei schlechtesten jeweils die Farbe Rot. Gelb gezeichnete Flächen beschreiben hingegen immer den durchschnittlichen Wert.

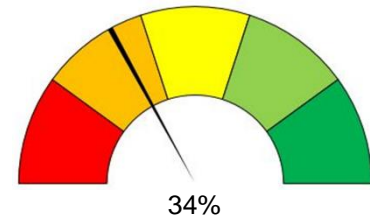
Der Umwelttacho ist in fünf Bereiche gegliedert, wobei jeder Bereich 20% umfasst. Auch hier lässt sich das Ampelfarbsystem wiederfinden. Ist ein Dämmstoff sehr ökologisch, erhält er einen hohen Zeigerausschlag, welcher sich im grünen Bereich wiederfinden lässt.

10. Umweltacho & Ökobilanzwerte der Dämmstoffe

Aerogel

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	A1 nicht brennbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,015 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,06 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	100-150 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	Keine Angabe
Spezifische Wärmekapazität	1000-1500 J/kg*K



Herstellung

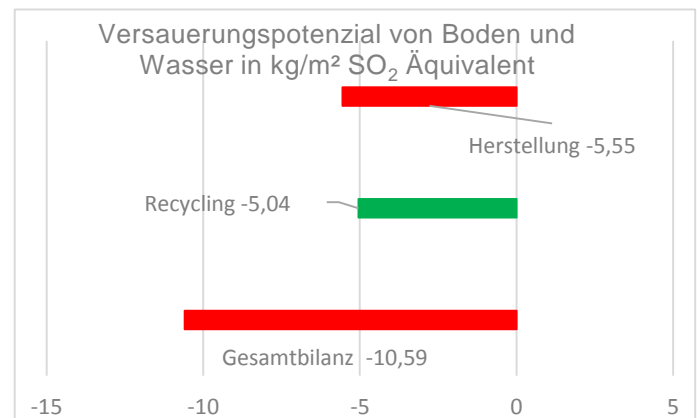
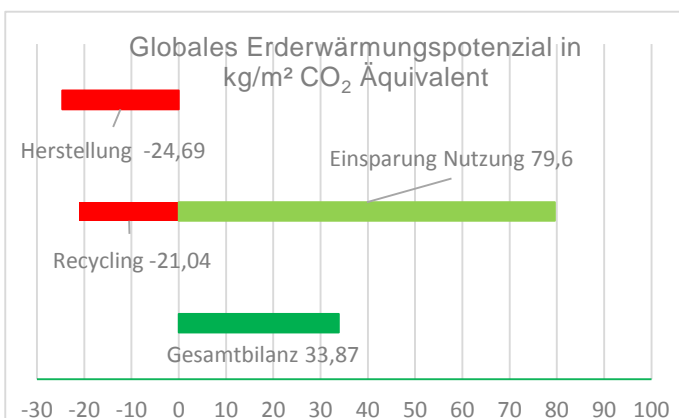
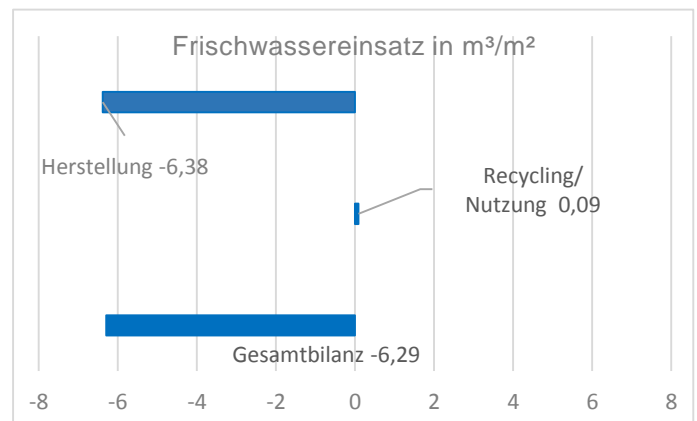
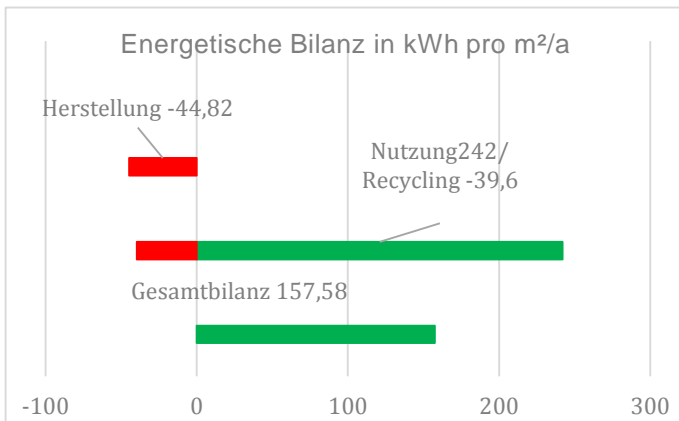
Aerogele werden seit etwa 1940 hergestellt, Ihre Anwendung als Dämmstoff ist allerdings noch neu. Bei der Herstellung von Aerogel wird eine Flüssigkeit geliert und das Gel anschließend getrocknet. Durch dieses "Sol-Gel-Verfahren" entstehen die Nanoporen, die dann Porengrößen bis zu fünf millionstel Millimetern erreichen. Die Eigenschaften des Aerogels werden entscheidend durch die Auswahl der Ausgangsstoffe beeinflusst. Es wird vorwiegend aus Silikaten hergestellt.

Anwendungsbereich

Hochleistungsdämmstoffe mit Aerogelen werden vor allem dort eingesetzt, wo aus Platzgründen nur geringe Dämmstärken möglich sind. Verbundelemente werden aufgrund ihrer Lichtdurchlässigkeit in Dächern, Fassaden und Industrieverglasungen angewendet.

Ökobilanzierung

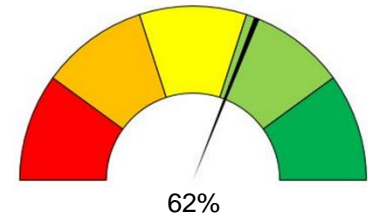
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Baumwolle

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	A2 schwerentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,17 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	40 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	$\leq 1-2$ m
Spezifische Wärmekapazität	840 J/kg*K



Herstellung

Baumwolldämmstoffe werden aus der pflanzlichen Faser hergestellt, die meist in asiatischen Ländern als Monokulturen angebaut werden. Aus der Faser wird ein vliesartiger Dämmstoff zu Matten bis 20 cm Stärke hergestellt. In der Regel wird die Baumwolle zu Vermeidung von Schimmelansatz und zur Verbesserung des Brandschutzes mit Borsalzen imprägniert. Seit einiger Zeit existieren Baumwollflocken, die ähnlich wie Zelluloseflocken, in Hohlräume eingeblasen werden können.

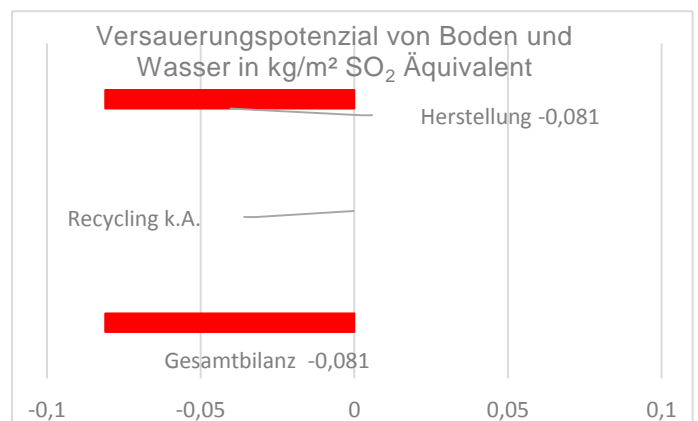
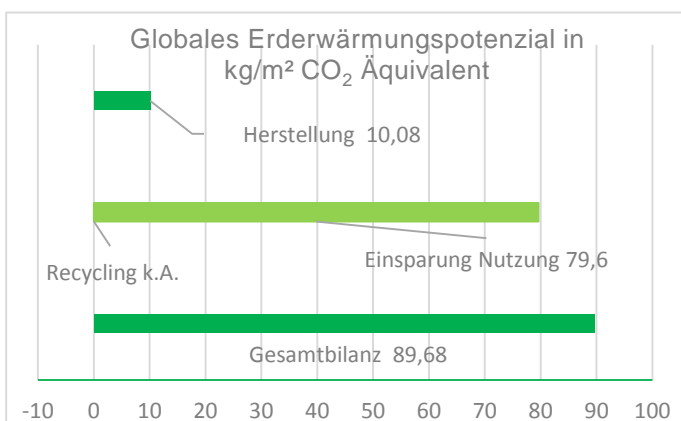
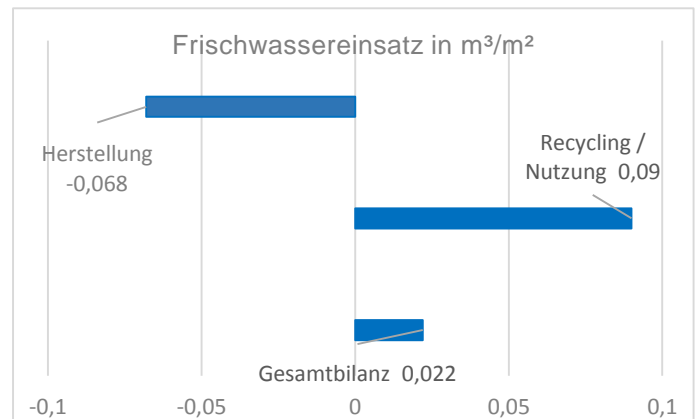
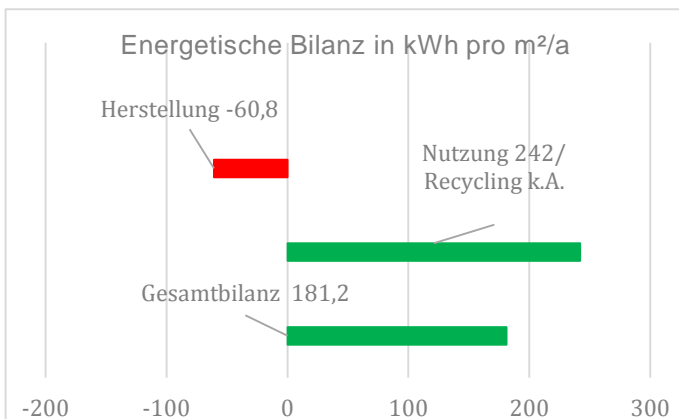
Anwendungsbereich

Dämmstoffe aus Baumwolle finden Verwendung in Geschosdecken, Innendämmung, Trennwänden und als Zwischensparrendämmung.

Der Dämmstoff ist mottensicher, da die Pflanzenfasern diffusionsoffen sind, alterungsbeständig, schimmelbeständig, thermisch belastbar (100°C), wasserabweisend, stand- und rüttelfest, chemisch neutral und wiederverwertbar

Ökobilanzierung

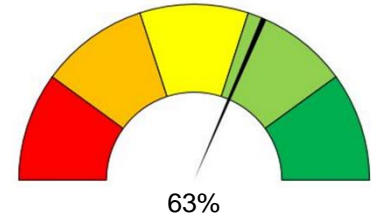
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Expandiertes Polystyrol (EPS)

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,035 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,15 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	25,9 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	50-100 m
Spezifische Wärmekapazität	1200-1500 J/kg*K



Herstellung

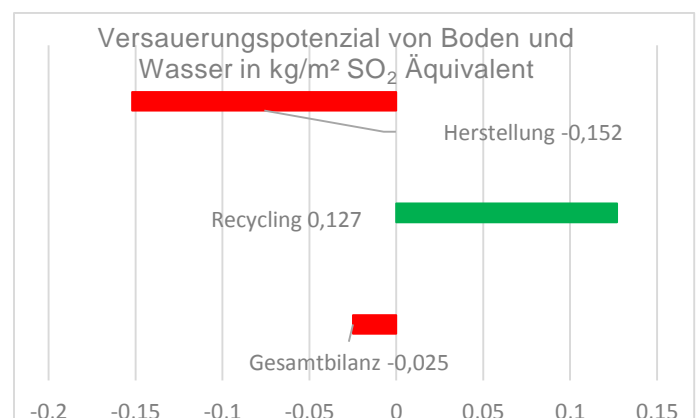
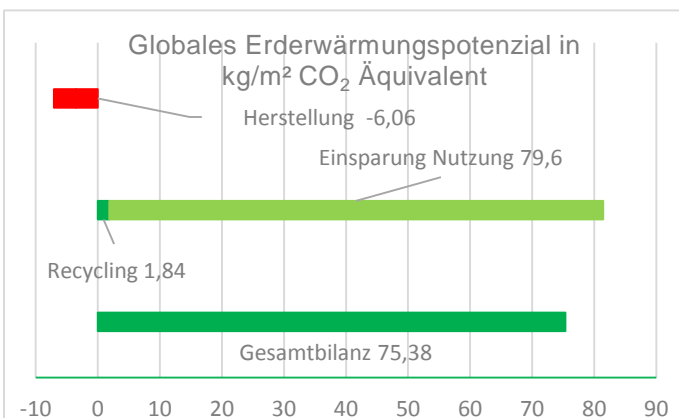
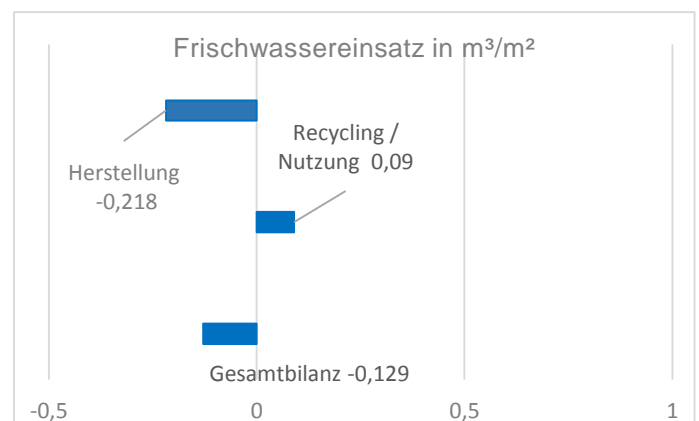
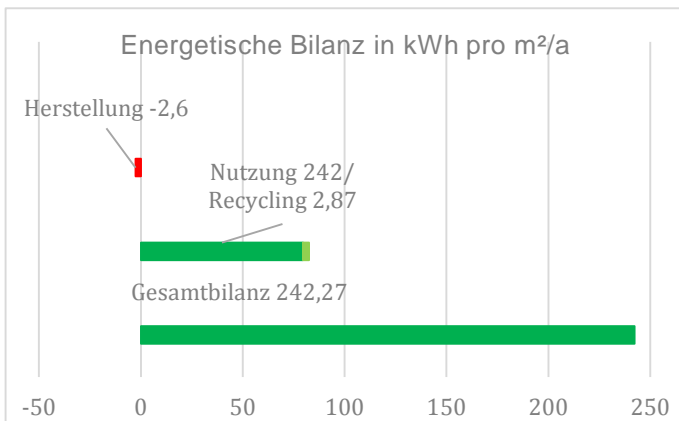
Der Hauptbestandteil von EPS ist Polystyrol, das als Granulat-Lieferung zu den Dämmstoffherstellern kommt. In einem ersten Arbeitsschritt wird das Granulat bei Temperaturen von 90°C mit Hilfe von Wasserdampf vorgeschäumt. Dabei bläht es sich um etwa das 20-50 fache seines ursprünglichen Volumens auf. In der weiteren Bearbeitung werden die vorgeschäumten Schaumstoffperlen zu Blöcken oder Platten gepresst oder geschäumt.

Anwendungsbereich

EPS-Dämmstoffe können für nahezu jede Anwendung im Baubereich gefertigt werden. Sie kommen meist im Decken-, Wand- und Dachbereich sowie als Trittschalldämmung zur Ausführung.

Ökobilanzierung

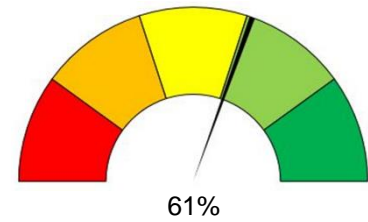
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Extrudierter Polystyrol Hartschaum (XPS)

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,035 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,15 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	20-50 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	$\leq 50-250$ m
Spezifische Wärmekapazität	1400-1500 J/kg*K



Herstellung

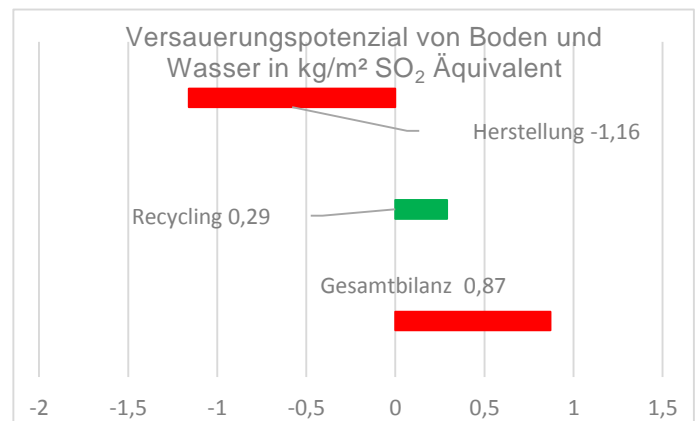
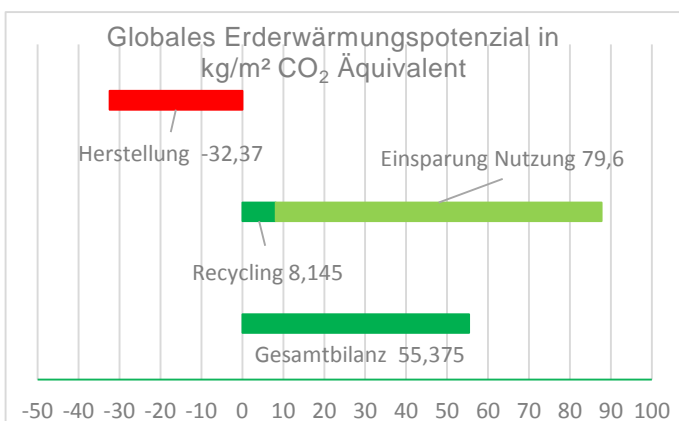
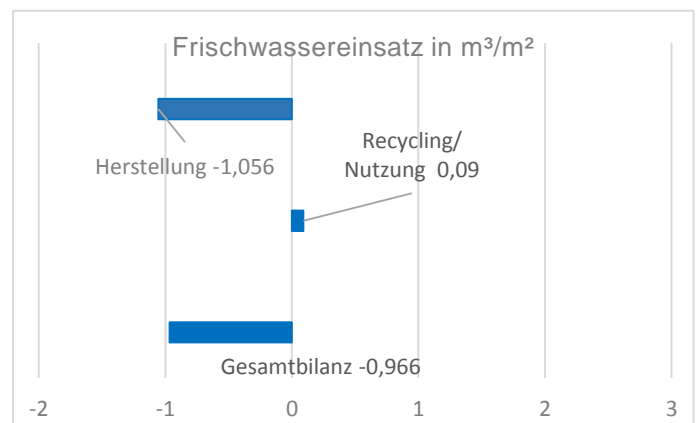
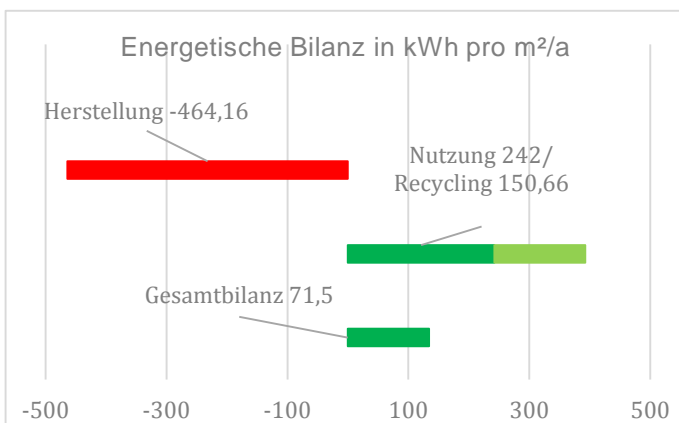
Extrudierter Polystyrol Hartschaum (XPS) ist ein geschlossenzelliger, harter Dämmstoff aus Polystyrol. Das Polystyrol-Granulat wird unter Zusatz eines Treibmittels (Kohlendioxid) zu Blöcken oder Platten in einem Extruder aufgeschäumt. Durch die Extrusion wird eine Vielzahl kleiner geschlossener Zellen erzeugt, die dann zu einer hohen mechanischen Belastbarkeit und einer hohen Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit führen.

Anwendungsbereich

Extrudierter Polystyrol Hartschaum wird vorwiegend in Bereichen eingesetzt, in denen der Wärmeschutz hoher Feuchtebeanspruchung und mechanischen Belastungen ausgesetzt ist. Typische Einsatzbereiche sind daher Flachdächer (Umkehrdächer, Gründächer, Terrassendächer, Parkdecks), Böden (lastabtragend) und Sockeldämmung.

Ökobilanzierung

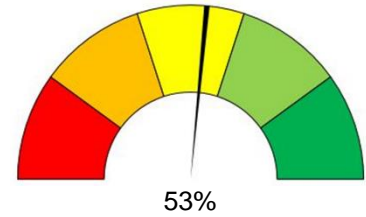
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Expandierter Kork

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,050 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,21 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	80 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	$\leq 2-10$ m
Spezifische Wärmekapazität	1700-1800 J/kg*K



Herstellung

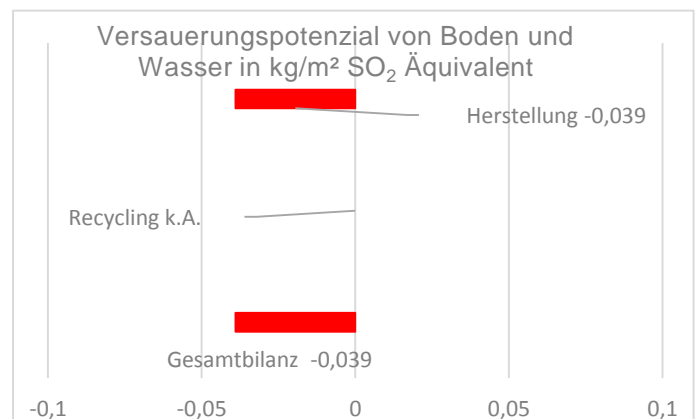
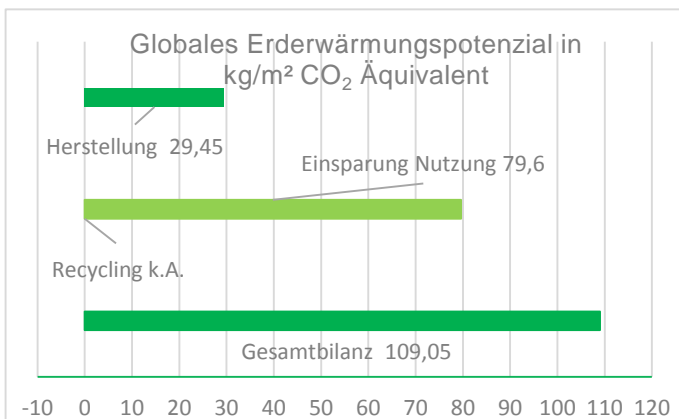
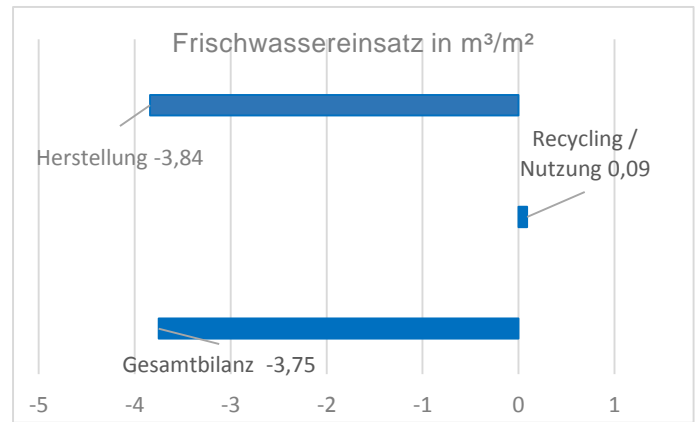
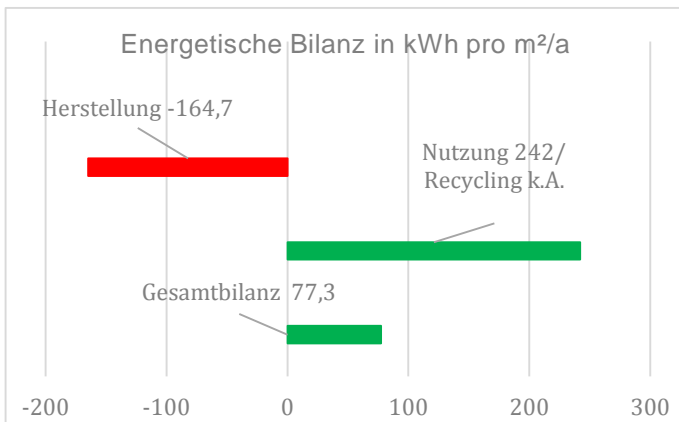
Die Herstellung erfolgt durch mahlen von geschälter Korkrinde zu Granulat, das für die Herstellung von Backkork in Autoklaven mit Heißdampf behandelt wird. Durch Expansion des Granulates und Bindung durch die korneigenen Harze (Suberin) entstehen Blöcke, die nach einer Ablüftzeit zu Platten geschnitten werden.

Anwendungsbereich

Kork als Dämmstoff ist sehr vielseitig. Verwendung findet Kork als Zwischensparren- oder Aufsparrendämmung sowie in Wänden als Wärmedämmverbundsystem und als Gefachdämmung in Holzrahmenbauweise.

Ökobilanzierung

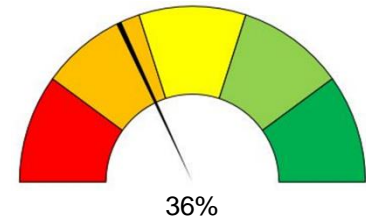
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Hanfvlies

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,045 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,19 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	38 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	$\leq 1-2$ m
Spezifische Wärmekapazität	1500-1700 J/kg*K



Herstellung

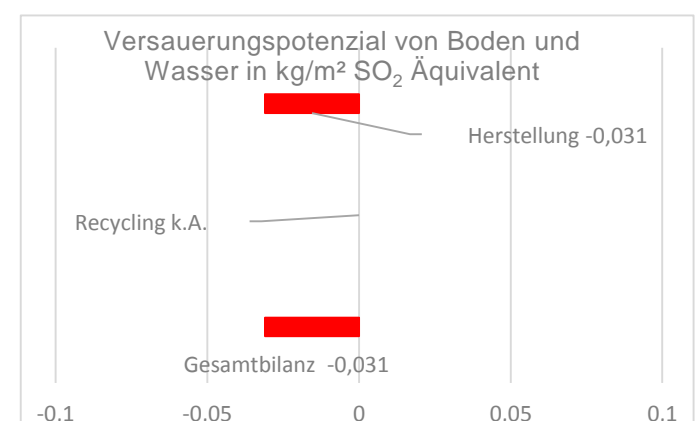
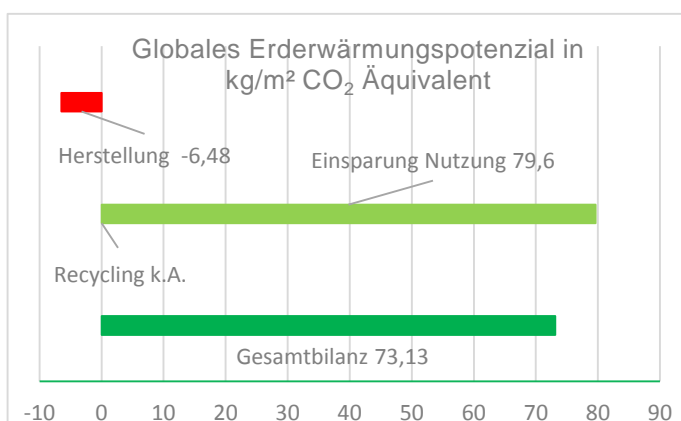
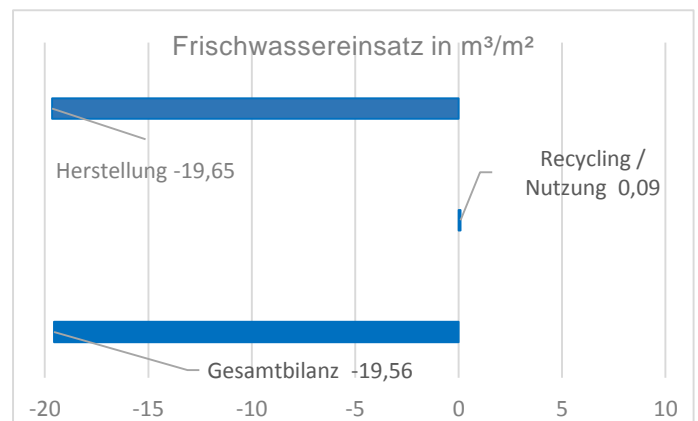
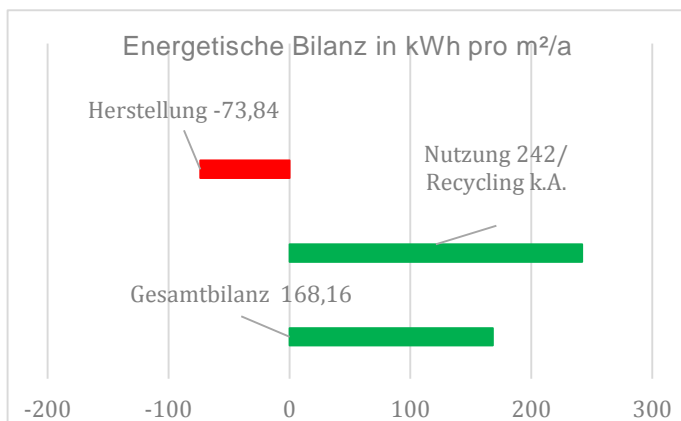
Das Hanfstroh wird nach dem Rösten im Werk in Fasern und Schäben getrennt. Die Hanffasern werden mit Flammschutzmitteln (Soda oder Ammoniumphosphat) behandelt und zu Dämmmatten oder Stopfdämmung verarbeitet, die verholzten Schäben zu Schüttdämmstoffen oder festen Platten. Für die Herstellung von Dämmmatten werden die Hanffasern i. d. R. mit Kunststofffasern gemischt und durch Vliesbildner befördert. Im darauf folgenden Thermobondierofen schmilzt der PE-Mantel der Kunststofffaser und verbindet so die Hanffasern.

Anwendungsbereich

Die Matten können als Dämmmatten mit Polyesterstützfasern und Soda für Wand, Dach und im Bodenbereich eingesetzt werden. Hanffasern können als Stopfmateriale und Hanfschäben als Schüttdämmmaterial ohne Zusätze eingesetzt werden. Lose Hanffasern mit Borsalzen sind - Zellulosefasern ähnlich - als Einblasmaterial zu verwenden.

Ökobilanzierung

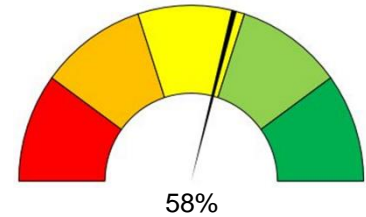
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Holzfaser-Dämmplatte

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,038 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,16 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	30-275 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	$\leq 1-5$ m
Spezifische Wärmekapazität	1600-2100 J/kg*K



Herstellung

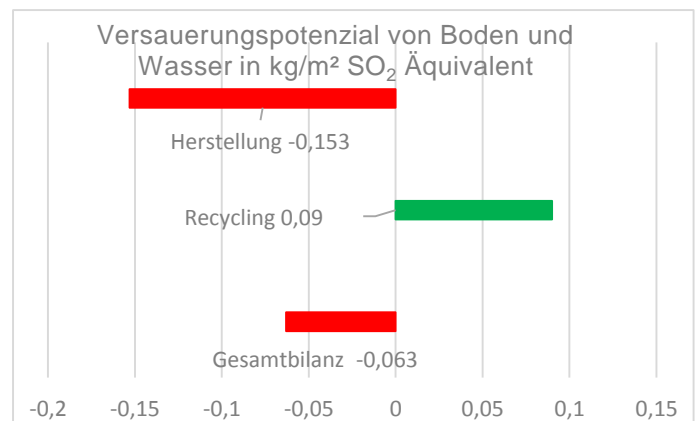
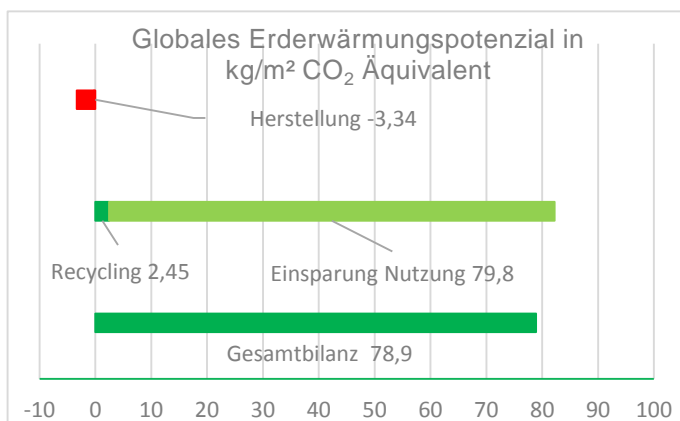
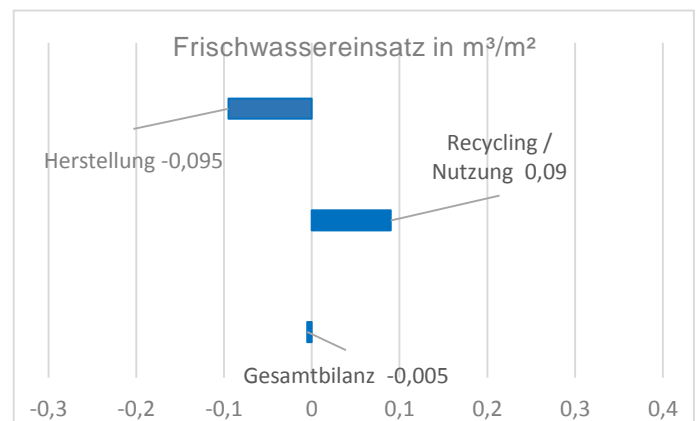
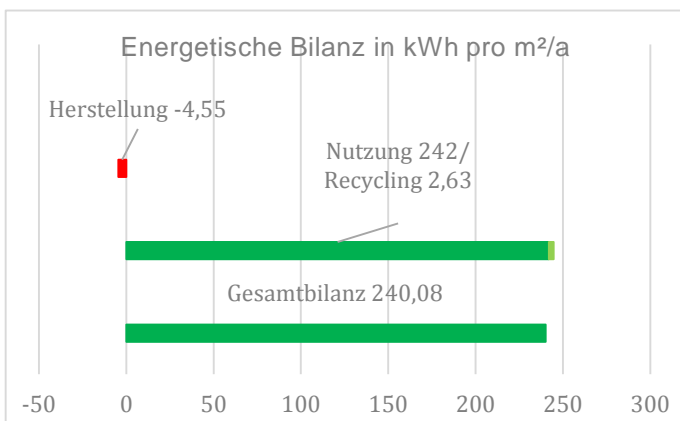
Die Herstellung wird in zwei verschiedenen verfahren unterschieden, das Nassverfahren und das Trockenverfahren. In dieser Bilanz wird das Trockenverfahren beschrieben. Für die Produktion von Holzfaserdämmstoffen werden Hackschnitzel zerkleinert. Durch das Hinzufügen eines Flammschutzmittels wird die Brandfähigkeit des Materials gemindert. Ein anschließender Trocknungsprozess sorgt dafür, dass das Flammschutzmittel abtrocknen kann und keine Schimmelbildung auftritt. Ein Zumischen von Binfasern bewirkt, dass später ein formstabilisiertes Endprodukt entsteht. Anschließend wird das Gemisch auf feinen Bahnen ausgelegt, dem sogenannten Vlies. Dieses Vlies wird zu einem Durchströmungssofen geführt, in welchem die Binfasern mit Hilfe von Heißluft angeschmolzen werden. Ein sofortiges Abkühlen sorgt dafür, dass der Dämmstoff seine Form annimmt. Im letzten Schritt wird das überschüssige Material abgetrennt und das Fertigprodukt auf die gewünschte Größe zugeschnitten.

Anwendungsbereich

Holzfaserdämmplatten können in der Zwischensparren- oder Aufsparrendämmung eingesetzt werden. Des Weiteren werden Holzfaserplatten zur Wanddämmung im Trockenbau und zur Wärmedämmung von Decken eingesetzt. Hier werden mittlerweile auch Trockenestrich Dämmsysteme mit Holzfaserdämmplatten angeboten. In der Regel weisen die Holzfaserdämmplatten umlaufend Nut und Feder auf und werden versetzt in mehreren Lagen verlegt.

Ökobilanzierung

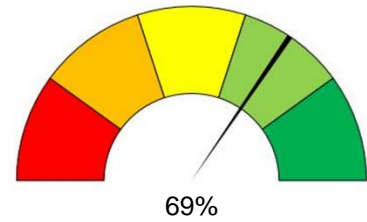
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Perlite

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	A1 nicht brennbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,055 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,23 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	65 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	5 m
Spezifische Wärmekapazität	1000 J/kg*K



Herstellung

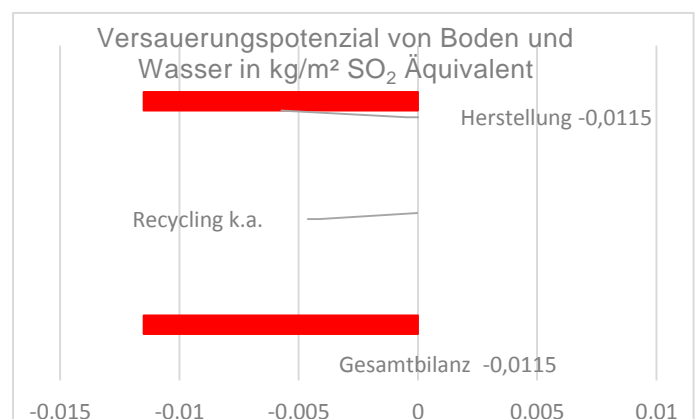
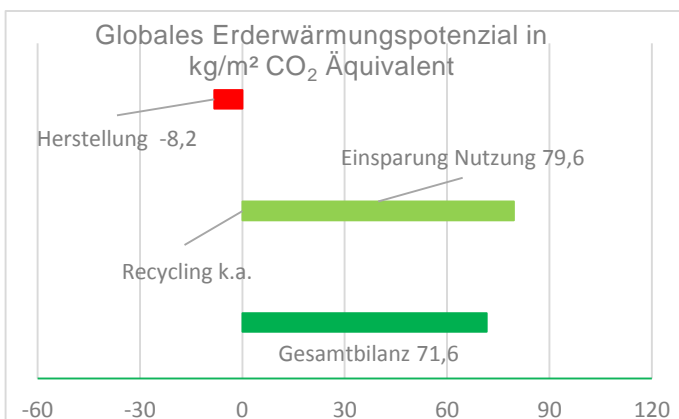
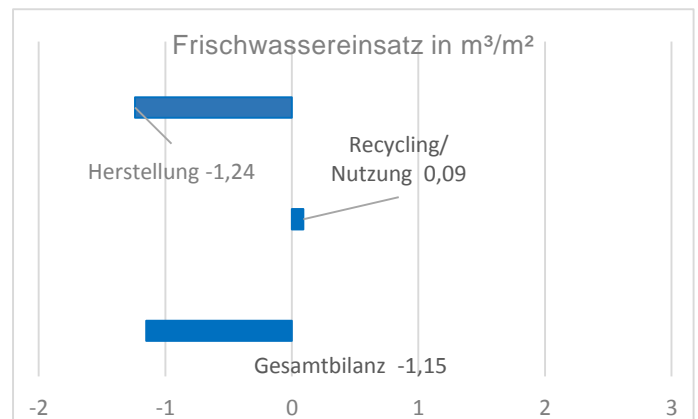
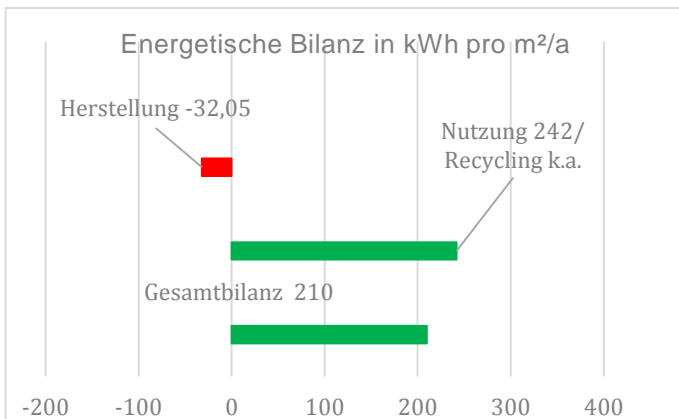
Als Rohstoff für Blähperlite wird ein glasartiges Gestein aus unterseeischer Vulkanaktivität mit der mineralogischen Bezeichnung Perlit verwendet. Blähperlite wird durch schockartiges Erhitzen und Expandieren von fein gemahlene Perlitkörnern bei Temperaturen von mehr als 1000°C hergestellt. Dabei dehnt sich das im Stein enthaltene Wasser aus und bläht diesen bis auf 20-Fache seines ursprünglichen Volumens aus. Die Korngröße und Schüttdichte, werden durch den Blähprozess beeinflusst. Je nach Anwendungsfall wird das Granulat mit Latexemulsion hydrophobiert oder bituminiert.

Anwendungsbereich

Perlite können als Hohlräum- oder Ausgleichsschüttung, in Flachdächern, als Kerndämmung, in leichten Trennwänden oder als Leichtzuschlag für Beton oder Putzträger eingesetzt werden.

Ökobilanzierung

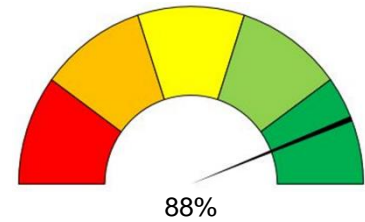
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Seegras (Ostsee)

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,044 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,18 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	50 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	1-2 m
Spezifische Wärmekapazität	Keine Angabe



Herstellung

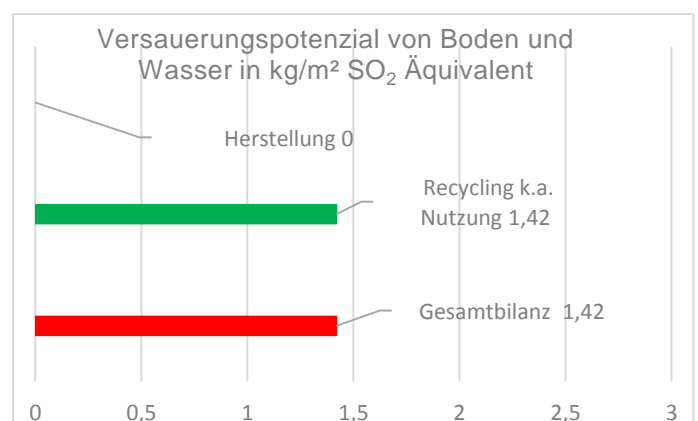
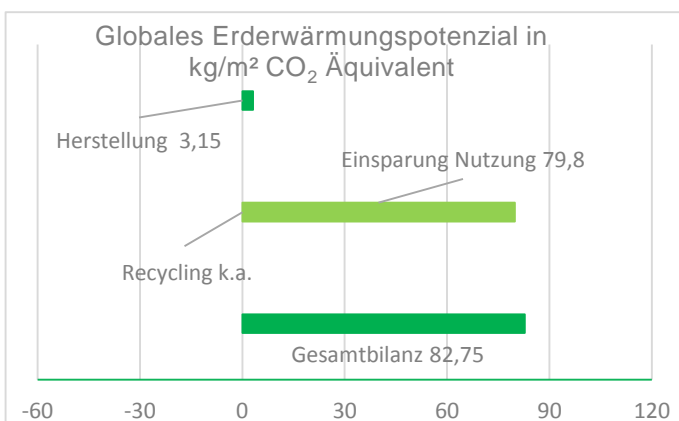
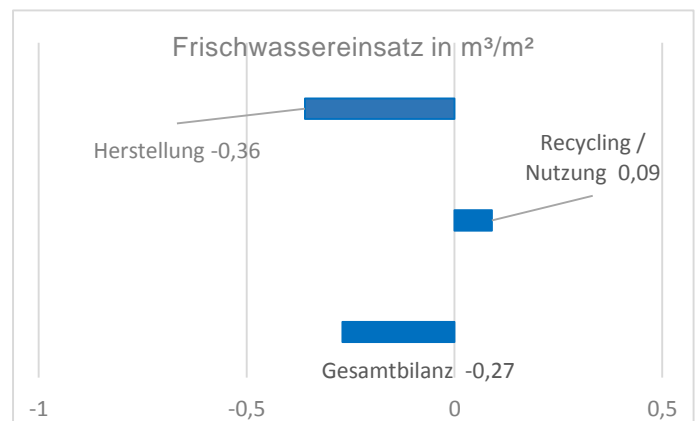
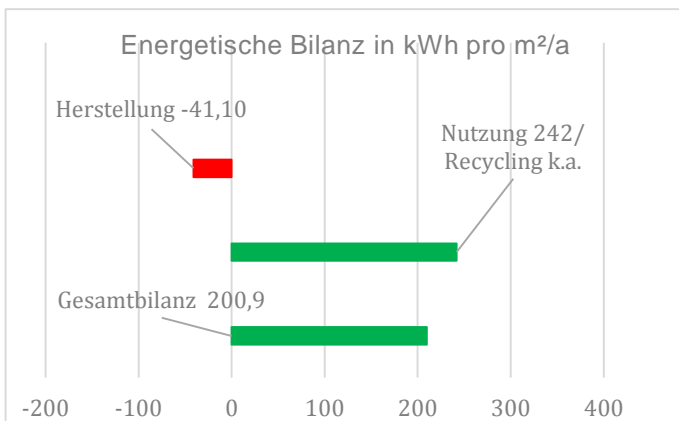
Seegras wird aus dem Ufergewässer und vom Küstenstreifen aufgenommen und auf Wiesen verteilt. Dort ist es einer bestimmten Menge Regen ausgesetzt, der das Meersalz abwäscht. Durch den natürlichen Abwaschprozess enthält das Seegras nur noch einen geringen Meersalzanteil, sodass es nicht mehr hygroskopisch (wasserziehend) ist.

Anwendungsbereich

Seegras als Dämmstoff hat aktuell keine bauaufsichtliche Zulassung. Daher wird es momentan in ökologischen Modellprojekten eingesetzt
 Die Fasern bilden eine Art Wolle, die sich mittels schütten, einblasen oder stopfen einbringen lässt. Anwendung findet das Material in Dächern, Fassaden, Decken und Böden.

Ökobilanzierung

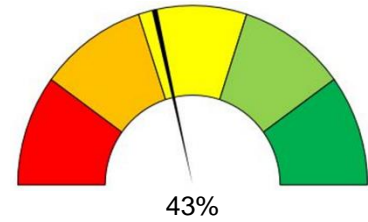
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Steinwolle

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	A1 nicht brennbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,14 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	35-50 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	≤ 1 m
Spezifische Wärmekapazität	840 J/kg*K



Herstellung

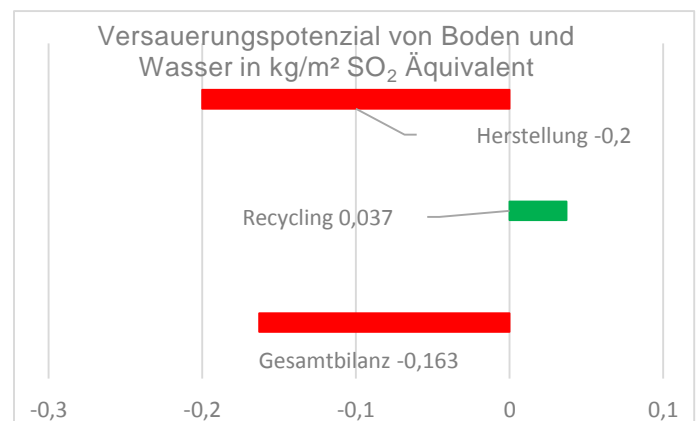
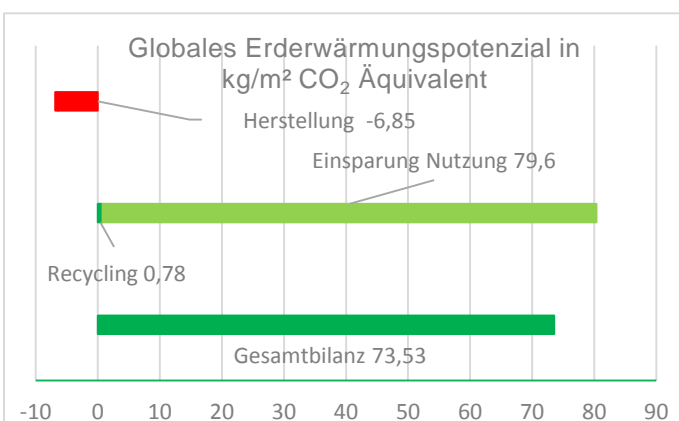
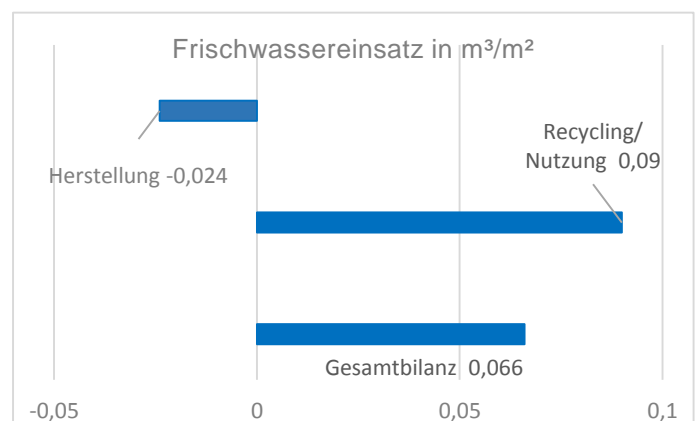
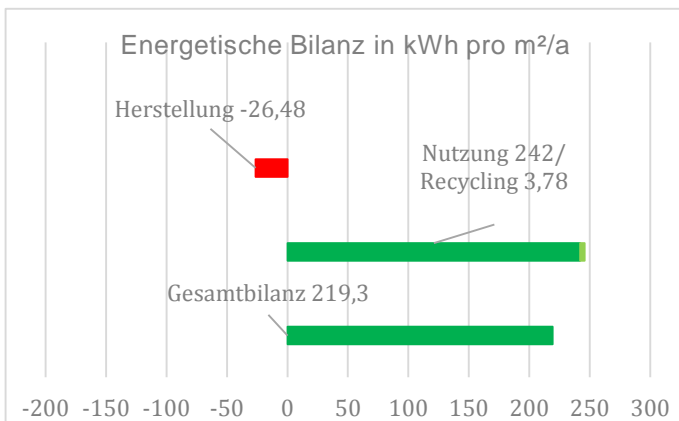
Steinfasern werden hauptsächlich aus Basalt, Feldspat, Dolomit, Sand, Kalkstein und Recycling-Formsteinen hergestellt. Die Schmelze wird zu Fasern geschleudert. Den Steinwolle-Fasern können zusätzlich Kunstharze, Öle und Wasser abweisende Stoffe zugegeben werden.

Anwendungsbereich

Produkte aus Steinwolle eignen sich für eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten. Die klassischen Anwendungen liegen im Hochbau und im Innenausbau: von leichten Produkten zur Dachdämmung über Fassadenplatten mit hoher Abriebfestigkeit bis hin zu schweren Flachdachplatten. Im Innenbereich werden Produkte aus Steinwolle zum Beispiel bei Trennwänden oder der Innenraumdämmung verwendet.

Ökobilanzierung

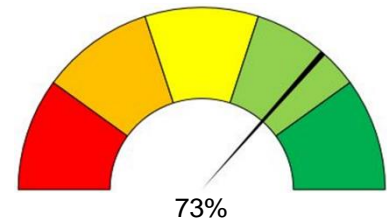
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Vakuum Isolierpaneele

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,0046 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,03 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	30-100 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	∞ m
Spezifische Wärmekapazität	Keine Angabe



Herstellung

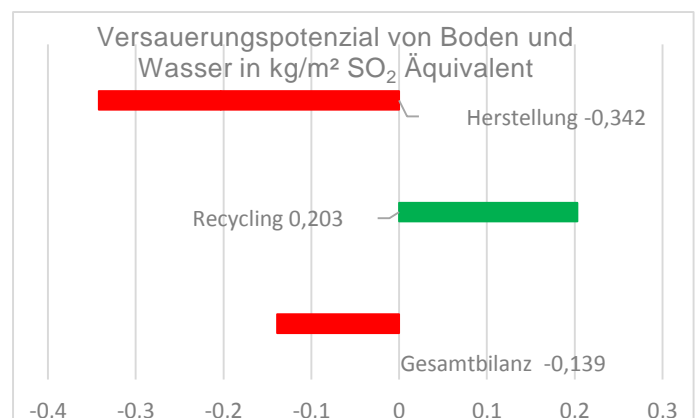
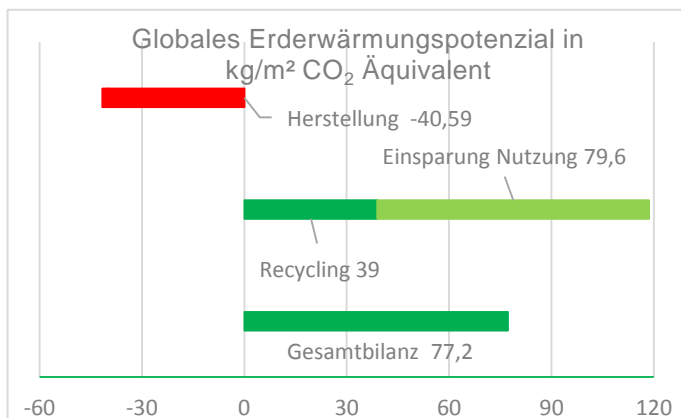
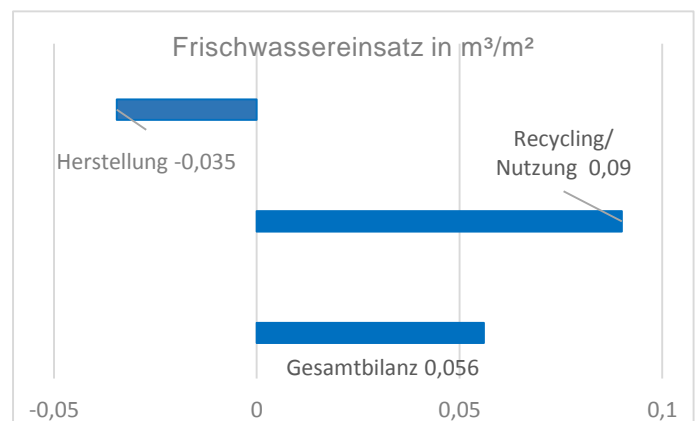
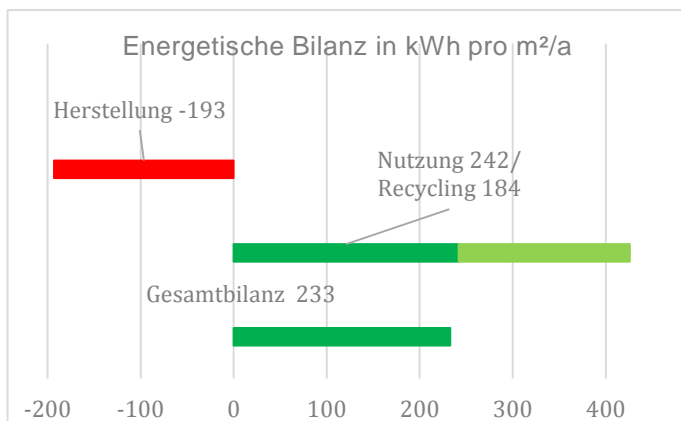
Vorgepresste Platten aus mikroporöser Kieselsäure werden unter Vakuum in eine gas- und wasserdampfdichte Folie geschweißt. Das so entstandene Vakuum-Isolierpaneel hat schon bei einem groben Vakuum von 1-10mbar eine extrem geringe Wärmeleitfähigkeit.

Anwendungsbereich

Vakuum Isolierpaneele werden als hocheffiziente Wärmedämmung von Wänden, Dächern und Bodenplatten von Gebäuden eingesetzt. Da sie ein Vakuum beinhalten, dürfen sie nicht beschädigt werden. Beim Einbau und auch bei der Nutzung ist daher besondere Vorsicht geboten.

Ökobilanzierung

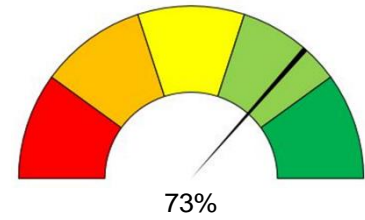
Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



Zellulosefaser Einblasdämmstoff

Bauphysikalische Daten

Brennbarkeit (Baustoffklasse DIN 4102)	B2 normalentflammbar
Wärmeleitfähigkeit λ	0,040 W/m*K
Schichtdicke um EnEV 2014 zu erreichen	0,17 m
Wärmedurchgangskoeffizient gem. EnEV 2014	0,24 W/m ² *K
Rohdichte ρ	45 kg/m ³
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl (sd-Wert)	$\leq 1-3$ m
Spezifische Wärmekapazität	1600-2100 J/kg*K



Herstellung

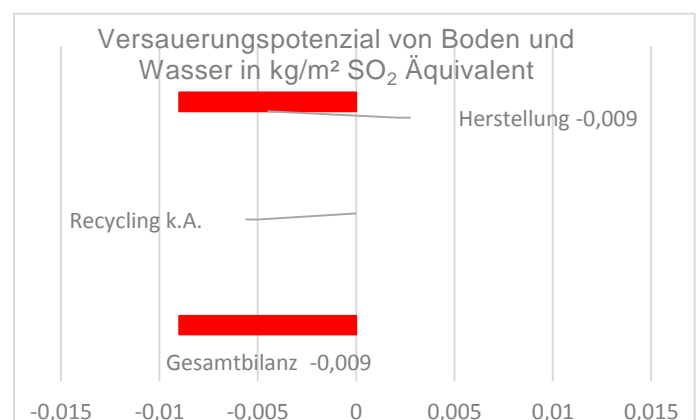
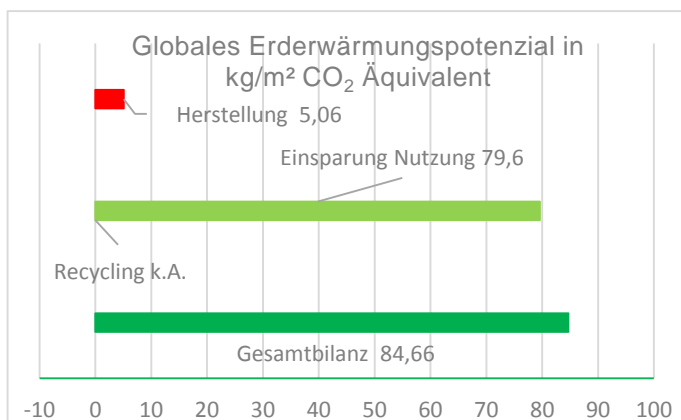
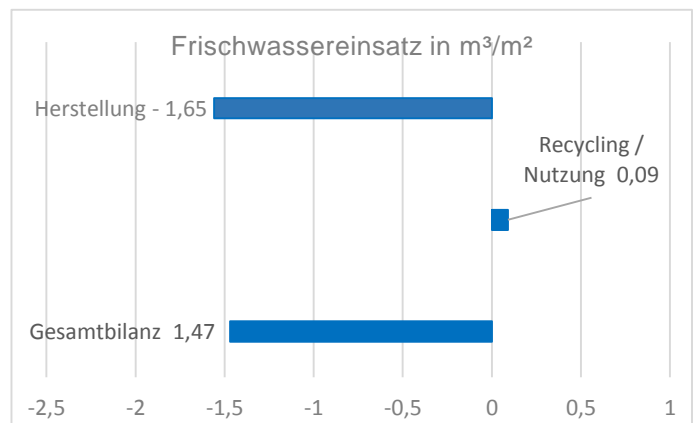
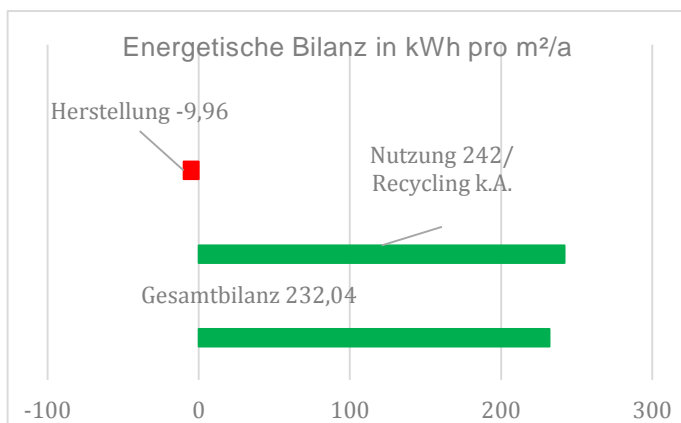
Zelluloseflocken werden aus Altpapier durch mechanische Zerkleinerung hergestellt und wird meist in Säcken ausgeliefert. Durch ein Mahlverfahren erhalten die Flocken eine dreidimensionale Struktur. Zur Verbesserung des Brandschutzes und als Schutz vor Schimmel werden ca. 12-20% Borsalze zugegeben.

Anwendungsbereich

Die Einsatzmöglichkeiten von Zellulosedämmung sind vielfältig. Das Einblssystem ermöglicht eine fugenlose und verschnitt freie Dämmung. Das Dämmmaterial eignet sich für Dachschrägen, oberste Geschossdecken, Zwischendecken, Fußböden, Außen- und Innenwände in Ständer-/Holzrahmenbauweise, Innenwanddämmungen, Fassadendämmungen, Pufferspeicher, Installationsschächte.

Ökobilanzierung

Diese Ökobilanz bezieht sich auf die vier wichtigsten Aspekte sowie auf die oben angegebene Dämmstoffdicke, um den in der aktuellen EnEV 2014 geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten zu erreichen.



11. Amortisierung

Amortisationszeit

Dies ist der Zeitraum in dem sich eine Investition, über die daraus resultierende Einsparung bezahlt gemacht hat.

Zur Berechnung der Amortisationszeit, der ausgewählten Dämmstoffe, wurde der Arbeitspreis für Fernwärme der Stadtwerke Flensburg in Höhe von 51,45€/MWh angenommen. Für den IST-Zustand wurde ein Wärmedurchgangskoeffizient von 2,74 W/m²*K gewählt, dieser entspricht einem typischen nicht gedämmten Dach. Nach der Modernisierung soll der Wärmedurchgangskoeffizient der EnEV 2014 für ein Schrägdach von 0,24W/m²*K erreicht werden. Anhand dieser Werte lassen sich die zu erwartende Einsparung und die Amortisationszeit berechnen.

Dämmstoff	Preis €/m ²	Kosten IST-Zustand €/m ² a	Kosten SOLL-Zustand €/m ² a	Einsparung €/m ² a	Amortisation Jahre
Perlite	32	13,68	1,18	12,5	2,6
VIP	125	13,68	1,18	12,5	10,0
Aerogel	200	13,68	1,18	12,5	16,0
Steinwolle	15	13,68	1,18	12,5	1,2
EPS	13	13,68	1,18	12,5	1,0
XPS	24	13,68	1,18	12,5	1,9
Baumwolle	18	13,68	1,18	12,5	1,4
Hanf	18	13,68	1,18	12,5	1,4
Kork	25	13,68	1,18	12,5	2,0
Holzfaser	45	13,68	1,18	12,5	3,6
Zellulose	15	13,68	1,18	12,5	1,2
Seegras	30	13,68	1,18	12,5	2,4
Holzschäum	/	/	/	/	/

Tabelle 2 Wirtschaftliche Amortisation

Der Berechnungsweg befindet sich zur Nachvollziehbarkeit im Anhang.

12. Fazit

In unserer Ausarbeitung haben wir einen Vergleich von Dämmstoffen unter ökologischen Gesichtspunkten vorgenommen.

Die besten drei der zwölf verglichenen Dämmstoffe sind Seegras, Vakuumisolierpaneel (VIP) und Zellulosefaser. Allerdings ist keiner der Dämmstoffe in allen Ökoaspekten besonders gut.

Seegras, Zellulosefaser und Vakuumisolierpaneelen haben das niedrigste Versauerungspotenzial von Boden und Wasser. Ebenso haben die Vakuumisolierpaneel einen sehr geringen Frischwasserverbrauch.

Holzfaserdämmplatten, Hanf und Kork schneiden in unserem Vergleich relativ schlecht ab. Dieses Ergebnis kam sehr unerwartet, weil diese Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Bei Hanf und Kork resultiert dieses Ergebnis aus dem sehr hohen Frischwasserverbrauch in der Produktion. Kork hat außerdem einen sehr hohen erneuerbaren Energiebedarf in der Produktion (PERT).

Hanf braucht viel nicht erneuerbare Energie (PENRT) bei der Herstellung des Dämmstoffes und ist somit ebenfalls ein ökologisch durchschnittlicher Baustoff. Holzfaserdämmplatten weisen ein hohes Erderwärmungspotenzial (GWP 100) und eine hohe erneuerbare Energieaufnahme in der Produktion auf. Das lässt Holzfaserdämmplatten in unserem Vergleich, unter Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen, unterdurchschnittlich abschneiden.

Die Betrachtung des Lebenszyklus von Dämmstoffen zeigt, dass es aus ökologischen Aspekten keine klare Antwort auf die Auswahl des Dämmstoffes gibt. Hier ist jeder Nutzer individuell gefragt auf welche bestimmten Aspekte wie z.B. Energieverbrauch, CO₂ – Emission oder Wasserverbrauch Wert gelegt wird. Je nachdem wie jeder selbst die Einflussfaktoren gewichtet ergeben sie andere Dämmstoffe als Spitzenreiter.

Literaturverzeichnis

- 1 HEGGER; SCWELK; FUCHS; ROSENKRANZ: Baustoff Atlas, Bd. 1. Aufl. Berlin: Birkhäuser, 2005 s.264 ff
- 2 HEGGER; SCWELK; FUCHS; ROSENKRANZ: Baustoff Atlas, Bd. 1. Aufl. Berlin: Birkhäuser, 2005 s. 98-100
- 3 <http://www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/oekobaudat.html>
- 4 <http://bau-umwelt.de/>
- 5 <http://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemstoffe.html>
- 6 <http://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2014/Maerz/effektive-waermedaemmung.html>
- 7 <http://www.passivhausring.de/oekologiee4b1.html?seite=oekologie>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 schematische Darstellung.....	3
Abbildung 2 Phasen der Ökobilanz	4
Abbildung 3 Aerogel (Spaceloft)	14
Abbildung 4 Umwelttacho Aerogel.....	15
Abbildung 5 Baumwolle	16
Abbildung 6 Umwelttacho Baumwolle	17
Abbildung 7 Expandierter Kork	18
Abbildung 8 Umwelttacho Expandierter Kork	19
Abbildung 9 Expandierter Polystyrol.....	20
Abbildung 10 Umwelttacho Expandierter Polystyrol	21
Abbildung 11 Extrudierter Polystyrol.....	22
Abbildung 12 Umwelttacho Extrudierter Polystyrol.....	23
Abbildung 13 Hanffaservlies	24
Abbildung 14 Umwelttacho Hanffaservlies	25
Abbildung 15 Holzschaum	26
Abbildung 16 Holzfaserplatte	28
Abbildung 17 Umwelttacho Holzfaser	29
Abbildung 18 Perlite Granulat.....	30
Abbildung 19 Umwelttacho Perlite	31
Abbildung 20 Seegras	32
Abbildung 21 Umwelttacho Seegras.....	33
Abbildung 22 Steinwolle	34
Abbildung 23 Umwelttacho Steinwolle.....	35
Abbildung 24 Vakuum-Isolations-Paneele.....	36
Abbildung 25 Umwelttacho VIP	37
Abbildung 26 Zellulosefasern	38
Abbildung 27 Umwelttacho Zellulosefaser.....	39

Alle Abbildungen wurden in Eigenleistung angefertigt. Ausnahme Abbildung 2(<http://www.passivhausring.de/oekologiee4b1.html?seite=oekologie>) und Abbildung 15 (Literaturverzeichnis Punkt 6)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Marktübersicht Dämmstoffe	13
Tabelle 2 Wirtschaftliche Amortisation.....	43

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Berechnungsweg wirtschaftliche Betrachtung
Anlage 2	Berechnungsweg energetische Amortisation
Anlage 3	Erläuterung zu den Datenblättern am Beispiel Holzfaser-Dämmplatte
Anlage 4	Datenblatt Perlite
Anlage 5	Umwelt Produktdeklaration Perlite: OEKOBAU.DAT:1.2.07
Anlage 6	Datenblatt Vakuum Isolierpanel
Anlage 7	Environmental Product Declaration (EPD) Vakuumisolerpaneele: EPD-POR-20140214-IBC1-DE
Anlage 8	Datenblatt Aerogel
Anlage 9	Environmental Product Declaration (EPD) Aerogel: Angaben der Firma Aspen Aerogels Inc.
Anlage 10	Datenblatt Steinwolle
Anlage 11	Environmental Product Declaration (EPD) Steinwolle: EPD-DRW-2012111-DE
Anlage 12	Datenblatt Expandierter Polystyrol (EPS)
Anlage 13	Environmental Product Declaration (EPD) Expandierter Polystyrol- Hartschaum (EPS): EPD-IVH-20140139-IBB1-DE
Anlage 14	Datenblatt Extrudierter Polystyrol (XPS)
Anlage 15	Environmental Product Declaration (EPD) Extrudierter Polystyrol- Hartschaum (XPS): EPD-FPX-20140156-IBE1-DE
Anlage 16	Datenblatt Baumwolle
Anlage 17	Umwelt Produktdeklaration Baumwolle: OEKOBAU.DAT:2.14.02.
Anlage 18	Datenblatt Hanffaservlies
Anlage 19	Umwelt Produktdeklaration Hanffaservlies: OEKOBAU.DAT:2.13.01
Anlage 20	Datenblatt Kork
Anlage 21	Umwelt Produktdeklaration expandierter Kork: OEKOBAU.DAT:2.9.01.
Anlage 22	Datenblatt Holzfaser-Dämmplatte
Anlage 23	Environmental Product Declaration (EPD) Holzfaser-Dämmplatte: EPD-KRO-20140033-IBA3-DE
Anlage 24	Datenblatt Zellulosefaser
Anlage 25	Umwelt Produktdeklaration Zellulose: OEKOBAU.DAT: 2.11.01.
Anlage 26	Datenblatt Seegras
Anlage 27	Umwelt Produktdeklaration Seegras: Angaben des dänischen Architekten Jan Schipull Kauschen
Anlage 28	Bestätigung Co ₂ -Emissionen der Stadtwerke Flensburg