



Innovationen in der Wärmedämmung

Eine Broschüre für interessierte Praktiker:innen



Inhaltsverzeichnis

INNOVATIONEN IN DER HERSTELLUNG	4
Partikelschäume auf Basis von Infrarottechnologie.....	5
Neue Ansätze mit einem Traditionsbaustoff: Strohdämmplatten und Stroheinblasdämmung	9
Dämmplatten aus mineralischen Abfallstoffen	13
Holzschaum: Ein Schaumdämmstoff auf Basis nachwachsender Rohstoffe	13
Polymer-Nanoschaum als alternativer Hochleistungsdämmstoff.....	20
Wiederverwendung und -verwertung von Altholz für die Dämmung in Neubauten und Sanierungsprojekten	23
Recycelter Naturdämmstoff aus alten Jutesäcken	27
Natur-Dämmstoff aus Rohrkolben (Typha)	30
INNOVATIONEN IN BAU, RÜCKBAU UND SANIERUNG	33
Material- bzw. Stoffpässe für Gebäude	34
Ein Zertifikat für den nachhaltigen Rückbau	39
Rückbaubares Wärmedämmverbundsystem (WDVS)	43
Dynamische, schaltbare Wärmedämmung	47
Rückbaubare Wärmedämmverbundsystem (WDVS)-Konstruktionen im Fertiggbau	50
Innovativer Brandschutz für Dämmungen aus Altpapier	54
Geschlossene Kreisläufe in der Bauwirtschaft: Häuser aus Recyclingmaterial	58
Wiederverwendung von Bauteilen durch Bauteilbörsen	62
INNOVATIONEN IN VERWERTUNG UND ENTSORGUNG VON DÄMMSTOFFEN	66
Werkstoffliches Recycling von EPS und XPS Abfällen aus dem Abbruch	67
Rücknahme und Recycling von EPS- und XPS-Baustellenverschnitt.....	72
Rücknahme- und Recyclingsysteme für Mineralwoll-Dämmstoffe	75
Stoffliches PU-Recycling per Klebepressverfahren.....	80
ANNEX: Gütesiegel und Qualitätszeichen bei der Wärmedämmung (ausgewählte Siegel, Zertifikate und Verbraucher:innenhinweise)	84
Qualitäts- und Ökosiegel für Dämmstoffprodukte.....	84
Ökologische Bewertungssysteme für Gebäude	86
Weitere produktunabhängige Informationsplattformen	87

Innovationen in der Wärmedämmung

Eine Broschüre für interessierte Praktiker:innen

VORWORT

Deutschland hinkt im Gebäudesektor seit Jahren den klimapolitischen Anforderungen hinterher. Die Treibhausgasemissionen deutscher Gebäude stagnieren auf hohem Niveau, da in Deutschland vor allem mit Öl- und Gasheizungen geheizt wird. 2020 hat der Gebäudebereich sogar als einziger Sektor sein Jahresziel laut Klimaschutzgesetz verfehlt. Dabei war dieses Ziel vor dem Hintergrund des kürzlich ergangenen Urteils des Bundesverfassungsgerichts ohnehin schon zu niedrig angesetzt. Die im neu aufgelegten Klimaschutzgesetz festgeschriebene Klimaneutralität bis 2045 kann nur erreicht werden, wenn die energetische Sanierungsrate, die seit Jahren unter 1% liegt, auf mindestens 3% angehoben wird.

Eins ist also klar: In Deutschland muss zukünftig viel mehr gedämmt werden. Es gibt dabei viele unterschiedliche Erwartungen von Bauherr:innen sowie unterschiedliche Baukonzepte, denen eingesetzte Dämmstoffe gerecht werden müssen. Deshalb ist ein breites Spektrum an verfügbaren Dämmstoffen besonders wichtig. Unterschiedliche Dämmstoffkonzepte und Materialien haben das Potential sich gegenseitig zu ergänzen und die dringend benötigte Wende im Bereich der Gebäudedämmung voranzubringen. Auch Dämmstoffe mit energieintensiver Herstellung amortisieren sich in kurzer Zeit durch die Energie- und Treibhausgaseinsparungen im Gebäudebetrieb. Daher sollten unterschiedliche Dämmstofftechnologien in keinem Fall gegeneinander ausgespielt werden.

Gleichzeitig gibt es im Bereich der Dämmstoffe jedoch Nachhaltigkeitspotenziale, die dringend erschlossen werden sollten. Da die Wiederverwendung und das Recycling von Dämmstoffen aus Rückbau und Abriss aktuell kaum stattfinden, wird der größte Teil der über 200.000 Tonnen an Dämmstoffabfällen, die jährlich anfallen, verbrannt oder deponiert. In der Baupraxis werden Dämmstoffe zudem oft verklebt und in nicht rückbaubaren Konstruktionen verwendet, was das spätere Recycling extrem erschwert. Auch hinsichtlich der verwendeten Produktionsenergie und der Umweltbelastung durch Zusatzstoffe unterscheiden sich einzelne Dämmstoffe stark.

Wir brauchen eine echte Bauwende, die Fragen der schonenden Ressourcennutzung in den Mittelpunkt stellt und Gebäude sowie Baustoffe über den gesamten Lebenszyklus betrachtet. Neue Bauweisen wie serielles und digitales Bauen, innovative neue Dämmmaterialien sowie Produktions- und Recyclingtechniken können einen entscheidenden Beitrag zu dieser Bauwende leisten. In dieser Broschüre stellt die Deutsche Umwelthilfe besonders vielversprechende Innovationen im Bereich der Wärmedämmung als Sammlung von Innovationssteckbriefen vor, um eine Orientierungshilfe für Praktiker:innen und Bauherr:innen zu bieten.



Barbara Metz

Stellvertretende Bundesgeschäftsführerin der Deutschen Umwelthilfe e.V.



INNOVATIONEN IN DER HERSTELLUNG

Neue Dämmmaterialien und Herstellungsverfahren

Der Dämmstoffmarkt ist weitgehend bestimmt von wenigen Dämmmaterialien und lang etablierten Produktionsverfahren. So ist die allgemeine Wahrnehmung. In unseren Recherchen stießen wir jedoch auf großen Erfindungsreichtum: Vielerorts wird daran geforscht, Dämmstoffe noch ökologischer und effizienter zu gestalten. Die hier beispielhaft vorgestellten Innovationen befinden sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien und decken die große Bandbreite des ökologischen Produktdesigns ab. Das umfasst komplett neue Dämmstoffe genauso wie effizientere Produktionsverfahren und neue Ansätze mit bekannten Baustoffen. Gemeinsam ist ihnen das Potenzial, die Ökobilanz der Gebäudedämmung zu verbessern und die Palette an verfügbaren Dämmmethoden zu erweitern.

Partikelschäume auf Basis von Infrarottechnologie

Hintergrund und Umweltbedeutung

Der Gebäudesektor ist für rund 35% des Endenergieverbrauchs und 30% der CO₂-Emissionen Deutschlands verantwortlich.¹ Damit Deutschland einen klimaneutralen Gebäudebestand bis 2045 erreichen kann, muss im Gebäudebestand konsequent und mit steigenden Schichtdicken gedämmt werden.

Gebäudedämmungen leisten einen wesentlichen Beitrag zur Heizenergieersparnis. Allerdings wird für die Herstellung und die Entsorgung der Materialien auch Energie benötigt, die sogenannte „Graue Energie“. Auch wenn sich alle Dämmstoffe sehr schnell energetisch amortisieren (vgl. Tabelle 1) besteht hier noch erhebliches CO₂-Einsparpotential.

Bereits jetzt ist die Graue Energie aus dem Bausektor für 8% der deutschen Treibhausgasemissionen verantwortlich.² Dieser Anteil wird angesichts des wachsenden Dämmstoffbedarfs und sinkender Treibhausgasemissionen zukünftig noch wachsen.

Die Herstellung von Polystyrol-Schaumdämmstoffen erfolgt in der Regel in energieaufwändigen Prozessen auf Basis von erdölbasierten Vorprodukten. Unter den gängigen Dämmstoffen liegt die Fassadendämmung mit expandiertem Polystyrol (EPS) bei der Herstellungenergie im oberen Mittelfeld.³ Polystyrol-Dämmstoffe haben insgesamt einen Marktanteil von knapp 30%. Insbesondere bei der Fassadendämmung kommen sie besonders häufig zum Einsatz.⁴ Aktuell werden jährlich etwa 200.000 t Polystyrol auf deutschen Baustellen in Verkehr gebracht.⁵ Perspektivisch wird diese Menge noch steigen. Innovationen, die den Energiebedarf reduzieren, der für die Herstellung dieser Dämmstoffe nötig ist, können hier also einen entscheidenden Beitrag dazu leisten, die große Mengen CO₂ einzusparen.

Beschreibung der Innovation

Bei dieser Innovation handelt es sich um einen energieeffizienten Prozess zum Vorschäumen von Partikelschäumen, den das Forschungsunternehmen Fox Velution entwickelt und zusammen mit dem mittelständischen Dämmstoffunternehmen Rygol zur Marktreife führt. Das Verfahren ist grundsätzlich auch zum Aufschäumen von Materialien mit höherer Verarbeitungstemperatur geeignet. Die Kooperationspartner:innen experimentieren hier insbesondere mit Biokunststoffen wie Zelluloseacetaten und Polymilchsäure-Verbindungen, die aus nachwachsenden Quellen gewonnen werden.

Steckbrief

Firma: Fox Velution (Entwicklung, Produktionsverfahren) und Rygol Dämmstoffe (EPS-Verarbeiter)

Kurzbeschreibung: Dampffreies Herstellungsverfahren für Partikelschäume auf Basis von Infrarotstrahlung

Aktueller Stand: Eine Pilotanlage für Infrarot-vorgeschaumtes EPS ist in Betrieb

Weiterführende Informationen:

<https://www.leichtbauwelt.de/neue-materialien-bayreuth-gmbh-infrarot-vorschaeumen-serienreif-machen/>

www.fox-velution.com

¹ Umweltbundesamt (2019): Energiesparende Gebäude. 18.11.2019. Verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparende-gebaeude.

² Rüter, S. (2017): Umweltrelevanz des Bausektors. Vortrag 2. Fachgespräch im FNR-Projekt „StaR-Dämm“. Berlin, 21.11.2017.

³ Becker, N.; Pichlmeier, F. (2016): Ressourceneffizienz der Dämmstoffe im Hochbau. VDI Zentrum Ressourceneffizienz: Kurzanalyse Nr. 7. Verfügbar unter: www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/kurzanalysen/2014-Kurzanalyse-07-Ressourceneffizienz-der-Daemmstoffe-im-Hochbau.pdf

⁴ Danner, H. (2017): Leitfaden Dämmstoffe 3.0. Bauzentrum München. Verfügbar unter: www.muenchen.de/rathaus/dam/jcr:c44833ca-c8b6-4b63-ba37-3c5c588d3b53/Leitfaden_Daemmstoffe_3_0.pdf

⁵ Ebenda.

Dämmmaterial	Energetische Amortisationszeit
EPS	4 - 6 Monate
XPS	4 Monate
PU	Ca. 10 Monate
Glaswolle	Ca. 3 Monate
Steinwolle	5-23 Monate
Zelluloseflocken	2-6 Monate
Schaumglas	8-23 Monate

Tabelle 1: Energetische Amortisation ausgewählter Dämmstoffe bei Annahme eines U-Wertes im Bestandbauteil von 1,0 W/(m²K) und einem Ziel-U-Wert von 0,24 W/(m²K)

Quelle: vgl. Sprengard, C.; Treml, S.; Holm, A. (2013): Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München, FIW Bericht FO-12/12. Verfügbar unter: www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie_waermedaemmstoffe.pdf

Im gängigen Produktionsverfahren von Partikelschäumen wie EPS werden Mikrogranulate bei ca. 100 °C mithilfe von Wasserdampf und dem Treibmittel Pentan aufgebläht. Nach einer Zwischenlagerung von mehreren Stunden werden die so entstandenen Schaumperlen in einer zweiten Heißdampfbehandlung zu Formteilen und Platten verschweißt. Das neu entwickelte Verfahren ersetzt den Vorschäumprozess durch ein komplett trockenes Infrarot-Verfahren.

In dem neuartigen Produktionsprozess durchläuft das Granulat auf einem Förderband einen Infrarottunnel. Die Wärmestrahlung wird im Polymersubstrat und im Treibmittel absorbiert, was zu einer schlagartigen aber sehr gleichmäßigen Expansion des Materials führt. Die verbesserte Zellmorphologie der entstandenen Perlen ermöglicht bei gleichbleibenden Dämmeigenschaften eine höhere Steifigkeit und Druckfestigkeit. Die Abkühlung der Schaumperlen ist im Auslaufbereich integriert. Der dampffreie Prozess macht eine Zwischenlagerung des Materials zur Trocknung der Perlen und zum Abbau des Vakuums in den Zellen überflüssig und verkürzt so die Durchlaufzeiten. In diesem ersten Produktionsschritt haben Laborversuche verglichen mit der herkömmlichen EPS-Vorschäumtechnik eine Energieeinsparung von 50-66% erbracht.

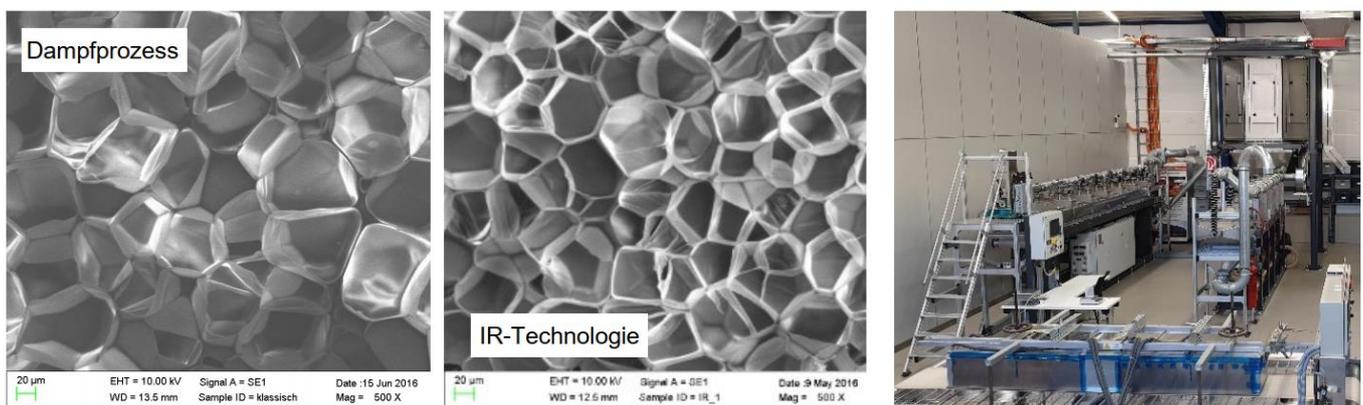


Abbildung 1: Vergleich konventionelles und strahlungsbasiertes Schäumen (links/Mitte) sowie Verarbeitungsanlage der FOX Velution GmbH (rechts)

Quelle: Vetter, J. und Lucht, M. (2018) Neue Partikelschaumlösungen – Leicht, funktionsintegriert und dampffrei gefertigt. Hintergrundpapier für die VDI-Jahrestagung „Spritzgießen 2018“

Die Weiterverarbeitung der Schaumperlen erfolgt aktuell noch konventionell dampfbasiert. Die Neue Materialien Bayreuth GmbH führt aktuell Versuche zu einem ebenfalls komplett dampffreien Formschaum-

verfahren mittels Radiowellen durch. In diesem Verfahren werden die Perlen in hochdynamisch-variotherme Hohlräume gepresst, d.h. sie werden in einem Zeitraum von etwa einer Minute auf über 100 Grad erhitzt, und dann rapide abgekühlt.

Fox Velution betreibt aktuell eine Demonstrationsanlage in Lichtenfels, die nach Hersteller:innenangaben eine Produktionskapazität von etwa 100 m³ pro Tag hat, welche durch Parallelisierung der Prozesse relativ einfach verdoppelt werden könnte. Das Unternehmen arbeitet an der Optimierung des Verfahrens, um dann in die Serienproduktion zu gehen. Eine separate Zulassung der EPS-Platten auf Basis von Infrarottechnologie ist nicht nötig, da EPS-Dämmstoffprodukte bereits normiert sind.

Bewertung

Innovationen, die eine effizientere Produktion herkömmlicher, bereits zugelassener Dämmstoffe ermöglichen, die perspektivisch in großem Ausmaß für die Sanierung des Gebäudebestands benötigt werden, sind sehr wichtig um die Ökobilanz dieser Dämmstoffe zu verbessern.

Die Infrarottechnologie hat das Potenzial, die Fertigung von Schaumdämmstoffen wesentlich energieeffizienter zu machen und damit die in der Produktion aufgewendete Energie zu reduzieren, womit auch eine entsprechende CO₂-Reduktion einhergeht. Auch Wasser wird eingespart, da es sich um ein komplett trockenes Verfahren handelt. Die Elektrifizierung der Fertigung führt dazu, dass die damit verbundenen CO₂-Emissionen vor allem von der Zusammensetzung der lokalen Elektrizitätsversorgung abhängen. Ein elektrifizierter Herstellungsprozess ermöglicht die Verwendung von erneuerbaren Energien, was die Ökobilanz weiter verbessert.

Bereits im Pilotmaßstab ist der Energieaufwand für Verfahren zum Vorschäumen von EPS nach Hersteller:innenangaben vergleichbar mit den effizientesten herkömmlichen Prozessen. Die Infrarottechnologie ist jedoch eine neue Technologie mit viel Optimierungspotenzial, während die gängige EPS-Fertigung unter Dampfeinsatz bereits über Jahrzehnte optimiert wurde. Zukünftig ist also damit zu rechnen, dass das Infrarotschäumen einen entscheidenden Beitrag zur Reduzierung der Produktionsenergie von Schaumdämmstoffen leisten kann – insbesondere, wenn der Strom erneuerbar bezogen wird. Die bautechnischen Vorteile, die aus der homogeneren Zellstruktur bei gleichem Dämmwert entstehen, sind ein weiterer Vorteil.

Wird Ausgangsmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen, werden fossile Rohstoffe eingespart. Ob der Einsatz biobasierter Ausgangsmaterialien unter ökologischen Gesichtspunkten in dem oben beschriebenen Verfahren sinnvoll ist, hängt jedoch von vielerlei Faktoren ab. Aus dem Verpackungsbereich ist beispielsweise bekannt, dass biobasierte Kunststoffe keinen gesamtökologischen Vorteil gegenüber herkömmlichen Kunststoffen aufweisen.⁶ Für eine positive Bewertung der biogenen Ausgangsstoffe sollte angestrebt werden, regional anfallende organische Abfallstoffe zu verwenden. Das Endprodukt sollte in vorhandenen Recyclingstrukturen recycelt werden können, oder es müssen Recyclingmöglichkeiten geschaffen werden.

Eine Kompostierung von Bioplastik als alternativer Entsorgungsweg ist nicht sinnvoll, da in der Regel zum einen kaum nutzbringende Bodenbestandteile entstehen (es findet lediglich ein Abbau zu CO₂ und Wasser statt) und zum anderen die bei der Herstellung eingesetzte Prozessenergie vollständig und die im Material

⁶ Umweltbundesamt (2012): Untersuchung der Umweltwirkungen von Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen. Verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de/publikationen/untersuchung-umweltwirkungen-von-verpackungen-aus

gebundene Energie weitestgehend verloren gehen.⁷ Zudem ist eine Kompostierung nur unter anlagentechnisch optimierten Bedingungen möglich.⁸

Politische Hürden und Marktbarrieren

Da es sich bei der Herstellung von EPS auf Basis der Infrarottechnologie lediglich um einen alternativen Herstellungsprozess eines ansonsten normierten Produkts handelt, bestehen im Gegensatz zu vielen innovativen Dämmstoffen keine zulassungsseitigen Hürden. Die neuen Partikelschäume auf Biokunststoff-Basis, an denen Rygol und Fox Velution forschen, müssten allerdings erst als Dämmstoffe zugelassen werden.

Hürden für die Marktdurchdringung von Infrarot-geschäumten EPS-Platten entstehen eher dadurch, dass sich das Produkt auf dem Markt mit etablierten EPS-Produktionsverfahren messen muss, die über Jahrzehnte optimiert wurden. Diese sind aktuell noch günstiger als das Infrarotschäumen, womit das Risiko besteht, dass sich der so produzierte Dämmstoff als teurere Variante eines größtenteils identischen Produkts nur schwer vermarkten lassen könnte. Allerdings sind hier zukünftige Skalierungs- und Entwicklungseffekte noch nicht berücksichtigt, die durch Weiterentwicklung der Technologie zu erwarten sind.

Eine Berücksichtigung von Grauer Energie oder Lebenszyklusemissionen in der energetischen Bewertung von Gebäuden oder der Förderung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen könnte hier Anreize für die Verwendung effizienterer Produktionsverfahren setzen. In diesem Bereich weist die Infrarottechnologie nämlich entscheidende Vorteile auf. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) und die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) betrachten jedoch ausschließlich die Energie- und CO₂-Einsparungen während der Nutzungsphase von Dämmstoffen im Gebäude, was keinerlei Anreize zur Senkung der in der Produktion benötigten Energie setzt.

⁷ Umweltbundesamt (2017): „Tüten aus Bioplastik sind keine Alternative“. Verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de/themen/tueten-aus-bioplastik-sind-keine-alternative

⁸ Ebenda.

Neue Ansätze mit einem Traditionsbaustoff: Strohdämmplatten und Stroheinblasdämmung

Hintergrund und Umweltbedeutung

Neben herkömmlichen mineralischen oder fossilen Dämmstoffen haben Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen bislang nur einen Marktanteil von 9%.⁹ Naturdämmstoffe können, was die Dämmleistung angeht, oft mit konventionellen Materialien mithalten und bieten darüber hinaus weitere positive baubiologische Eigenschaften. Neben den bekanntesten Materialien wie Holzweichfaserplatten und Zellulose ist Stroh als traditioneller und regionaler Rohstoff ein beliebtes Dämmmaterial geworden. Seit den 1970er Jahren findet die Strohallendämmung insbesondere in Nord- und Ostdeutschland vermehrt Anwendung.

Bei richtigem Einbau ist das verwendete Material vor Schädlingen und Schimmel geschützt, bietet einen sehr guten Schallschutz und eine hohe Wärmespeicherkapazität. Durch die geringe Restfeuchte nach der Trocknung ist das Risiko von Schimmel und Algenbildung vermindert, da Stroh gleichzeitig diffusionsoffen ist.¹⁰

Die Anbringung einer Stroballen-Dämmung ist für Planer:innen und Handwerker:innen jedoch kompliziert und mühsam. Strohdämmung ist damit bislang primär auf Neubauten mit Holzrahmenbauweise beschränkt, da Baustroballen entsprechend dick verbaut werden müssen, was sich nachträglich im Bestand häufig nicht mehr realisieren lässt.

Beschreibung der Innovationen

Zwei Innovationen helfen nun, neue Einsatzgebiete für Strohdämmungen insbesondere auch in der energetischen Gebäudesanierung zu erschließen.

Strohdämmplatten

Die Franken-Maxit-Gruppe hat zudem eine Möglichkeit entwickelt, Stroh zu vergleichsweise dünnen, wärmedämmenden Platten zu verarbeiten, ohne dabei auf chemische Zusätze oder künstlich hergestellte Bindemittel zurückgreifen zu müssen. Mithilfe eines zu >70% pflanzlichen, mineralischen und 30% proteinbasierten Bindemittels, welches aus Reststoffen gewonnen wird, wird das Stroh unter Wärmezufuhr in Form gepresst und anschließend getrocknet. Die entstehenden Strohdämmplatten sind schadstofffrei und recyclingfähig. Sie haben eine Rohdichte von ca. 90-120 kg/m³ und fallen in die Brandschutzklasse B2 „normal entflammbar“.

Nach DIN EN 12667 beim Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP getestet haben die Strohdämmplatten bei 15,1°C Mitteltemperatur eine Wärmeleitfähigkeit von 0,0405 W/mK erreicht, was durchaus mit gängigen

Steckbrief Strohdämmplatten

Firma: Franken-Maxit-Gruppe, ein großes Baustoffunternehmen mit Sitz in Azendorf

Kurzbeschreibung: Strohdämmplatten mit biologischen Bindemitteln

Kennwerte:
Wärmeleitfähigkeit: $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$
Brandschutzklasse: B2

Aktueller Stand: Überführung der Produktion in industriellen Standard

Weiterführende Informationen:
[Maxit eco care](#)
[Produktdatenblatt Strohdämmplatten](#)

⁹ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2020): Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Gülzow. 11. Auflage.

¹⁰ FASBA (2019): Strohbaurichtlinie. Verfügbar unter: <http://fasba.de/wp-content/uploads/2019/10/FASBA-Strohbaurichtlinie-2019.pdf>.

Dämmstoffen mithalten kann.¹¹ Eine Dämmplatte in der Stärke von 8 cm erreicht mit einem mineralischen Putzsystem nach Hersteller:innenangaben einen U-Wert von 0,24 W/(m²K). Plattenstärken können in 2cm-Schritten in den Dicken von 4 cm bis 20 cm produziert werden. Die Platten sind für den Innen- und Außenbereich geeignet und werden nach herkömmlichen Methoden als Wärmedämmverbundsysteme, als Innendämmung und als Putzträgerplatten verbaut. Aktuell befindet sich das Produkt noch in der Pilotphase. Die Zulassung als Wärmedämmverbundsystem ist beantragt. Die Stroh-Putzträgerplatte für den Innenausbau mit 220 kg Rohdichte, einem Format von 60 x 120 cm und in den Stärken 22, 40, 50 mm ist seit Juni 2021 am Markt.

Stroheinblasdämmung

Das österreichische Unternehmen DPM Holzdesign hat mit ISO-Stroh eine Einblasdämmung aus 100% Weizenstroh entwickelt, die seit 2017 zugelassen und für die Verwendung im Bauwesen freigegeben ist. Hierzu wird in der Landwirtschaft anfallendes Stroh regional bezogen und in Produktionsanlagen auf Faserlängen zwischen ca. 5-30mm getrimmt. Das Produkt enthält keinerlei Zusatzstoffe; es werden keine Salze oder anderen Brandhemmer hinzugefügt und als Einblasdämmung kommt es ohne Bindemittel aus. Das Material kann mit marktüblichen Einblasmaschinen verarbeitet werden, womit es vielseitig für Wände, Decken und Dächer in Neubauten ebenso wie in Altbauten einsetzbar ist. Die Dämmung erreicht eine Rohdichte von 105 kg/m³ hat eine spezifische Wärmeleitfähigkeit von 0,043 W/(mK). Sie fällt in die Brandschutzklasse E „hinnehmbares Brandverhalten“ nach europäischer Norm DIN EN 13501-1, was in etwa der deutschen Klassifizierung B2 entspricht.¹² Im Rückbau kann das Material abgesaugt und anschließend bis zu fünf Mal wiederverwendet werden.

Besonderer Wert wird auf die Regionalität in der Produktion gelegt: Das Stroh stammt aus der direkten Umgebung der Hersteller:innenwerke und wird durch regional verteilte, lizenzierte Fachbetriebe eingebaut. Zurzeit sucht das Unternehmen Partner:innen, um mehrere Produktionsstandorte in Europa aufzubauen.¹³ An weiteren Varianten der Einblasdämmung für unterschiedliche Bauanforderungen wird aktuell geforscht.

Bewertung

Stroh bietet als Dämmmaterial viele Vorteile wie guten Schallschutz und Feuchtigkeitsregulierung. Zudem gehört es zu der kleinen Gruppe von Dämmstoffen, bei denen ein Einbau ohne Zugabe von Additiven wie Flammschutz- oder Bindemitteln, grundsätzlich möglich ist. Gleichzeitig bringt Stroh eine sehr gute Öko-

Steckbrief Stroheinblasdämmung

Firma: DPM Holzdesign GmbH, ein mittelständischer Tischlereibetrieb aus Österreich

Kurzbeschreibung: Stroheinblasdämmung ohne jegliche Zusätze

Kennwerte:

Wärmeleitfähigkeit: $\lambda = 0,043 \text{ W/(mK)}$
Brandschutzklasse: E (europ. Norm)

Aktueller Stand: Marktzulassung seit 2017, aktuell Suche nach neuen Produktionsstandorten

Weiterführende Informationen:

<https://www.isostrroh.com/assets/Uploads/isostrroh-technischer-folder-web-seiten.pdf>

¹¹ Hacker, S. (2017): Natürliche Dämmstoffe – Wärmedämmplatten aus Stroh, Präsentation des Instituts für Materialwissenschaften, Hochschule für angewandte Wissenschaften Hof. Verfügbar unter: https://www.muenchen.de/rathaus/dam/jcr:a27cb879-e5c8-445d-bd31-ce7ac4c48010/HS_Hof_Natuerliche_Daemmstoffe.pdf

¹² Baunetz_wissen (2020): Brandverhalten: Baustoffe nach europäischer Klassifizierung. Verfügbar unter: [baunetzwissen.de/brandschutz/fachwissen/baustoffe-bauteile/brandverhalten-baustoffe-nach-europaeischer-klassifizierung-3138895](https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/fachwissen/baustoffe-bauteile/brandverhalten-baustoffe-nach-europaeischer-klassifizierung-3138895)

¹³ ISO-Stroh/DPM Gruppe: ISO-STROH im Detail – Geschichte. Technik. Anwendung, technischer Folder 2. Auflage. Verfügbar unter: <https://www.isostrroh.com/assets/Uploads/isostrroh-technischer-folder-web-seiten.pdf>

bilanz mit, da es als landwirtschaftliches Nebenprodukt in großen Mengen anfällt, ohne dabei in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion zu stehen. Die stoffliche Verwendung des anfallenden Strohs als Dämmstoff ist dabei grundsätzlich der thermischen Verwertung vorzuziehen.

Da der Rohstoff Stroh als Abfallprodukt aus der Landwirtschaft nicht extra angebaut werden muss, weisen Strohdämmstoffe einen sehr niedrigen nicht-erneuerbaren Primärenergiebedarf auf.¹⁴ Wie alle nachwachsenden Rohstoffe wirkt Stroh während der Nutzungsphase zusätzlich als CO₂-Speicher, was zu einer sehr guten CO₂-Bilanz über den Lebenszyklus beiträgt. Besonders gut ist die CO₂-Bilanz, wenn das Stroh am Ende des Lebenszyklus kompostiert oder stofflich verwertet und nicht verbrannt wird.

Da Stroh regional anfällt, kann es ohne lange Fahrtwege bezogen werden. Im Falle der Maxit Strohdämmplatten kommt es allerdings aufgrund der zentralen Verarbeitung zu längeren Transportwegen und damit auch zu einem größeren CO₂-Fußabdruck. Der Ansatz von DPM Holzdesign, langfristig mehrere Produktionsstandorte zu etablieren, ist hier ein guter Ansatz. Aktuell wird die Einblasdämmung allerdings nur in einem Werk in Böheimkirchen produziert und dann an den Anwendungsort transportiert.

Sehr positiv ist bei der Stroheinblasdämmung zu bewerten, dass sie sauber abgesaugt werden kann. So ist zumindest aus Bautechnischer Sicht eine Wiederverwendung möglich. Damit dies zum Zeitpunkt des Rückbaus auch umgesetzt werden kann, müsste jedoch noch eine passende Infrastruktur für Rückbau und Transport geschaffen werden. Alternativ kann das abgesaugte Stroh problemlos kompostiert werden, da es ohne jegliche Zusätze auskommt. Auch die Strohdämmstoffplatten können nach der Nutzungsphase kompostiert werden. Hier besteht allerdings das Hindernis, dass diese als Wärmedämmverbundsystem in der Regel verklebt werden. Für die Kompostierung muss der zur Anbringung gewählte Kleber nach dem Ende der Nutzungsphase rückstandslos entfernt werden, damit keine Fremdstoffe in den Kompostierungsprozess eingebracht werden. In der Praxis wird eine solche sortenreine Trennung bislang allerdings kaum umgesetzt, da es in der Regel günstiger ist, die gesamte Wandscheibe abzureißen.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Nachwachsende Dämmstoffe wie Stroh gelten grundsätzlich eher als Außenseiter auf dem Dämmstoffmarkt. Aufgrund der hohen Rohdichte sind Strohdämmstoffe wie z.B. auch Holzweichfaserplatten oft teurer als konventionelle Alternativen, obwohl eindeutige Vorteile bei der Betrachtung der Lebenszykluskosten vorliegen. Es fehlt hier einerseits an Informationen für Verbraucher:innen und Handwerker:innen, und andererseits an Anreizen und gesetzlichen Vorgaben, neben der Nutzungsphase von Gebäuden auch die Entstehung und Entsorgung eines Werkstoffes zu bewerten.

Wie viele Naturdämmstoffe unterliegt Stroh bauaufsichtlichen Einschränkungen des Anwendungsbereichs, zum Beispiel im Hochbau, bei der Perimeterdämmung oder bei Gebäuden mit großen Nutzungseinheiten. Die aktuelle Forschung zeigt jedoch, dass auch konstruktive Lösungen wie nichtbrennbare Bekleidungen oder Dickschichtputze das Entstehen von Glimmen bei Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen verhindern können.¹⁵ Erste Resultate zeigen sich in der Strohbaurichtlinie, nach der eine tragende strohgedämmte Holzständerwand als feuerhemmend (Feuerwiderstandsklasse 30) und nach DIN EN 13501-1 bereits als schwer entflammbar zu bezeichnen ist, wenn sie beidseitig mit mindestens 8 mm starkem Lehmputz versiegelt wurde. Durch den in Deutschland gemäß DIN 4102 nötigen Verwendbar-

¹⁴ Becker, N.; Pichlmeier, F. (2016): Ressourceneffizienz der Dämmstoffe im Hochbau. VDI Zentrum Ressourceneffizienz: Kurzanalyse Nr. 7. Verfügbar unter: www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/kurzanalysen/2014-Kurzanalyse-07-Ressourceneffizienz-der-Daemmstoffe-im-Hochbau.pdf

¹⁵ DUH (2019): Ergebnisbroschüre StaR-Dämm, S. 9. Verfügbar unter: <https://www.duh.de/energie-gebaeude/star-daemm/#collapse-66557>

keitsnachweis für die europäisch geregelte Prüfung gilt jedoch auch diese Verkleidung nur als normalentflammbar. Der Feuerwiderstand kann durch eine dickere Verputzung von 3 cm,¹⁶ oder bei der Verwendung von Kalkputz sogar auf Feuerwiderstandsklasse 90 („feuerbeständig“) erhöht werden.¹⁷

Einige Länder haben bereits ihre Bauordnungen für Naturdämmstoffe geöffnet. Das Ergebnis der Überarbeitung der Musterholzbaurichtlinie steht allerdings weiterhin aus, was die Verwendung von alternativen ökologischen Dämmstoffen wie Stroh einschränkt.

¹⁶ FNR (2021): Stroh. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://baustoffe.fnr.de/daemmstoffe/materialien/stroh/>.

¹⁷ FNR (2018): Strohgedämmte Gebäude. 3. Auflage, S. 25. Verfügbar unter: http://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Broschuere_Strohgedaemmte_Gebaeude_Nachdruck_2018_Web.pdf

Dämmplatten aus mineralischen Abfallstoffen

Hintergrund und Umweltbedeutung

In Deutschland fallen jährlich 48 Mio. t mineralischer Industrieabfälle an.¹⁸ Das sind etwa 12% des gesamten jährlichen Abfallaufkommens von 412,2 Mio. t.¹⁹

Industriemüll entsteht bei der industriellen Güterverarbeitung, oft in Verbrennungsprozessen, und lässt sich je nach Schadstoffgehalt auf unterschiedliche Art und Weise weiterverarbeiten. Mineralische Industrieabfälle wie Aschen, Schlacken und Sande, die bei thermischen Prozessen entstehen, können im Allgemeinen zur Wiederverwertung als Ersatzbaustoff in der Baubranche aufbereitet werden.²⁰ Andere Arten von mineralischen Abfällen sind Aushubmaterialien, die bei dem Bau von Gebäudefundamenten aber auch bei Großprojekten wie Tunnels entstehen, oder Abbruchmaterialien, die beim Rückbau von Gebäuden anfallen.

Ein großer Teil dieser Abfälle wird jedoch in Deutschland immer noch deponiert.²¹ Dadurch gehen wertvolle Ressourcen verloren, was verhindert werden könnte, indem man diese potenziellen Rohstoffe recycelt. Insbesondere die Verwendung solcher Abfälle als Ersatzbaustoffe in Bauprodukten kann maßgeblich zu einer ressourcen- und klimaschonenden Wirtschaft beitragen.

Beschreibung der Innovation

FenX ist im Mai 2019 durch eine Ausgründung von vier Materialwissenschaftlern aus der ETH Zürich entstanden. Das Unternehmen hat einen Prozess entwickelt mit dem sich aus mineralischen Ausgangsstoffen, unter anderem Industrieabfällen und Aushubmaterialien, ein poröser Schaum herstellen lässt, der als Dämmmaterial verwendet werden kann.

Der Schaum wird aus mineralischen Partikeln unter Beimischung von Wasser und geheimen Zusätzen in einem Schäumverfahren hergestellt. Im Vergleich mit der Herstellung anderer künstlichen Dämmstoffe verfestigt sich der Schaum auch ohne die Anwendung großer Hitze. Dadurch wird weniger Energie benötigt und somit wird der CO₂-Fußabdruck der Produktion stark reduziert. Das so entstandene Material ist brandfest und leicht. Nach Hersteller:innenangaben zeigt das Produkt eine Dämmleistung, die mit gängigen Fassadendämmstoffen vergleichbar ist. Zahlen zur tatsächlichen Dämmleistung des Stoffs werden noch nicht veröffentlicht. Zudem soll das Material komplett wiederaufbereitet werden können, womit der Rohstoffkreislauf geschlossen werden kann.²²

Steckbrief

Firma: FenX AG, ein Spinoff der ETH Zürich

Kurzbeschreibung: nachhaltige Dämmplatten aus mineralischen Abfallstoffen

Aktueller Stand: Planung und Umsetzung der Pilotproduktion

Weiterführende Informationen:
www.fenx.ch

¹⁸ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2018): Abfallwirtschaft in Deutschland 2018. Verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/abfallwirtschaft_2018_de.pdf

¹⁹ Statistisches Bundesamt (2019): Statistisches Jahrbuch 2019. Zahlen aus dem Jahr 2017.

²⁰ BVSE (2021): Mineralische Abfälle. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.bvse.de/themen-mineralik1/themen-mineralik/mineralische-abfaelle.html>

²¹ Hoffmann, B. (2014): Recyclingpotenzial von Aschen, Schlacken und Stäuben aus Metallurgie und Abfallverbrennung. Veranstaltungsbereich Schlackenkonferenz 23.-24.10.2013 in Berlin. Verfügbar unter: https://www.at-minerals.com/de/artikel/at_Recyclingpotenzial_von_Aschen_Schlacken_und_Staebun_aus_Metallurgie_und_2029985.html

²² Eberhardt, A. (2019): Mit Industriemüll Häuser isolieren. Pressemitteilung der ETH Zürich vom 11.10.2019. Verfügbar unter: <https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2019/10/eth-spin-off-fenx.html>

Die F&E Abteilung von FenX hat ein Portfolio an mineralischen Schäumen entwickelt, deren mineralische Basis aus Abfallprodukten der Bau-, Metall- und Papierindustrie stammt. Das längerfristige Ziel ist es dabei, dass das Dämmmaterial ohne lange Transportwege dort hergestellt werden kann, wo die entsprechenden Industrieabfälle entstehen und Gebäude gebaut oder renoviert werden.²³

Im Mai hat FenX eine Finanzierungsrunde von insgesamt EUR 2.5 Mio. abgeschlossen, um eine Pilot-Produktion aufzubauen. Die Zertifizierung des Dämmmaterials soll noch bis Mitte 2022 erfolgen. Anschließend will das Unternehmen mit den ersten Isolierplatten an den Markt gehen.

Bewertung

Da das Produkt noch nicht auf dem Markt erhältlich ist und genaue technische Daten von der Firma noch nicht kommuniziert wurden, kann hier nur eine vorläufige Bewertung abgegeben werden. Sehr positiv hervorzuheben ist in jedem Fall die energiesparende Herstellungsweise und die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfallstoffen, der sonst deponiert wird. Einschränkend muss hier bemerkt werden, dass die tatsächliche Dämmleistung des Stoffs noch nicht bekannt ist.

Das Material ist wie andere mineralische Dämmstoffe nicht brennbar, was einen entscheidenden Vorteil im Vergleich mit anderen Dämmstoffen darstellt, die oft brennbar und auf die Zuführung von Brandschutzmittel angewiesen sind. Damit ist es insbesondere auch für den Hochbau geeignet, wo die Anwendung von Dämmstoffen der unteren Brandschutzklassen in der Regel eingeschränkt ist oder besonderen Auflagen unterliegt.

Der Dämmstoff ist theoretisch preiswert zu produzieren, weil keine aufwändigen thermischen Prozesse nötig sind und mineralische Abfallstoffe erschwinglich sind. Das Dämmmaterial ist nach Angaben von FenX komplett stofflich recycelbar, indem es nach einer Aufbereitung für die Herstellung neuer Schäume genutzt wird. Fraglich ist jedoch, inwieweit sich ein Recycling des Dämmstoffs nach Rückbau wirtschaftlich lohnt, da die Rohmaterialien preiswert erhältlich sind.

Wichtig ist dabei außerdem, dass FenX bei der Verwendung von Aushubmaterialien sicherstellt, dass die Gesetzesrichtlinien für Baumaterialien eingehalten werden. Unter anderem wird dabei auf den Schwermetall Gehalt im Rohmaterial und auf flüchtige organische Verbindungen (*volatile organic compounds*, VOC) im Endprodukt geachtet. Da Flugasche je nach Brennmaterial auch toxische Stoffe enthalten kann, müssen hier alle ökologischen und gesundheitlichen Risiken ausgeschlossen werden.

Die nötigen Transportwege werden bereits in der Entwicklung mitgedacht, indem verschiedene lokal anfallende mineralische Abfallstoffe verwertet werden können. Diese Herangehensweise bietet ein großes Potential zur Reduzierung der transportbedingten CO₂-Emissionen. Es ist jedoch zu klären, inwieweit lokale Produktion und Angebot auch umsetzbar sind. Momentan ist eine Pilotanlage in Planung.

Politische Hürden und Marktbarrieren

In Deutschland gibt es aktuell keine geltende Regelung für die Nutzung mineralischer Abfälle als Ersatzbaustoffe, was deren Bezug und Verwendung für die Herstellung neuer Produkte erschwert. Die kürzlich veröffentlichte Mantelverordnung für Ersatzbaustoffe und Bodenschutz wurde hier viel zu lange verschleppt und wird erst in zwei Jahren in Kraft treten.

Grundsätzlich stehen innovative Dämmstoffe, die von Jungunternehmen wie FenX entwickelt werden, vor dem Problem dass sich die entsprechenden Kenntnisse nur langsam bei den Fachplaner:innen und Handwerker:innen verbreiten, wenn auch die Nachfrage nach solchen Dämmstoffen insgesamt wächst. Große Firmen mit etablierten Produkten bestimmen den Dämmstoffmarkt. Folglich ist der Markteintritt riskant,

²³ Ebenda.

da nicht gesichert ist, dass sich auch eine Nachfrage für das entwickelte Produkt einstellt. Die bauaufsichtliche Zulassung von Dämmprodukten ist zudem sehr aufwändig und zeit- und kostenintensiv. Diese Kosten sind für etablierte Unternehmen leichter zu schultern als für jüngere Unternehmen, die vor der Zulassung noch kein Geld mit ihrem Produkt erwirtschaften konnten.

Holzschaum: Ein Schaumdämmstoff auf Basis nachwachsender Rohstoffe

Hintergrund und Umweltbedeutung

Bislang werden für die Gebäudedämmung neben mineralischen Dämmstoffen vor allem Materialien auf Erdölbasis, wie Polystyrol oder Polyurethan verwendet. Diese Materialien erzielen gute Dämmwirkungen und reduzieren damit den Verbrauch fossiler Energieträger, die zum Beheizen von Gebäuden verwendet werden.²⁴ Allerdings werden dazu fossile Materialien benötigt, die anschließend im Vergleich zu ihrer Entstehungszeit eine sehr kurze Nutzungsdauer haben.

Die vermehrte Nutzung von Naturdämmstoffen im Bauwesen kann dazu beitragen, CO₂ zu reduzieren und Ressourcen zu schonen. Nachwachsende Rohstoffe sind erneuerbar und speichern in der Wachstumsphase CO₂, das nur bei einer thermischen Verwertung wieder freigesetzt wird. Sie tragen somit mehrfach zum Klimaschutz bei.

Einblas- und Mattendämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen haben hierbei eine besonders vorteilhafte Ökobilanz.²⁵ Diese Dämmmethoden haben jedoch den Nachteil, dass sie weniger druckfest bzw. formstabil sind als Schaumdämmstoffe auf Polymerbasis. Schäume aus nachwachsenden Rohstoffen haben das Potenzial, die positiven Materialeigenschaften von Kunststoffschäumen mit den ökologischen Vorteilen von erneuerbaren Ressourcen zu verbinden.

Beschreibung der Innovation

Im Rahmen eines Forschungsprojektes hat das Fraunhofer-Institut für Holzforschung einen Schaumstoff entwickelt, der vollständig aus Holz hergestellt wird. Dazu wird das Ausgangsmaterial zusammen mit Wasser zu feinen Partikeln zermahlen, sodass eine Holzfasersuspension entsteht. Das Gemisch kann anschließend durch Treibmittel und/oder kräftiges Rühren aufgeschäumt werden. Danach wird es bei hohen Temperaturen getrocknet und härtet aus.

Es werden keine zusätzlichen Bindemittel, wie Harze oder Klebstoffe benötigt, da das Holz eigene Bindungskräfte entfaltet. So entsteht ein leichter Werkstoff mit einer wahlweise geringen Rohdichte, die beispielsweise bei einem Schaum aus Buchenholz gezielt zwischen 50 kg/m³ bis 170 kg/m³ gewählt werden

Steckbrief

Erfunden von: Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut WKI

Kurzbeschreibung: Holzschaum ohne Zusatz von Bindemitteln sowie Sandwichelement mit Holzschäumkern für den Hochbau

Kennwerte:

Wärmeleitfähigkeit: $\lambda = 0,04$ W/(mK) Brandschutzklasse: B2

Aktueller Stand: Optimierung der Verfahrenstechnik, vorwiegend der Trocknung, Überprüfung Einsatz weiterer Materialien und Überprüfung nach geltenden Dämmstoff-Normen

Weiterführende Informationen:

[Holzwerkstoffe Website](#)
[Informationsblatt Holzschaum](#)
[Pressemitteilung Sandwich-Elemente](#)

²⁴ VDI Zentrum Ressourceneffizienz (2016): Kurzanalyse Nr. 7: Ressourceneffizienz der Dämmstoffe im Hochbau. 3. Auflage. S. 4ff.

²⁵ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

kann.²⁶ Neben Buchenholz können auch weitere Laub- sowie Nadelhölzer zur Produktion verwendet werden.²⁷ Auch Altholz²⁸, Sägenebenprodukte, Durchforstungshölzer sowie Hanf und Stroh sind zur Herstellung des Schaums geeignet.²⁹

Ersten Untersuchungen nach sind die Holzschäume gut als Dämmstoff geeignet. Sie bieten bei geringer Dichte eine Wärmeleitfähigkeit von unter 0,04 W/mK. Das Material hat anderen holzbasierten Dämmstoffen gegenüber den Vorteil, dass es ähnlich formstabil wie synthetische Schaumdämmstoffe ist. Darüber



Abbildung 2: Holzschäume unterschiedlicher Dichte
Quelle: Fraunhofer WKI

hinaus sind die entwickelten Schäume druckfest und schallabsorbierend. Sie zeigen ein ähnliches Brandverhalten (B2) wie die meisten Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Es besteht auch die Möglichkeit, während des Produktionsprozesses Flammenschutzmittel hinzuzufügen, um die Brennbarkeit weiter herabzusenken.³⁰ Die Anwendungsmöglichkeiten sind abhängig von der weiteren Entwicklung der Schaumstoffe, doch es wird von einer breiten Produktpalette, ähnlich der von PU-Hartschaum oder Polystyrol, ausgegangen.

In Kooperation mit dem Institut für Füge- und Schweißtechnik der TU Braunschweig wurde bereits eine erste Weiterentwicklung vorgenommen und ein Sandwichelement hergestellt.³¹ Das Bauteil besteht aus einem Holz-

schaumkern, der beidseitig mit einer dünnen Schicht Textilbeton versehen wird. Der verwendete Textilbeton kann entweder flüssig aufgegossen oder verklebt werden. So werden ähnliche Materialeigenschaften wie bei Sandwichelementen mit synthetischem Schaumstoffkern erreicht, die insbesondere im Hoch- und Fertigtbau verwendet werden.³² Das entwickelte Sandwichelement ist zur Verwendung als Vorhangfassadenelement und für den Innenausbau gedacht. Eine Marktzulassung liegt noch nicht vor und ein:e Industriepartner:in für die Produktion muss erst noch gefunden werden.

Bewertung

Der Holzschäume bietet eine vielversprechende Alternative zu den typischen Kunststoffschäumen und ermöglicht es, auch dort mit einem Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen zu arbeiten, wo andere gängige Naturdämmstoffe aufgrund ihrer schlechteren Formstabilität weniger gut geeignet sind. Naturdämmstoffe haben oft ökologische Vorteile, insbesondere, wenn sie aus regionalem Anbau gewonnen werden und ohne Zusatzstoffe auskommen.

²⁶ Fraunhofer WKI (2019): Flyer „Holzschäume – Vom Baum zum Schaum“. Verfügbar unter: www.wki.fraunhofer.de/content/dam/wki/de/documents/Mediathek/infomaterial/flyer-und-themenblaetter/hnt/Themenblatt_HNT_Holzschäume_2019-01.pdf

²⁷ Ebenda.

²⁸ Fraunhofer WKI (2019): Forschende am Fraunhofer WKI entwickeln nachhaltige Sandwichelemente aus Holzschäume und Textilbeton für den Einsatz im Hochbau, Pressemitteilung 10.06.2019. Verfügbar unter: https://www.wki.fraunhofer.de/de/presse-medien/2019/PI_2019-09_Nachhaltige-Sandwichelemente-aus-Holzschäume-und-Textilbeton-im-Hochbau.html

²⁹ Fraunhofer WKI (2019): Holzwerkstoff- und Naturfaser-Technologien. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.wki.fraunhofer.de/de/fachbereiche/hnt/profil/forschungsprojekte/holzschäume.html>

³⁰ Fraunhofer WKI (2019): Flyer „Holzschäume – Vom Baum zum Schaum“. Verfügbar unter: www.wki.fraunhofer.de/content/dam/wki/de/documents/Mediathek/infomaterial/flyer-und-themenblaetter/hnt/Themenblatt_HNT_Holzschäume_2019-01.pdf

³¹ Wisner, G.; Bunzel, F.; Stammen, E. und Dilger, K. (2019): Entwicklung von nachhaltigen Sandwichelementen aus Holzschäume und Textilbeton – HoTeSa. Abschlussbericht im Rahmen der Förderinitiative „Zukunft Bau“. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag. Verfügbar unter: <https://www.irbnet.de/daten/rswb/19109012697.pdf>

³² Fraunhofer WKI (2019): Forschende am Fraunhofer WKI entwickeln nachhaltige Sandwichelemente aus Holzschäume und Textilbeton für den Einsatz im Hochbau, Pressemitteilung 10.06.2019. Verfügbar unter: https://www.wki.fraunhofer.de/de/presse-medien/2019/PI_2019-09_Nachhaltige-Sandwichelemente-aus-Holzschäume-und-Textilbeton-im-Hochbau.html

Da Bäume und andere pflanzliche Materialien während ihrer Wachstumsphase CO₂ binden, wirken sie während der Nutzungsphase als Kohlenstoffsенke, was sich positiv auf die Ökobilanz auswirkt. Wird auf regionales Holz zurückgegriffen, begünstigt das aufgrund der geringeren Transportwege die CO₂-Bilanz zusätzlich. Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, für die Holzschaumproduktion Holzreste und Altholz zu verwenden. Durch die Verwendung eines Abfallstroms kann so zusätzlich ein wichtiger Beitrag zum Ressourcenschutz geleistet werden.

Aktuell ist die thermische Verwertung die übliche Entsorgungsoption für Naturdämmstoffe. Dabei wird im Gegensatz zu konventionellen Materialien, die bei der Verbrennung zusätzliches CO₂ emittieren, bei natürlichen Dämmstoffen nur das vorher gebundene CO₂ wieder freigegeben. Im Hinblick auf die Ökobilanz sollte zukünftig dennoch mehr in Kreisläufen gedacht werden, bzw. eine kaskadische Nutzung erfolgen. Ein Vorteil des Materials ist hier, dass ausgedienter Holzschaum stofflich recycelt werden kann. Für die Produktion neuer Dämmstoffe kann alter Holzschaum bis zu einem Anteil von 50% als Grundstoff wiederverwendet werden.

Das Material ist zudem kompostierbar, da es nur aus Holz besteht. Synthetische Bindemittel, wie sie in Holzfaserplatten in der Regel verwendet werden, sind nicht nötig. Wichtig ist aber auch, bereits beim Einbau zu gewährleisten, dass ein sortenreiner Rückbau möglich ist. Das entwickelte Sandwichelement als Textilbeton-Holz-Verbundwerkstoff weist unter dem Gesichtspunkt der Recyclingfähigkeit daher Schwächen auf. Das Gleiche gilt, wenn dem Holzschaum Brandschutzmittel beigemischt werden. Diese erfüllen eine wichtige Funktion beim Brandschutz, schränken allerdings die Möglichkeiten der späteren Weiterverwendung und Wiederaufbereitung ein. Möglicherweise bieten hier aktuelle Forschungsprojekte,³³ wie die Verwendung von Dickschichtputzen oder konstruktive Lösungen eine Alternative.

Bislang liegen noch keine genauen Angaben zu Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Produktion vor, da der Holzschaum noch nicht industriell gefertigt wird. Durch die bisherigen Trocknungsvarianten ist jedoch wie bei synthetischen Schäumen von einer vergleichsweise energieintensiven Herstellung auszugehen. Im Rahmen der Entwicklung des Sandwichelements wurde bereits an einer effizienteren Trocknungstechnik gearbeitet. Hier besteht aus Sicht der DUH weiteres Optimierungspotenzial. Aktuell wird an einer energieeffizienteren Kombination aus Mikrowellentrocknung und konventioneller Banddurchlauf-trocknung geforscht. Dass der Holzschaum im Gegensatz zu synthetischen Schaumstoffen jedoch ohne Treibmittel produziert werden kann, ist aus Klimasicht eindeutig ein Pluspunkt.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Da der Holzschaum bislang noch erforscht wird, braucht das Material zunächst eine Marktzulassung als Dämmstoff. Unter bestehenden Regularien ist vor allem die Einordnung in die Brandschutzklasse relevant, weil davon abhängig ist, in welchen Gebäudeklassen der Schaumstoff verwendet werden darf. Bislang verbieten die meisten Landesbauordnungen die Verwendung von brennbaren Materialien ab der Gebäudeklasse IV, wobei einige Bundesländer unter bestimmten Auflagen hier Lockerungen eingeführt haben.³⁴

Neben dem fehlenden Wissen vieler Verbraucher:innen über Dämmstoffalternativen zu den mineralischen und synthetischen Marktführer:innen fehlen auch Anreize, die die Verwendung umweltfreundli-

³³ DUH (2019): Ergebnisbroschüre StaR-Dämm, S.9. Verfügbar unter: <https://www.duh.de/energie-gebaeude/star-daemm/#collapse-66557>

³⁴ Ebenda.

cherer Materialien und Verfahren generell attraktiver machen. Bestehende Regularien und Förderprogramme stellen aktuell keine Anforderungen an die Recyclingfähigkeit von Bauprodukten, deren Funktion als CO₂-Senke oder die verwendete Graue Energie.³⁵

³⁵ DUH (2019): Weiterentwicklung der KfW-Förderung: Graue Energie von Bauprodukten berücksichtigen, S.4. Verfügbar unter: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energieeffizienz/Gebaeude/FactSheet_KfW-Förderung_StaR-Dämm.pdf

Polymer-Nanoschaum als alternativer Hochleistungsdämmstoff

Hintergrund und Umweltbedeutung

Deutschland verfolgt das Ziel eines klimaneutralen Gebäudebestands bis 2045. Damit einhergehend müssen immer höhere Anforderungen an die Dämmleistung der Gebäudehülle erfüllt werden, um Innenräume so energieeffizient wie möglich zu Heizen und zu Kühlen. Das Einsparpotential durch Dämmung ist enorm: Raumwärme hat einen Anteil von 30% am deutschen Endenergieverbrauch und wird zum größten Teil aus fossilen Brennstoffen wie Öl und Gas erbracht. Lediglich 15% stammen aus erneuerbaren Quellen.³⁶

Mit herkömmlichen Dämmstoffen kann eine höhere Dämmleistung in der Regel jedoch nur durch höhere Schichtdicken erreicht werden. Eine dickere Dämmschicht ist aber bei vielen Anwendungen wie bei Rollladenkästen, in der Innendämmung oder im Denkmalschutz nicht möglich oder erwünscht.

Hier finden Hochleistungsdämmstoffe Verwendung, wie sie auch in Kühlgeräten, Automobilen oder Zügen zum Einsatz kommen. Sie können auch bei geringen Materialstärken noch wirksam dämmen. Aufgrund der aufwändigen Herstellungsverfahren sind aktuell vorherrschende Hochleistungsdämmstoffe jedoch sehr kosten- und energieintensiv und werden daher nur als Nischenprodukte eingesetzt.

Beschreibung der Innovation

Polymer-Nanoschäume sind eine Neuerung, die im Bereich der Hochleistungsdämmstoffe eine attraktive Alternative zu etablierten Produkten bieten. Das Unternehmen Sumteq, 2014 als Spin-off der Universität Köln gegründet, hat beispielsweise ein Verfahren zur Herstellung von hochdämmenden Polymer-Nanoschäumen entwickelt. Die Entwicklung wurde in zwei Projekten von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unterstützt. Solch kleinporige Schäume waren bislang nicht im industriellen Maßstab herstellbar und sind auch noch nicht auf dem freien Markt erhältlich. In der Produktion wird das flüssige Monomer zunächst zum Rohpolymer polymerisiert bevor es mit CO₂ aufgeschäumt wird.³⁷

Die Poren von Sumfoam sind 1000-fach kleiner als bei herkömmlichen Polymerschäumen wie EPS, was das Material sehr druckfest und stabil macht. Es kann staubfrei verarbeitet und als Stützmaterial im Strukturleichtbau verwendet werden. Sumfoam ist außerdem offenzellig und hydrophob. Es kann also kein flüssiges Wasser durch die Poren eintreten, Wasser in gasförmigem Zustand kann hingegen die Poren passieren. Das beugt der Schimmelbildung vor. Aufgrund der äußerst niedrigen Wärmeleitfähigkeit von unter 0,023 W/(mK) bietet das Material nach Hersteller:innenangaben bei gleicher Dicke fast die doppelte

Steckbrief

Firma: SUMTEQ, Ausgründung der Uni Köln

Kurzbeschreibung: Hochdämmender Polymer-Nanoschaum mit CO₂ als Treibgas

Kennwerte:
Wärmeleitfähigkeit: $\lambda < 0,023 \text{ W/(mK)}$

Aktueller Stand: Pilotproduktion seit März 2019; industrielle Produktion im Aufbau

Weiterführende Informationen:
<https://sumteq.de/>

³⁶ Umweltbundesamt (2020): Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme. Webartikel vom 16.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#warmeerzeugung-aus-erneuerbaren-energien>

³⁷ Müller, A. und Hoffmann, M. (2018): Entwicklung eines submikrozellularen Hochleistungsdämmstoffs aus einem Polystyrol-Nanoschaum. Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt, gefördert unter dem Az: 33406 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Verfügbar unter: <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-33406-01.pdf>

Dämmleistung von herkömmlichen Dämmstoffen.³⁸ Grund dafür ist der Knudsen-Effekt, der die Wärmeleitung über das in den Poren eingeschlossene Zellgas in Abhängigkeit von der Porengröße beschreibt. Diese Wärmeübertragung ist der wichtigste Faktor für die Dämmleistung von Schäumen.



Abbildung 3: SUMFOAM in der Nahansicht

Quelle: SUMTEQ GmbH

Im März 2019 hat Sumteq in Düren eine Pilotanlage in Betrieb genommen, mit der für interessierte Kund:innen Musterproduktionen erstellt werden. Das Start-Up plant, bis 2021 die Produktion auf industriellem Maßstab mit einer Industriepartner:in zu realisieren. Parallel werden die Entwicklung von Platten und anderen Formteilen sowie Anwendungen wie Hochleistungsdämmputze erforscht. Langfristig will das Unternehmen den Schäumprozess bei den Kund:innen ansiedeln und dann nur noch Polymere herstellen, was das Transportaufkommen in der Fertigung deutlich reduzieren würde.

Bewertung

Auf die Fläche gerechnet haben Hochleistungsdämmstoffe mit Abstand den höchsten produktionsbedingten Energiebedarf unter den Dämmstoffen.³⁹ Nanoschaumstoffe sind ein interessantes Feld für die Entwicklung von Hochleistungsdämmstoffen, die weniger energieintensiv produziert werden können. Ein wichtiger Vorteil von Sumfoam ist hier, dass die Produktion des Dämmstoffs bereits in der Pilotphase deutlich klimafreundlicher abschneidet als die Herstellung anderer Hochleistungsdämmstoffe.⁴⁰

Eine vergleichende Ökobilanzierung im Rahmen eines DBU-Entwicklungsprojekts hat ergeben, dass der produktionsbedingte Treibhausgasausstoß pro Volumeneinheit in der Pilotanlage bereits 77% unter dem von herkömmlichen Vakuumisolierpaneelen mit Kieselsäure-Kern und 69% unter dem von Aerogel liegt. Sumfoam erreicht dabei annähernd die gleichen Dämmwerte wie diese gängigen Hochleistungsdämmstoffe.⁴¹ Hinzu kommt, dass bei Sumfoam auch die Produktionskosten niedriger ausfallen. Gleichwohl benötigt die Produktion von Sumfoam erheblich mehr Energie als beispielsweise herkömmliche, für die Fassadendämmung verwendete Dämmstoffe. Die Anwendung von Sumfoam als Fassadendämmung ist daher auch nicht vorgesehen.

Positiv ist hervorzuheben, dass als Treibmittel technisches CO₂ anstatt Pentan verwendet wird, wie es

³⁸ Sumteq (2021): Technologie. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://sumteq.de/sumfoam/>

³⁹ Becker, N. und Pichlmeier, F. (2016): Ressourceneffizienz der Dämmstoffe im Hochbau. VDI Zentrum Ressourceneffizienz: Kurzanalyse Nr. 7. Verfügbar unter: www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/kurzanalysen/2014-Kurzanalyse-07-Ressourceneffizienz-der-Daemmstoffe-im-Hochbau.pdf

⁴⁰ Müller, A. und Hoffmann, M. (2018): Entwicklung eines submikrozellularen Hochleistungsdämmstoffs aus einem Polystyrol-Nanoschaum. Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt, gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, siehe Tabellen 3-2 und 3-3. Verfügbar unter: <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-33406-01.pdf>

⁴¹ Ebenda.

zum Beispiel bei der Produktion von expandiertem Polystyrol (EPS) Standard ist. Dieses CO₂ wird nicht wie üblich aus fossilen Brennstoffen hergestellt, sondern durch Abspaltung von Luftmolekülen gewonnen. CO₂ hat auf 100 Jahre gesehen eine fünf Mal geringere Treibhausgaswirkung als Pentan.⁴² Darüber hinaus wird das bei der Produktion von Sumfoam entweichende CO₂ zu über 95% wieder aufgefangen und in den Fertigungskreislauf zurückgeführt. Bei der Produktion von EPS entweichen aktuell etwa 94% des verwendeten Pentans.⁴³

Sumfoam ist wie herkömmliches EPS grundsätzlich durch Wiederaufschäumen recycelbar. Aktuell sind Rückholangebote oft hersteller:innenspezifisch und werden wegen mangelnder Anreize nur in geringem Umfang genutzt. Eine sortenrein trennbare Verbauung sowie die Existenz einer entsprechenden Rückhol- und Recyclinginfrastruktur sind wie bei anderen Dämmstoffen wichtige Voraussetzungen dafür, dass das Recyclingpotenzial von Sumfoam auch tatsächlich genutzt werden kann.

Nanoschaumstoffe wie Sumfoam haben das Potential, eine klimafreundlichere und kostengünstigere Alternative zu gängigen Hochleistungsdämmstoffen zu bieten. Eine Dämmung in anspruchsvollen Anwendungsbereichen, in denen niedrige Schichtdicken essentiell sind, wird somit ökonomisch attraktiver. Um ein späteres Recycling zu ermöglichen, sollte bereits beim Einbau darauf geachtet werden, dass eine sortenreine Trennung im Rückbau möglich ist.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Grundsätzlich stehen neue Nanodämmschäume vor den gleichen Problemen wie andere Dämmstoffe, die von kleinen und mittleren Unternehmen neu entwickelt werden. Die Nachfrage nach innovativen und nachhaltigen Dämmstoffen wächst zwar, aber die entsprechenden Kenntnisse verbreiten sich nur langsam bei den Fachplaner:innen und Handwerker:innen. Große Firmen mit etablierten Produkten bestimmen den Dämmstoffmarkt. Folglich ist der Markteintritt für Start-Ups schwierig, da nicht gesichert ist, dass sich auch eine Nachfrage für das entwickelte Produkt einstellt.

Die bauaufsichtliche Zulassung von Dämmprodukten ist zudem sehr aufwändig und kostenintensiv. Zusätzlich zur Zulassung wird oft noch eine freiwillige Zertifizierung angestrebt. Diese Kosten sind für etablierte Unternehmen viel leichter zu schultern als zum Beispiel für Start-Ups, die vor der Zulassung noch kein Geld mit ihrem Produkt erwirtschaften konnten.

⁴² Ebenda.

⁴³ Forum Nachhaltiges Bauen (2021): Website-Artikel: Polystyrol EPS – Ökobilanz. Verfügbar unter: <https://nachhaltiges-bauen.de/bau-stoffe/Polystyrol+EPS>

Wiederverwendung und -verwertung von Altholz für die Dämmung in Neubauten und Sanierungsprojekten

Hintergrund und Umweltbedeutung

Der deutsche Bausektor trug im Jahr 2015 mit rund 4,5 Mio. t Holzabfällen aus Bau- und Abbruch signifikant zum gesamten Altholzaufkommen von ca. 11,2 Mio. t bei.⁴⁴ Von diesem Altholzaufkommen wird ein Großteil in Verbrennungsanlagen verbrannt und lediglich 9% für die Spanplattenproduktion stofflich verwertet. Vor dem Hintergrund dieser großen Abfallmengen werden daher neue Bauverfahren benötigt, die Altholz recyceln und den Ressourcenverbrauch von Holz stark vermindern.⁴⁵

Beschreibung der Innovation

Im Rahmen des Forschungsprojekt RE⁴ wurde diese Problematik aufgegriffen und nach innovativen Konzepten zur Wiederverwendung und -wertung von Baumaterialien für den Neubau und die Sanierung geforscht. Das Horizon 2020-finanzierte Projekt wurde von 13 internationalen Partner:innen aus Wissenschaft und Industrie umgesetzt. Nach Veröffentlichung der Ergebnisse wurde es mit mehreren Preisen wie dem Hans Sauer Award 2020, einer Anerkennung bei dem Deutschen Holzbaupreis 2019 und der DGNB Sustainability Challenge 2020 ausgezeichnet.⁴⁶

Der Name RE⁴ setzt sich aus den Wörtern „REuse“ (Wiederverwendung), „REcycling“ (Wiederverwertung), „pREfabricated“ (Vorfertigung) und „REfurbished“ (Sanierung) zusammen und gibt Aufschluss über einige der übergeordneten Ziele des Projektes: Neben dem Entwurf eines innovativen Rückbaukonzepts für Stahlbeton- und Holzgebäude wurden unter anderem die Entwicklung eines Sortiersystems auf Basis von Robotik und Mechanik, die Entwicklung von Baustoffen, Bauteilkomponenten und vorgefertigten Elementen aus Recyclingmaterial sowie ein Konzept für ein kreislaufgerechtes, siebengeschossiges und energieeffizientes Wohngebäude erarbeitet.⁴⁷ Dabei gelang es den Projektpartner:innen, selektiv rückbaubare Bauelemente zu entwickeln, die durchschnittlich zu 80 % aus Baumaterialien aus dem Gebäudeabriss bestehen⁴⁸. Bei Fassadenelementen betrug der Anteil von Altholz sogar 95 %.

Steckbrief

Mitglieder: CETMA (Projekt Koordinator) und 12 internationale Partnerinstitute

Kurzbeschreibung: Forschungsvorhaben zum kreislaufgerechten Bauen, u.a. Recyclingpotenzial von Altholz für den Einsatz in Holzweichfaserdämmstoffen in Neubau- und Sanierungsprojekten

Kennwerte:

Holzfaserdämmplatten aus 95% recycelten Altholz

$U = 0,06 \text{ W/mK}$

Dichte = 175 kg/m^3

Druckfestigkeit = 30 kPa

Aktueller Stand:

Das Projekt lief von September 2016 bis Februar 2020. Aktuell erfolgt in mehreren Ländern die Umsetzung des Konzepts.

Weiterführende Informationen:

<http://www.re4.eu/>

⁴⁴ Umweltbundesamt (2015): Stoffströme Altholzverwertung in Deutschland 2015. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/altholz#verwertung-und-produktion-in-deutschland>

⁴⁵ ZRS (2019): Forschungsvorhaben RE4. Verfügbar unter: http://www.re4.eu/files/RE4_Panel_Holzbau_ZRS_DE.pdf

⁴⁶ RE4 (2020): News & Events. Verfügbar unter: <http://www.re4.eu/news>

⁴⁷ Natureplus (2020): Entwerfen für den Material-Kreislauf. Verfügbar unter: https://www.natureplus.org/index.php?id=11&L=2&tx_news_pi1%5Bnews%5D=1211&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=964b95b0b06d94b84fe9cbd8045de378

⁴⁸ Largo, A. und Attanasio, A. (2017): Reduction of environmental impacts of industrial and mining activities: Viable solutions for eco-sustainable buildings. *Applied Mineralogy & Advanced Materials*, Vol. 6. Verfügbar unter: <https://zenodo.org/record/3490932#.X60tldCJJaQ>

Am Beispiel Holzfaserdämmung lässt sich nachvollziehen, wie dieses Wiederverwertungspotential von Altholz durch eine Kaskadennutzung erreicht werden kann. Das Projekt hat hier ein Konzept entwickelt, nachdem Altholz verschiedene Nutzungsphasen durchläuft:⁴⁹ Bei Fassadenelementen kann Altholz so für die Errichtung des Holzskeletts, als Wetterschale, als Plattenwerkstoff oder als Dämmprodukt genutzt werden (Abbildung 4).

Um diese Wiederverwertungskette zu realisieren, wurde das aus dem Gebäudeabriss (beispielsweise aus einem rückgebauten Dachstuhl)

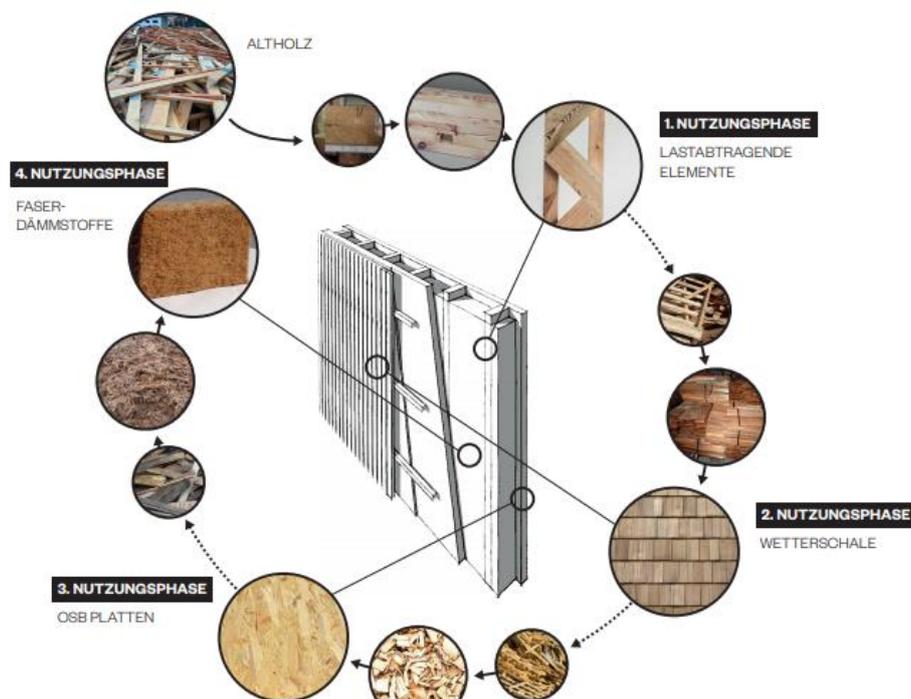


Abbildung 4: Kaskadennutzung von Altholz am Beispiel Fassadenelemente
© ZRS Architekten Ingenieure

kommende Altholz zunächst sortiert und anschließend visuell und im Labor durch Farbttests, gaschromatographische Untersuchungen und PCP Analysen auf Schadstoffe, Störstoffe und Festigkeit untersucht. Die Schadstoffuntersuchung gibt darüber Auskunft, ob das Holz direkt verarbeitet werden kann, oder ob behandelte Abschnitte aufgrund von Holschutzmitteln, Pilz- oder Insektenbefall oder anderweitigen schweren Schäden abgetrennt werden müssen oder aufgearbeitet werden können.⁵⁰ Mittels Metalldetektoren wurden die Holzverschnitte zudem auf Metallverunreinigungen wie Nägel untersucht. Abschließend wurde das Holz dann in Festigkeitsklassen nach DIN 4074 sortiert und zu verleimten oder leimfreien Holzbauteilen weiterverarbeitet. Mithilfe der Kaskadennutzung wurden dann verschiedene Nutzungsphasen realisiert und größere Querschnitte aus Altholz am Ende des Lebenszyklus zu gespannten Holzwerkstoffen und Dämmstoffen weiterverarbeitet.

Die Holzfaserdämmplatten wurden zu 100% aus recycelten Altholzfasern hergestellt und ohne den Zusatz von Bindemitteln maschinell und trocken zusammengepresst.⁵¹ Die entstandenen Dämmplatten verfügen über eine Dichte von 175 kg/m³, eine Druckfestigkeit von 30 kPa und einen Wärmedurchgangskoeffizienten von 0,06 W/mK.⁵² Die Fassaden zweier Modellhäuser in Spanien und Italien wurde mit weiteren Altholzelementen sowie recycelten Fassadentafeln verkleidet und erreichen die dortigen Energieeffizienzstandards für Neubauten der Zone C (Italien) und Climatic Zone D1-D4 (Spanien) (siehe Abbildung 5).

⁴⁹ Berliner Holzbaupreis (2019): Berlin baut aus Holz. Verfügbar unter: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/staedtebau/baukultur/berliner_holzbaupreis/download/Broschuere_Berliner_Holzbaupreis_2019.pdf

⁵⁰ Klinge et al. (2019): Strategies for circular, prefab buildings from waste wood. IOP Conf. Ser.; Earth Environ. Sci. 225 012052. Verfügbar unter: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/225/1/012052>

⁵¹ RE4 (2020): High quality aggregates from CDW? YES, RE4 CAN!. Verfügbar unter: <http://www.re4.eu/progress>

⁵² RE4 Project (2019): RE4 Insulating panels I RE4 Project. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=nRfOYA2wzBg>

Bewertung

Insgesamt gelang RE⁴ die Entwicklung von Baustoffen, Komponenten und Bauteilen aus durchschnittlich 80% recycelten Bau- und Abbruchabfällen.⁵³ Damit weist das innovative Planungsverfahren großes Potential für die kreislaufwirtschaftliche Nutzung von Altholz auf, zumal von dem gesammelten Altholz insgesamt rund 90% für verschiedene Bauelemente recycelt werden konnten, was gängige Vorurteile bezüglich der geringen Qualität von gebrauchtem Holz entkräftet.⁵⁴ Zusätzlich trägt die bei dem Forschungsprojekt angewandte modulare Bauweise signifikant zur Erhöhung der Lebensdauer von Gebäuden bei, denn in dem System ist die Trenn- und Rückbaubarkeit von Elementen mit unterschiedlicher Lebensdauer aufgrund der trennbaren Bauweise gegeben.⁵⁵ So kann bei Bedarf leicht ein Teilrückbau oder ein Umbau durchgeführt werden.



Abbildung 5: Konzeptmuster von Bauteilen aus Altholz. Links im Bild ist eine eingesetzte Holzfaserdämmplatte zu erkennen.

© ZRS Architekten Ingenieure

Bezogen auf die Holzfaserdämmung aus Altholz zeigt das Forschungsprojekt Möglichkeiten zur Wiederverwertung auf, die gerade aufgrund der aktuell zunehmenden Schäden an heimischen und globalen Waldbeständen durch Hitzewellen und Trockenheit an Brisanz gewinnen. Auch ist der durch die verschiedenen Nutzungsphasen verlängerte Lebenszyklus im Gegensatz zur sonst gängigen Verbrennung sinnvoll, denn es sorgt dafür, dass das im Holz gebundene CO₂ durch die Kaskadennutzung länger gebunden und nicht in die Atmosphäre freigegeben wird. Durch das trockene Herstellungsverfahren der Holzfaserdämmungen aus 100% Altholz kann außerdem der Energieaufwand während der Produktion erheblich gesenkt werden, denn eine nasse Produktion von Holzfaserdämmungen erhöht den Energiebedarf bei der Herstellung von Holzfaserdämmplatten erheblich.⁵⁶ Das bei der Herstellung der Holzfaserdämmung verwendete Verfahren ist somit wegweisend für andere Produktionsweisen der Branche, da es Klima und Ressourcen gleichermaßen schont und zudem auf die normalerweise verwendeten Zusätze wie Stützfasern oder Brandschutzmittel verzichtet.

Alles in allem ist das Projekt ein wegweisendes Beispiel für das kreislaufgerechte Bauen. Dies belegt auch die begleitende Ökobilanz, die je nach Bauelement eine Reduktion negativer Umweltwirkungen von 38

Alles in allem ist das Projekt ein wegweisendes Beispiel für das kreislaufgerechte Bauen. Dies belegt auch die begleitende Ökobilanz, die je nach Bauelement eine Reduktion negativer Umweltwirkungen von 38

⁵³ ZRS (2020): RE4 gewinnt DGNB Sustainability Challenge. Verfügbar unter: <https://zrs.berlin/de/article/re4-preisgewinner-dgnb-sustainability-challenge-2020/>

⁵⁴ Klinge, A. et al. (2019): Design concept for prefabricated elements from CDW timber for a circular building. IOP Conf. Ser.; Earth Environ. Sci. 323 012022. Verfügbar unter: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/323/1/012022>

⁵⁵ Natureplus (2020): Entwerfen für den Material-Kreislauf. Verfügbar unter: https://www.natureplus.org/index.php?id=11&L=2&tx_news_pi1%5Bnews%5D=1211&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=964b95b0b06d94b84fe9cbd8045de378

⁵⁶ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: <https://www.ifeu.de/welche-daemung-ist-oekologisch-ifeu-studie-bewertet-stoffe-ueber-ihren-lebensweg/>

bis 64% gegenüber herkömmlichen Bauelementen aufzeigt. Zusätzlich realisierte das Projekt eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 50% sowie eine Senkung der Rückbaukosten um 92% verglichen mit der Verwendung von konventionellen und neugefertigten Bauteilen.⁵⁷

Politische Hürden und Marktbarrieren

Altholz wird in Abhängigkeit von der Schadstoffbelastung in die Kategorien A I – A IV eingeordnet. Um zeitaufwändige Untersuchungen über den Einsatz von Holzschutzmitteln zu vermeiden, erfolgt jedoch beim Rückbau von Gebäuden trotz z.T. höherer Entsorgungskosten häufig die standardisierte Einordnung in die höchste Altholzklasse A IV ohne vorherige Untersuchung.⁵⁸ Die Folge ist, dass die Verbrennung als einzige Verwertungsmethode für die vermeintlich mit gesundheitsschädlichen und heute nicht mehr zugelassenen Holzschutzmitteln belasteten Abfälle erlaubt ist.⁵⁹ Durch dieses Prozedere geht wertvolles und hochwertiges Holz verloren, anstatt es für Bauelemente wie Holzdämmungen wieder nutzen zu können.

Erschwerend für eine Kreislaufführung von Altholz kommen außerdem die geringen Preise für Rohholz und für die Altholzentsorgung hinzu. Die mit der Abholung verbundenen Umweltkosten sind im Produktpreis bisher nicht enthalten. So besteht kein finanzieller Anreiz für die Wiederverwendung oder das stoffliche Recycling. Ein Mangel an Infrastrukturen zur Altholzverwendung ist die Folge. Seitens der verarbeitenden Industrie gibt es außerdem Bedenken vor metallischen Verunreinigungen wie Nägeln, die zu Maschinenschäden führen können. Das Beispiel Leimholz zeigt aber, dass eine Industrialisierung des Untersuchens und Herausfrärens von Verunreinigungen möglich ist.⁶⁰ Allerdings erhöht das im Kontext des stofflichen Recyclings wiederum die Kosten.

Zudem gelten für Holzbaustoffe und viele nachwachsende Rohstoffe in Deutschland Beschränkungen aufgrund der Brennbarkeit, was insbesondere zu Hürden im Hochbaubereich führt. Diese aus Sicherheitsgründen angeführten Auflagen werden zwar von einigen Landesbauordnungen wie z.B. in Baden-Württemberg, Berlin, Nordrhein-Westfalen oder Hamburg entschärft, denn dort ist die Muster-Holzbaurichtlinie umgesetzt, die konstruktive Brandschutzlösungen und sichtbare Holzoberflächen im Hochbau ermöglicht. Nichtsdestotrotz bedarf es einer bundesweiten Regelung zur Verwendung von Holz für den Hochbau um Bauten wie die internationalen Modellhäuser des Forschungsprojekts auch in Deutschland zu ermöglichen.

⁵⁷ Natureplus (2020): Entwerfen für den Material-Kreislauf. Verfügbar unter: https://www.natureplus.org/index.php?id=11&L=2&tx_news_pi1%5Bnews%5D=1211&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=964b95b0b06d94b84fe9cbd8045de378

⁵⁸ Umweltbundesamt (2019): Altholz. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/altholz#hinweise-zum-recycling>

⁵⁹ Zachariah, N. et al. (2019): Strength and Cementation in a Termite Mound. In: Reddy, V., Mani, M. & Walker, P. (Hrsg.) *Earthen and Dwellings and Structures*. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/profile/Nikita_Zachariah/publication/331459618_Strength_and_Cementation_in_a_Termite_Mound/links/5d92b5c1a6fdcc2554a97833/Strength-and-Cementation-in-a-Termite-Mound.pdf#page=179

⁶⁰ Baunetzwoche #531 (2019): Holz im Loop. Verfügbar unter: https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-BAUNETZWO-CHE_531_6437942.html

Recycelter Naturdämmstoff aus alten Jutesäcken

Hintergrund und Umweltbedeutung

Im Wohnungs- und Nichtwohnungsbau wurden 2010 ca. 121 Mio. t an Bauprodukten verwendet, davon fast 2 Mio. t für Dämmstoffe.⁶¹ Aus ökologischer Sicht lohnt sich der Ressourcenaufwand für die Herstellung von Dämmstoffen zwar, da sie einen wichtigen Beitrag zur Effizienzsteigerung von Gebäuden leisten und somit ein wesentlicher Bestandteil der Wärmewende sind. Die Minimierung des Ressourcenaufwands ist dennoch erstrebenswert um den ökologischen Fußabdruck der Dämmstoffe weiter zu verbessern.

Die Dämmmaterialien werden zurzeit größtenteils auf Erdölbasis oder aus Mineralwolle hergestellt. Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen verzeichnen nur einen Marktanteil von 9%.⁶² Innerhalb der nachwachsenden Rohstoffe werden circa 58% aus Holzfasern hergestellt, 32% aus Zellulose und ein kleiner Teil von 10% besteht aus anderen nachwachsenden Rohstoffen wie Jute, Hanf und Flachs.⁶³ Allerdings sind auch nachwachsende Rohstoffe nur begrenzt verfügbar. Besonders veranschaulicht wird dies durch den sogenannten „Erdüberlastungstag“, der aufgrund des steigenden Ressourcenverbrauchs jedes Jahr weiter nach vorne rückt. 2019 fiel er bereits auf den 29. Juli – ab diesem Tag überstieg die menschliche Nachfrage an nachwachsenden Rohstoffen das Angebot und die Kapazität der Erde, die benötigten Ressourcen in einem Jahr zu reproduzieren.⁶⁴ Aktuell bräuchten wir also rund 1,75 Erden, um unseren globalen Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen zu decken.⁶⁵

Beschreibung der Innovation

Die Dämmstoffmatten *Thermo Jute 100* und *Thermo Jute 100 Plus* wurden bis 2020 von der Firma Thermo Natur vertrieben. Ausgangsmaterial waren alte Jutesäcke, die ursprünglich für den Transport von Kakao- und Kaffeebohnen oder Erdnüssen aus den Anbauländern nach Deutschland genutzt wurden. Aufgrund der Empfehlung des Transport-Information-Service (TIS) der Deutschen Transportversicherer, ausschließlich einwandfreie Säcke für den Transport zu verwenden, werden die Säcke üblicherweise nach einmaliger Verwendung verbrannt.⁶⁶

Für die Verwendung als Dämmstoff wurden die Jutesäcke in der firmeneigenen Faseraufbereitungsanlage zu hochwertigen Fasern verarbeitet. Die Jutesäcke wurden maschinell auseinandergerissen, mit Soda als

Steckbrief

Firma: HempFlex Solutions GmbH bzw. bis 2020 Thermo Natur

Kurzbeschreibung: Dämmstoff aus alten Jutesäcken

Kennwerte:
Wärmeleitfähigkeit: $\lambda = 0,0355 \text{ W/(mK)}$
Brandschutzklasse: B2

Aktueller Stand: Produktion vorerst eingestellt

Weiterführende Informationen:
<https://www.thermo-natur.de/>

⁶¹ Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung (2017): Zukunft Bauen. Forschung für die Praxis Band 06. Materialströme im Hochbau. Potentiale für die Kreislaufwirtschaft. Bonn.

⁶² Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2020): Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Gülzow. 11. Auflage.

⁶³ Ebenda.

⁶⁴ Overshootday.org (2021) Past Earth Overshoot Days. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/>

⁶⁵ Ebenda.

⁶⁶ Transport-Information-Service (TIS) (2021): Kakao / Kakaobohnen. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.tis-gdv.de/tis/ware/genuss/kakao/kakao-htm/#verpackung> und Thermo Natur (2017): Naturdämmstoff aus Kakosäcken, Pressemitteilung vom 5.4.2017. Verfügbar unter: <https://www.thermo-natur.de/presse/naturdaemmstoff-aus-kakaosaecken/>



Abbildung 6: Abfall oder Rohstoff? Jutesäcke zum Transport von Kaffeebohnen, Kakaobohnen oder Erdnüssen

Quelle: pixabay (hodihu)

Brandschutzmittel vermischt und zusammen mit biobasierten Kunststoffasern (produktspezifisch entweder auf PET- oder PLA-Basis) mittels Thermobonding bei 170°C zu einem Vlies verfestigt. Die Kunststofffasern, die einen Anteil von 8-10% hatten, schmolzen dabei und dienten so als Klebstoff. Durch die Verwendung von Soda als Brandschutzmittel ist das Produkt weitestgehend schadstofffrei.

Jute ist eine vergleichsweise reißfeste, schimmelresistente und langlebige Naturfaser. Mit einer Wärmeleitfähigkeit von bis zu 0,0355 W/(mK)⁶⁷ konnte die Dämmplatte durchaus mit den Dämmwerten der Marktführer EPS und Mineralwolle mithalten. Der flexible Mattendämmstoff war außerdem klemmfähig und konnte ohne zusätzliche Befestigungsmaßnahmen etwa in Zwischensparrendämmungen oder in Wänden mit Holzrahmenbauweise eingeklemmt werden. Das Material wird der Baustoffklasse B2 „normal entflammbar“ zugeordnet.

Die Jute-Dämmstoffe von Thermo Natur trugen das natureplus®-Umweltzeichen, welches eines der striktesten Umweltzertifikate für Dämmstoffe ist. Es werden nur Produkte ausgezeichnet, die zu mindestens 85% aus nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen bestehen, und hinsichtlich Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit über den gesamten Lebenszyklus geprüft wurden.

Thermo Natur war bislang die einzige Produzent:in von Jute-Dämmungen auf dem deutschen Dämmstoffmarkt. Aus wirtschaftlichen Gründen musste die Firma den Vertrieb in der ersten Jahreshälfte 2020 einstellen. Nun hat die niederländische HempFlax-Group die Vermögenswerte und Warenbestände, die Marken- und Produktzertifizierungen sowie die Lizenzierungen erworben und das Unternehmen HempFlax Building-Solutions GmbH gegründet.⁶⁸ Im Rahmen der Firmenübernahme werden *Thermo Jute 100* und *Thermo Jute 100 Plus* vorläufig das Sortiment verlassen.⁶⁹

Bewertung

Durch die Verwendung eines Materials, das eigentlich vor Ort als Abfall anfällt und der thermischen Verwertung zugeführt wird, leistet ein Dämmstoff aus alten Jute-Säcken einen wichtigen Beitrag zum Ressourcenschutz. Die Aufwertung von Textilabfällen zu neuen Dämmstoffen ist ein sehr lobenswertes Beispiel für eine sinnvolle Kaskadennutzung. Aus ökologischer Sicht sollten die Jutesäcke zunächst jedoch so oft wie möglich wiederverwendet werden, bevor sie dem Recyclingprozess und damit der Dämmstoffherstellung zugeführt werden.

Ein Nebeneffekt ist außerdem, dass das in den Jutefasern eingelagerte CO₂ durch die verlängerte Nutzungsphase länger gespeichert wird: Während des Wachstums entzieht die Pflanze CO₂ aus der Atmosphäre und der eingelagerte Kohlenstoff bleibt im Rohstoff bis zur thermischen Verwertung gebunden. Für das Dämmmaterial ist auch deshalb eine möglichst lange Nutzungsdauer und eine langlebige und rückbaubare Konstruktion von großer Bedeutung.

⁶⁷ Thermo Natur (2020): Thermo Jute 100 Plus. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.thermo-natur.de/daemmstoffe/thermo-jute/thermo-jute-100-plus/>

⁶⁸ Pressemitteilung deutsches Ingenieurblatt vom 3.6.2020. Verfügbar unter: <https://www.deutsches-ingenieurblatt.de/news/news-detail/27929-thermo-hanf-weiterhin-auf-dem-markt/>

⁶⁹ Informelle Mitteilung der Firma vom 12.6.2020.

Im Gegensatz zu anderen Naturdämmstoffen benötigt Jute keine chemische Behandlung gegen Schimmelbildung oder Schädlingsbefall. Durch einen Brandschutz aus Soda ist das Produkt weitestgehend schadstofffrei, was große Vorteile in der Verarbeitung, Verwendung und Entsorgung bringt.

Die Anbringung ohne Verkleben macht einen sortenreinen Rückbau möglich. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für eine mögliche Wiederverwendung des Materials. Wegen der polymeren Stützfasern und der möglichen baubedingten Verunreinigungen ist das Produkt für eine Kompostierung voraussichtlich nicht geeignet. Auch sogenannte biologisch abbaubare Kunststoffe wie Polymilchsäuren (PLA) bauen sich in der Landschaft oder in den Meeren oft nur ähnlich langsam ab wie konventionelles Plastik. Eine Umfrage der DUH unter ca. 1000 Kompostierungsanlagen zeigte 2018, dass selbst dort der Abbau von Bioplastik nicht gut funktioniert.⁷⁰ Die Verwendung von Biokunststoffen wie PLA bringt nach aktuellem Stand bei einer Betrachtung aller Umweltauswirkungen keinen grundsätzlichen ökologischen Vorteil gegenüber Polyethylenterephthalat (PET).⁷¹ Auch ein Recycling zu anderen Produkten gestaltet sich aufgrund des Verbunds aus verschiedenen Materialien als schwierig.

Die Dämmplatten aus Jute bieten eine mit herkömmlichen Dämmstoffen vergleichbare Dämmleistung und verfügen außerdem über positive bauphysikalische Eigenschaften, da die Faserstruktur schallisierend und feuchtigkeitsregulierend wirkt.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Die Entscheidung gegen Naturdämmstoffe fällt oft nicht bewusst, sondern wegen der schlechten Verfügbarkeit entsprechender Informationen. Kund:innen kritisieren laut einer aktuellen Umfrage oft den Mangel an Handwerker:innen, bei denen man sich zu Optionen einer ökologischen Dämmung informieren kann.⁷² Um nachhaltigen Dämmstoffen den Markteintritt bzw. die Marktdurchsetzung zu erleichtern, müssten Themen wie ökologische Baustoffe und nachhaltiges Bauen in den Lehrplänen der Aus- und Weiterbildung von Handwerker:innen, Planer:innen und Architekt:innen stärker verankert werden.

Ein weiterer Grund, warum sich Bauherr:innen gegen Naturdämmstoffe entscheiden, ist, dass die Endverbraucher:innenpreise für nachwachsende Dämmmaterialien typischerweise höher sind als die von konventionellen Dämmstoffen. Insbesondere die geringen Produktionsmengen lassen Skaleneffekte in der Produktion nur begrenzt zu. Dass der Rohstoff der Jute-Dämmstoffe nicht erst aufwändig angebaut werden muss, ist zunächst einmal ein Vorteil gegenüber anderen Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Allerdings stellte sich die aufwändige technische Aufbereitung der Jute-Säcke als zu kostspielig heraus, weswegen die Produktion der Dämmplatten nach dem Verkauf der Firma Thermo Natur 2020 vorläufig eingestellt wurde.

Allgemein gesagt trägt der rechtliche Rahmen den Vorteilen von Naturdämmstoffen insgesamt noch zu wenig Rechnung. Aspekte wie Graue Energie, verbesserte Wohngesundheit und Raumklima, sowie die weitgehende Vermeidung von Umweltbelastungen in der Entsorgung oder die CO₂-Speicherfunktion spiegeln sich bislang noch nicht in Regulierung und Förderpolitik wider. Auch in öffentlichen Ausschreibungen werden nachwachsende Rohstoffe nur wenig berücksichtigt. Entsprechende Empfehlungen der Bundes- und Landesministerien dringen noch nicht zu den örtlichen Bauämtern durch.

⁷⁰ Deutsche Umwelthilfe (2018): Bioplastik in der Kompostierung Ergebnisbericht – Umfrage. Verfügbar unter: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Kreislaufwirtschaft/Verpackungen/180920_DUH_Ergebnisbericht_Kompostierungsumfrage.pdf.

⁷¹ Umweltbundesamt (2012): Untersuchung der Umweltwirkungen von Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen. Verfügbar unter: www.umweltbundesamt.de/publikationen/untersuchung-umweltwirkungen-von-verpackungen-aus

⁷² Umfrage der co2online gGmbH (2018). Verfügbar unter: www.co2online.de/presse/pressemitteilung/beitrag/umfrage-zu-oekologischen-daemmstoffen-grosse-zufriedenheit-nach-daemmung-aber-handwerker-fehlen-16801/

Natur-Dämmstoff aus Rohrkolben (Typha)

Hintergrund und Umweltbedeutung

Moore entziehen der Atmosphäre weltweit jedes Jahr 150-250 Mio. t CO₂.⁷³ Pflanzen im Moor nehmen während ihres Wachstums CO₂ aus der Atmosphäre auf. Sterben die Pflanzen ab, wird das CO₂ im Torf gebunden. Durch die Entwässerung von Mooren wird das über Jahrtausende eingelagerte CO₂ wieder freigesetzt. Zusätzlich entsteht Lachgas, das ca. 300 Mal so klimaschädlich ist wie CO₂. Weltweit ist die Moorentwässerung für 10% der Treibhausgasemissionen verantwortlich.⁷⁴

Von den ca. 1,8 Mio. Hektar Moorflächen in Deutschland sind ca. 95% degradiert – sie wurden und werden für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung oder zum Torfabbau entwässert.⁷⁵ Etwa ein Drittel der Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft ist allein auf die Nutzung und Umwandlung von Moorböden zurückzuführen.⁷⁶ Die Freisetzung von klimaschädlichen Gasen kann nur gestoppt werden, indem der Torfabbau gestoppt wird, damit Moore erhalten und wiedervernässt werden können.



Abbildung 7: Typha: Rohstoff für Dämmmaterial mit Naturschutzpotential

Quelle: pixabay (MikeGoad)

Steckbrief

Firma: Typha Technik Naturbaustoffe

Kurzbeschreibung: Rohrkolben als kompostierbares Dämmmaterial, das zum Moorschutz beiträgt

Kennwerte:

Wärmeleitfähigkeit: $\lambda = 0,045 - 0,055$ W/(mK)

Brandschutzklasse: B2

Dampfdiffusionswiderstand $\mu < 10$

Aktueller Stand: Marktreifes Produkt aus der Forschung, bislang ohne Marktpräsenz

Rohrkolben (lat. Typha) kommt in größeren Mengen vor allem in Rumänien und Ungarn vor und wächst natürlicherweise in dichten, bis zu drei Meter hohen Reinbeständen, die pro Hektar 15 bis 20 t Trockenrohstoff ergeben (Abbildung 7). Typha wird schon seit langem für verschiedene Zwecke verwendet, wie zur Reinigung von Abwässern in Kläranlagen, zum Entgiften von Böden, als Rohstoff für handwerkliche Flechtarbeiten oder als Nahrungsmittel. Im Baubereich findet Typha bislang keine großmaßstäbliche Verwendung.

Durch den gezielten Anbau von Typha könnten trockengelegte, landwirtschaftlich genutzte Niedermoore regeneriert und trotzdem rentabel bewirtschaftet werden.

Beschreibung der Innovation

Das Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP) und das Unternehmen Typha Technik entwickelten 2014 eine Bauplatte aus Rohrkolben (Abbildung 8). Darauf aufbauend startete 2017 ein Forschungsvorhaben mit

⁷³ Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2020): Ökosystemleistungen der Moore. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.bfn.de/themen/biotop-und-landschaftsschutz/moorschutz/oekosystemleistungen.html>

⁷⁴ Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2012): Umweltgutachten 2012 - Verantwortung in einer begrenzten Welt. Erich Schmidt Verlag.

⁷⁵ LABO (2017) Bedeutung und Schutz von Moorböden – Hintergrundpapier –

⁷⁶ SRU (2012): Umweltgutachten 2012 - Verantwortung in einer begrenzten Welt. Erich Schmidt Verlag.

dem Ziel, ein Produkt für die Aufdachdämmung zu entwickeln.⁷⁷ Die Typhaplatten wurden an einem Versuchsstand unter Freilandbedingungen erprobt und als Wandbaustoff in mehreren Gebäuden mit Erfolg eingesetzt.

Laut Entwickler werden die Dämmplatten lediglich mit Magnesit gebunden und sind daher vollständig kompostierbar. Unter der Voraussetzung eines selektiven Rückbaus eignen sich die Platten auch zur Wiederverwendung. Sie können nach dem Abbindevorgang an der Luft trocknen, wodurch ihre Produktion nur sehr wenig Energie benötigt. Aufgrund des hohen Gerbstoffanteils weist das Produkt eine hohe natürliche Schimmelresistenz auf. Dämmplatten aus Typha haben durch eine hohe Druckfestigkeit und Biegesteifigkeit gute statische Eigenschaften. Außerdem ist das Dämmmaterial kapillaraktiv und zeigt eine mittlere Diffusionsoffenheit, weshalb in der Regel auf eine Dampfsperre verzichtet werden kann. Mit einer Wanddicke von 20 cm kann bereits ein U-Wert von 0,35 W/m²K unterschritten werden. Dies kann laut Hersteller:in mit keinem anderen Massivbaustoff erreicht werden.⁷⁸



Abbildung 8: Dämmstoffplatten aus Typha
Quelle: Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Bewertung

Aktuell wird Typha nicht kommerziell angepflanzt. Das industriell benötigte Material stammt zu großen Teilen aus dem Donaudelta. Um die lange Transportwege zu verringern, sollte ein Anbau nahe dem Fertigungsstandort angestrebt werden. In dem DBU-Projekt „Rohrkolbennutzung in Niedermooren – Integration von Rohstoffgewinnung, Wasserreinigung und Moorschutz zu einem nachhaltigen Nutzungskonzept“, durchgeführt von der TU München, konnte bereits gezeigt werden, dass sich Typha auf geeigneten Flächen in Deutschland gut anbauen lässt.⁷⁹

Durch den Anbau von Typha in wiedervernässten Niedermooren wird der Torfschwund unterbunden und viele Nährstoffe bleiben im Boden. Die Flächen dienen als wertvolles Biotop, auch weil die Ernte im Winter stattfindet. Durch den hohen Nährstoffbedarf der Pflanzen wirken sie als natürliche Kläranlagen – zur Vernässung der Moorflächen sollte nährstoffbelastetes Oberflächenwasser oder Grabenwasser aus landwirtschaftlichen Nutzflächen verwendet werden – so werden die belasteten Wässer gereinigt und den Pflanzen genügend Nährstoffe zugeführt. Durch die wirtschaftliche Nutzung von Typha wird die Moornaturierung auch finanziell attraktiver und kann zu einem Umdenken in der Landwirtschaft beitragen.

Mit 0,05 W/(mK) ist die Wärmeleitfähigkeit für einen Dämmstoff vergleichsweise hoch. Aufgrund der hohen Festigkeit kann das Material aber auch statische Aufgaben übernehmen, so dass sich die Typhaplatten vor allem als Massivbaustoff mit guten Dämmeigenschaften eignen.

⁷⁷ BINE Informationsdienst (2020): Aufdachdämmung aus Rohrkolben in Entwicklung. Websiteartikel. Verfügbar unter: <http://www.bine.info/themen/news/aufdachdaemmung-aus-rohrkolben-in-entwicklung/>

⁷⁸ Theuerkorn, W., Fritsch, A., Mach, M. et al (2011): Neuer Baustoff für umweltfreundliche und bautechnische Sanierung in der Denkmalpflege. DBU-Bericht (Förderkennzeichen AZ 27918). Verfügbar unter: <https://wufi.de/literatur/Theuerkorn,%20Fritsch%20et%20al%20-%20Neuer%20Baustoff%20f%C3%BCr%20umweltfreundliche.pdf>

⁷⁹ Deutsche Bundesstiftung Umwelt (k.A.): Rohrkolbenanbau in Niedermooren – Integration von Rohstoffgewinnung, Wasserreinigung und Moorschutz zu einem nachhaltigen Nutzungskonzept. Websiteartikel. Beispielhafte Projekte & Schwerpunkte. Verfügbar unter: https://www.dbu.de/123artikel27276_2430.html

Politische Hürden und Marktbarrieren

Es gibt bereits zahlreiche abgeschlossene Forschungsvorhaben, die sich mit Typha als Dämm- und Baustoff beschäftigen. In laufenden Forschungsvorhaben wird das bereits marktreife Produkt weiter optimiert. Für den Markteintritt fehlt es in erster Linie an einer Industriepartner:in, der das innovative Dämmmaterial herstellt und vermarktet. Dieser ist jedoch schwer zu finden, solange kein Anbau stattfindet und garantiert ist, dass genügend Rohstoff zur Verfügung steht. Dies ist ein Dilemma, denn umgekehrt ist es schwer Landwirt:innen für den Anbau zu gewinnen, ohne ihnen eine Abnahmegarantie bieten zu können. Noch unattraktiver wird der Anbau von Typha für Landwirt:innen dadurch, dass es sich bei den wiedervernässten Flächen nicht um „Landwirtschaftliche Flächen“ im Sinne der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik handelt. Nach der Umwandlung von Ackerland in ein Wiedervernässungsgebiet können für die Flächen also keine Direktzahlungen mehr bezogen werden.

Der Anbau von Typha und vergleichbaren Rohstoffen steht zudem vor administrativen Hürden. Dauert beispielsweise die Erstellung einer Anbaugenehmigung aufgrund der auszustellenden Umweltverträglichkeitsprüfung zu lange, kann dies z.B. Anbau- und Produktionskonzepte zum Scheitern bringen.

Die Bundesregierung sollte ihre Moorschutzstrategie⁸⁰ ernst nehmen und Anreize zur Wiedervernässung und nachhaltigen Nutzung von Mooren setzen. Durch spezielle Förderprogramme für die Wiedervernässung von Moorflächen könnten Landwirte beispielsweise motiviert werden, ihre Flächen z.B. für den Anbau von Typha zu nutzen.

⁸⁰ Bundesministerium für Umwelt (2020): Moorschutzstrategie der Bundesregierung. Diskussionspapier.



INNOVATIONEN IN BAU, RÜCKBAU UND SANIERUNG

Neue Bauweisen, Konstruktionen und rückbaubare Produktdesigns

Nicht nur Gebäude haben eine lange Lebensdauer. Auch etablierte Bauweisen ändern sich nur langsam. Um einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, muss sich die Baubranche aber einem grundlegenden Kulturwandel unterziehen. Entwicklungen wie das digitale Bauen, die Erfassung von Material- und Lebenszyklusdaten schon in der Planungsphase, die Verwendung von Ersatzbaustoffen oder die zunehmende Verbreitung rückbaubarer Konstruktionen können hier einen entscheidenden Beitrag zum nachhaltigen Bauen leisten. Die folgend dargestellten Innovationen heben ausgewählte Beispiele dar, die dazu beitragen können Dämmstoffe so kreislauf- und umweltfreundlich wie möglich zu verbauen.

Material- bzw. Stoffpässe für Gebäude

Hintergrund und Umweltbedeutung

Der Bausektor ist der ressourcenintensivste Sektor der Wirtschaft und er produziert auch entsprechend viel Abfall. Jährlich fallen in Deutschland über 70 Mio. t an Bauschutt und Bauabfällen an – bei einem Gesamtrohstoffeinsatz von etwa 530 t.⁸¹ Ein wirkliches Recycling von Bauschutt und Bauabfällen erfolgt jedoch in den allerwenigsten Fällen. Gängige Praxis sind die Deponierung oder niederwertige Verwertungsmaßnahmen von Bauschutt.⁸²

Aufgrund von Schadstoffbelastung, fehlender Trennbarkeit bei Verbundstoffen oder wegen unzureichender Recyclinginfrastruktur sind auch die aktuellen Entsorgungswege für Dämmstoffe problematisch. Mineralische Dämmstoffe werden zurzeit hauptsächlich deponiert, während organische Dämmmaterialien verbrannt werden.⁸³ Häufig werden rückgebaute Dämmstoffe in der Praxis auch über den Baumischabfall entsorgt, was insbesondere im Rahmen der Gewerbeabfallverordnung kritisch gesehen werden muss.

Ein Grundproblem ist hierbei, dass oft völlig unbekannt ist, welche Stoffe nach welcher geltenden Bauordnung vor Jahrzehnten verwendet wurden, was ein werterhaltendes Recycling enorm erschwert. Für Eigentümer:innen, die ab Bauübergabe oder Kauf die Verantwortung für ein Gebäude tragen, kann das unliebsame Überraschungen bereiten. Um dieses Problem des Gebäudebestandes im Neubau nicht zu reproduzieren braucht es Ansätze, damit material-spezifische Informationen über Jahrzehnte und länger weitergegeben werden können. Nur so können Gebäude bzw. Bauteile zu gegebener Zeit selektiv zurückgebaut und anschließend alle Materialien optimal wiedergenutzt werden.

Beschreibung der Innovation

Materialpässe oder Stoffpässe setzen bei dieser fehlenden Datengrundlage an. Grundsätzlich handelt es sich hierbei um Datensätze, die in einem standardisierten Format Informationen zu den verwendeten Materialien und Produktkomponenten, sowie deren Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen und deren Wiederverwertbarkeit enthalten.⁸⁴ Sie können für einzelne Produkte, Baustoffe oder Gebäude erstellt werden. Stoffpässe, die sich auf Gebäude beziehen, werden oft auch Gebäudepässe genannt.⁸⁵ Diese stehen im Fokus der weiteren Darstellung.

Steckbrief

Innovation: Material- und Gebäudepässe

Beispiel: Projekt Buildings as Material Banks, erhielt Horizon 2020-Förderung

Kurzbeschreibung: Erarbeitung von Materialpässen und anderen Grundlagen zur Erfassung von Kreislaufwirtschaftsdaten von Bauprodukten

Aktueller Stand: Projektabschluss im Februar 2019

Weiterführende Informationen:

<https://www.bamb2020.eu/topics/materials-passports/>

<https://zenodo.org/record/2556515#.X47RwOdCRaR>

<https://epea.com/leistungen/gebaeude>

⁸¹ Umweltbundesamt (2019): Bauabfälle. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcenabfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/bauabfaelle#mineralische-bauabfalle>

⁸² Ebenda.

⁸³ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

⁸⁴ Lang, W. und Heinrich, M. (2019): Materials Passports – Best Practice. Verfügbar unter: https://www.bamb2020.eu/wpcontent/uploads/2019/02/BAMB_MaterialsPassports_BestPractice.pdf

⁸⁵ Hier gibt es einige begriffliche Unschärfe, da auch Energieausweise teils auch als Gebäudepässe bezeichnet werden.

Ansätze für Gebäudepässe wurden bereits 2001 als Papierversion verfolgt.⁸⁶ Vorgesehen waren Datenblätter, die Angaben zu den verwendeten Materialien sowie zur Gebäudekonstruktion und technischen Ausrüstung enthalten. Dieser Ansatz wurde in Österreich konzeptionell zu einem Gebäudeinformationssystem weiterentwickelt, das auch Informationen zu Ort und Einbausituation der verwendeten Baustoffe sowie ein Wartungsbuch umfasst, welches als Teil der Bauakte abgelegt werden kann.⁸⁷ Diese papierbasierten Ansätze konnten sich jedoch nicht flächendeckend durchsetzen, weil sie auf lange Sicht als zu umständlich beurteilt wurden, insbesondere mit Blick auf die weitere Pflege während den Bau- und Nutzungsphasen.⁸⁸

Neuere Ansätze konzipieren Gebäudepässe digital, was insbesondere das Problem der Datenverfügbarkeit und der langfristigen Pflege löst sowie die Anknüpfung an digitale Planungsinstrumente wie Building Information Modeling (BIM) ermöglicht, das in Deutschland bei Infrastrukturprojekten ab 2021 verpflichtend einzusetzen ist. Die Möglichkeit, BIM-Datensätze um Nachhaltigkeitsinformationen zu den verwendeten Materialien und Produkten zu ergänzen, wird aktuell nur in Ausnahmefällen genutzt.⁸⁹

Eine rechtliche Verpflichtung zur Erstellung von Gebäudepässen gibt es nicht, ebenso wenig wie ein einheitlich akzeptiertes Format. Das EU-geförderte *Buildings as Material Banks*-Projekt (BAMB) hat hier Vorarbeit geleistet. Als Teil des Projekts wurde ein Datenformat für Materialpässe auf Ebene von Produkten, Baustoffen und Gebäuden erstellt, das Daten über alle Lebenszyklusphasen enthält und eine umfassende Nachhaltigkeitsbetrachtung ermöglicht.⁹⁰ Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurde auch die Beta-version eines *Circular Building Assessment Tools* entwickelt, welches Daten aus BIM oder CAD-Modellen erfasst und zusammen mit den BAMB-Daten auswerten kann. Um diese Materialpässe zentral verfügbar zu machen wurde außerdem der Prototyp einer Datenbank entwickelt, die allerdings seit Projektende 2019 nicht weiter erhalten wird.⁹¹

Datengrundlage der Materialpässe für Produkte sind Industriedaten, wie z.B. Umweltproduktdeklarationen und Sicherheitsdatenblätter sowie Materialdatenbanken, wie z.B. der *Building Material Scout*.⁹² Gebäudepässe enthalten zudem strukturierte Informationen zur Stoffmassenbilanz und zur Stoffverteilung innerhalb des Gebäudes. Weiterführende Systeme können Aspekte, die für eine zukünftige Kreislaufführung relevant sind, quantifizieren und bewerten (z.B. Trennbarkeit, Schadstofffreiheit und Recyclingfähigkeit).

Die Projektergebnisse wurden von den BAMB-Projektpartner:innen EPEA und Drees & Sommer, die sich 2019 zusammengeschlossen haben, weiterentwickelt und in die Anwendung überführt. Als erste Anbieter auf dem deutschen Markt bietet die EPEA die Erstellung eines *Building Circularity Passport*[®] für kommer-

⁸⁶ Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute – AGÖF (2001): Die Basis-Konzeption Gebäudepass Schleswig-Holstein – Zielstellungen und Ansatz. Verfügbar unter: https://www2.ioer.de/recherche/pdf/2001_blum_konzeption_gebpass.pdf

⁸⁷ Reisinger, H., Buschmann, H., Walter, B., Lixia, R., Daxbeck, H. (2014): Gebäudepass. Erarbeitung von Grundlagen für die Standardisierung von Gebäudepässen als Gebäudematerialinformationssystem

⁸⁸ Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2018); Wohnungsneubau langfristig denken – Für mehr Umweltschutz und Lebensqualität in den Städten. Verfügbar unter: https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2018_11_Stellungnahme_Wohnungsneubau.pdf?__blob=publicationFile&v=18

⁸⁹ Ebenda.

⁹⁰ BAMB-Projekt (2020): Website-Artikel: Materials Passports. Verfügbar unter: <https://www.bamb2020.eu/topics/materials-passports/>

⁹¹ Die Datenbank kann unter <https://passports.bamb2020.eu/> eingesehen werden. Nötig sind dafür die Zugangsdaten: Name: *Guest*, Passwort: *bambplatform*. Hersteller:innen können unter materialspassports@bamb2020.eu einen Bearbeiter:innenzugang anfordern, um eigene Produkte einzutragen.

⁹² Building Material Scout (2020): Ihre Service-Plattform für nachhaltige Bauprodukte. Verfügbar unter: <https://buildingmaterial-scout.com//>

zielle und private Bauprojekte an, der auch mit gängigen Building Information Modeling (BIM)-Anwendungen kompatibel ist. Dieser wird standardmäßig bei Bauprojekten der Firmen nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip erstellt und wurde bereits bei diversen Leuchtturmprojekten angewendet.⁹³

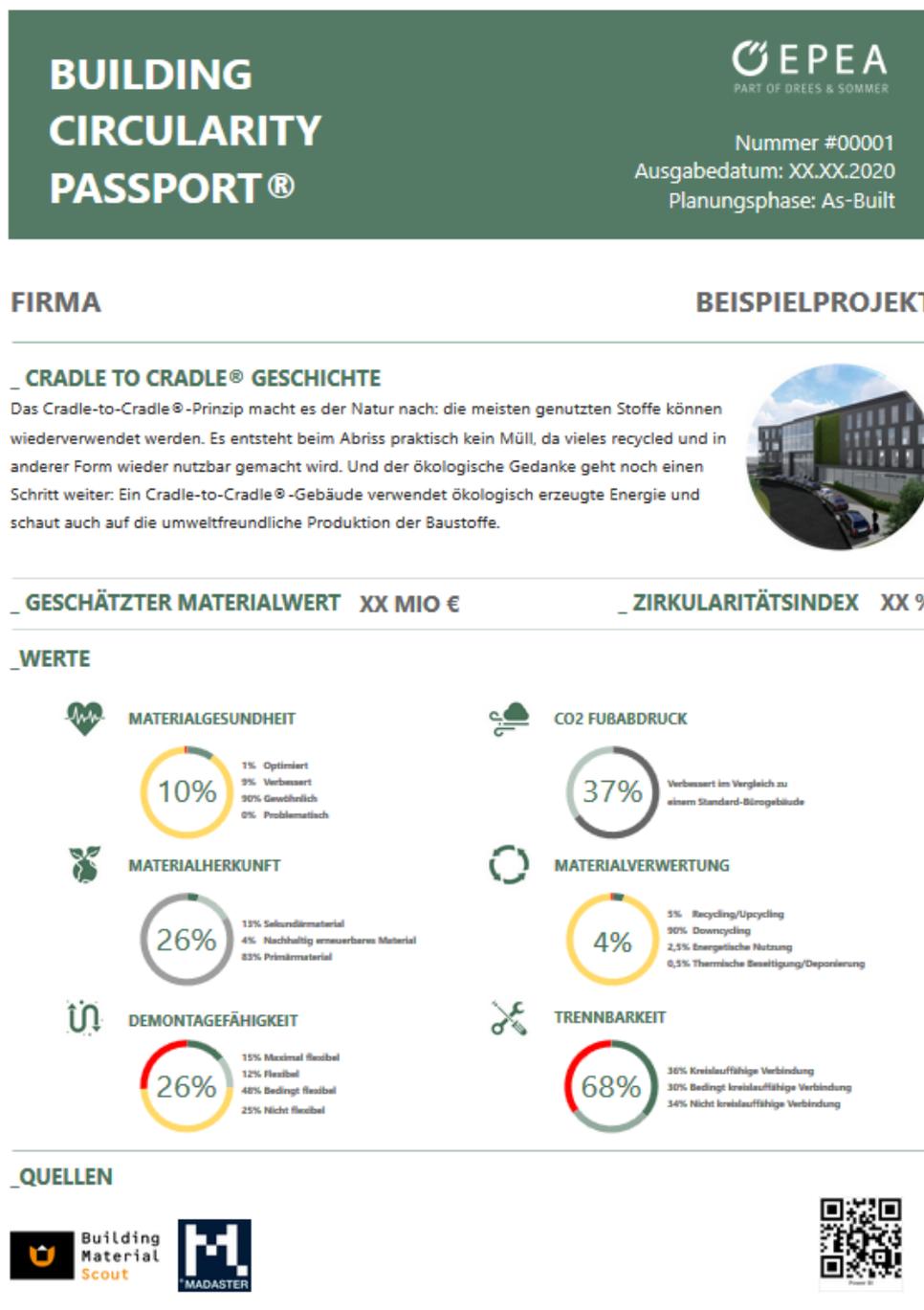


Abbildung 9: Muster des Building Circularity Passport®
Quelle: EPEA (2020) Cradle to Cradle Gebäude, Abbildung 1

⁹³ Ein Muster des Building Circularity Passport® kann hier eingesehen werden: <https://epea.com/leistungen/gebaeude>

Bewertung

Gebäude- und Materialpässe sind eine wichtige Voraussetzung für ein werterhaltendes Recycling von Dämmstoffen und anderen Baustoffen noch Jahrzehnte nach Verbauung. In ihnen werden essentielle Daten für eine umfassende Ökobilanzierung von der Planungsphase an zusammengeführt und erhalten, was den sonst üblichen Wissensverlust beim Übergang vom Bauen zum Betreiben eines Gebäudes verhindert.

Sie sind damit eine wichtige Grundvoraussetzung, um im Neubau das volle Potential der Digitalisierung für die Kreislaufwirtschaft zu nutzen. Eine nachträgliche Erstellung von Gebäudepässen für Bestandsgebäude ist hingegen deutlich aufwändiger und nicht im gleichen Detailgrad möglich, da Informationen zu den verwendeten Baustoffen und nachträglichen Renovierungsarbeiten nach Jahrzehnten typischerweise nicht mehr verfügbar sind. Auch hier gibt es für Materialpässe jedoch sinnvolle Anwendungen in der Rückbauplanung.

Bestehende Ansätze von BIM tragen bereits jetzt dazu bei, Ressourcenaufwand und Abfall in der Bauphase durch bessere Planung zu minimieren und Probleme wie unerwünschte Wärmebrücken frühzeitig zu erkennen. Richtig genutzt kann BIM die Planungsprozesse von Architekt:innen, Planungs- und Ausführungsunternehmen, Gebäudemanagement, Rückbau- bzw. Abbruch- und Recyclingunternehmen systematisch verknüpfen. Reibungsverluste und Fehlplanungen können so über alle Lebensphasen eines Gebäudes minimiert werden, indem diese Akteure jederzeit auf den aktuellen Datensatz zu einem Gebäude zugreifen können.

Eine aktuelle Befragung der deutschen Bauindustrie hat ergeben, dass die Nutzung solcher Werkzeuge in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird.⁹⁴ Gebäudepässe, und auch eine bessere Abdeckung von Bauprodukten durch Materialpässe, die über Umweltproduktdeklarationen hinausgehend alle Lebenszyklusphasen abdecken, können dazu beitragen dass das Potenzial dieser Methoden nicht nur für Planungseffizienz sondern auch für nachhaltiges Bauen genutzt wird.

Der Nachfolger des BAMP Materialpasses der *Building Circularity Passport*[®] hat hier den Vorteil, dass darin umfassende Daten, insbesondere zur Materialgesundheit, Trennbarkeit und Recyclingfähigkeit der verbauten Produkte sowie zur Rückbaubarkeit deren Konstruktionen festgehalten werden.

Da allerdings die BAMB-Datenbank nicht mehr weiter unterhalten werden kann, ist nicht damit zu rechnen, dass sie sich als zentraler Anlaufpunkt durchsetzt. Eine solche zentrale Datensammelstelle, sowie ein einheitliches Datenformat, werden jedoch nötig sein, damit Gebäudepässe bzw. Materialpässe flächendeckend Anwendung finden und so einen Wandel in der Baubranche hin zum kreislaufwirtschaftlichen Bauen unterstützen können.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Umweltproduktdeklarationen dienen als wichtige Datenquelle für Material- und Gebäudepässe. Deren Erstellung ist allerdings freiwillig, was der weiteren Verbreitung von Material- und Gebäudepässen entgegensteht. Bislang stellen Bauordnungen und Produktnormen keinerlei Anforderungen über die Nutzungsphase hinaus. Auch enthalten viele Umweltproduktdeklarationen nur Daten zur Produktionsphase, da die europäische Norm für die Ökobilanzierung eine Bilanzierung des gesamten Lebenszyklus noch nicht vorsieht.

Gleichzeitig ist die Erstellung von Umweltproduktdeklarationen relativ aufwändig, sodass sie für kleine und mittlere Unternehmen durchaus ein Hindernis darstellen können. Eine generelle Verpflichtung der

⁹⁴ PriceWaterhouseCoopers (2019): Digitales Bauen nimmt Fahrt auf. Verfügbar unter: <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/studiedigitales-bauen-nimmt-fahrt-auf.html>

Hersteller:innen, Umweltproduktdeklarationen für ihre Produkte zu erstellen, könnte also zum Innovationshemmnis werden, wenn kleinere Hersteller:innen keine Unterstützung erhalten. Gerade im Bereich der Wärmedämmung gibt es viele innovative Start-Ups, die mit Zertifizierungsproblemen zu kämpfen haben.

Damit die zu schaffende Datengrundlage mit einer Vielzahl von digitalen Anwendungen kompatibel ist, muss außerdem die Standardisierung im Bereich der Materialpässe voranschreiten. Laut einer Übersicht, die im Rahmen des BAMB-Projekts erstellt wurde, gibt es aktuell über 40 konkurrierende Ansätze.⁹⁵ Bislang müssen oft speziell entwickelte Datenübergabeformate entwickelt werden, damit diese miteinander kommunizieren können.

Auch eine zentrale Stelle zur Speicherung dieser Daten gibt es nicht. Hier ist die öffentliche Hand gefragt, denn die Daten sollen ja nach Jahrzehnten immer noch abrufbar sein, gleichzeitig muss das für Anwender:innen finanzierbar sein und Datenschutzaspekte müssen beachtet werden. Damit sind die Voraussetzungen einer verpflichtenden Erstellung von Gebäudepässen im Neubau erst noch zu schaffen. Datenbanken wie ÖKOBAUDAT, WECOBIS und Building Material Scout bieten hier schon eine gute Grundlage und sind mit mehreren Anwendungen kompatibel. Sie sind allerdings noch ausbaufähig, insbesondere da sie nicht alle Lebenszyklusphasen von Baustoffen abdecken. Auch die kürzlich ausgearbeitete VDI-Richtlinienreihe 2552 zu Building Information Modeling kann hier einen großen Beitrag zur Vereinheitlichung bestehender Ansätze leisten.⁹⁶

Insgesamt werden sich das digitale Bauen und die flächendeckende Erstellung von Materialpässen im Neubau nur durchsetzen können, wenn in der Baubranche ein grundlegender Kulturwandel stattfindet. Die Planungsinself einzelner Disziplinen müssen von einer digital vernetzten, kooperativen Arbeitsweise auf Basis gemeinsamer Gebäudeinformationsmodelle ersetzt werden. Eine weitere Voraussetzung ist die hinreichende Kompetenz der Planer:innen, Bauherr:innen und Auftraggeber:innen bei der Anwendung digitaler Methoden.

⁹⁵ BAMB-Projekt (2019): Deliverable 7 Operational Materials Passports. Verfügbar unter: <http://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/02/D7-Operational-materials-passports.pdf>

⁹⁶ Verein Deutsche Ingenieure (VDI) (2020): VDI 2552 Building Information Modeling (BIM). Verfügbar unter: <https://www.vdi.de/richtlinien/unsererichtlinien-highlights/vdi-2552>

Ein Zertifikat für den nachhaltigen Rückbau

Hintergrund und Umweltbedeutung

Einem Großteil von Neubauten aber auch bestimmten Sanierungsmaßnahmen geht zunächst ein Rückbau voraus. Dieser bleibt in der Planungspraxis auch angesichts der langen Lebensdauer von Gebäuden jedoch oft unberücksichtigt. Der Rückbau erfolgt dann eher unstrukturiert, was es insbesondere bei Dämmstoffen erschwert, Stoffkreisläufe konsequent zu schließen. Um die Wertigkeit der Bausubstanz zu erhalten ist hier ein systematischer Blick auf die Planung von Rückbaumaßnahmen nötig, der in der Praxis jedoch nur selten erfolgt.

Trotz grundsätzlicher Recyclingfähigkeit vieler Dämmmaterialien ist ein werterhaltendes Recycling immer noch die Ausnahme.⁹⁷ Aktuell werden jedes Jahr beim Gebäuderückbau über 200.000 t Dämmstoffe überwiegend deponiert und verbrannt.⁹⁸ Auch die Entsorgung über den Baumischabfall ist weiterhin in der Rückbaupraxis ein großes Problem.⁹⁹ Zudem können bei unsachgemäßer Entsorgung vermeidbare Umweltbelastungen auftreten.

Gebäudezertifizierungen, die Anforderungen an Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit von Neubauten stellen, können hier Abhilfe schaffen indem sie kreislaufwirtschaftliche Aspekte bereits in der Planungsphase verankern. In Deutschland sind hier insbesondere das *Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen* (BNB) zu nennen, das für Bundesgebäude verpflichtend anzuwenden ist, das *Nachhaltigkeit im Wohnungsbau* (NaWoh) Siegel für den Wohnungsbau sowie die Zertifikate der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), die national und international bei praktisch allen Gebäudenutzungen im Neubau und Bestand anwendbar und gerade im gewerblichen Umfeld weit etabliert sind.¹⁰⁰

Zertifizierungssysteme, die sich auf die Rückbaupraxis und Rückbauprozesse insbesondere bei älteren Bestandsgebäuden beziehen, um dort unter anderem ungenutzte Potenziale des Baumaterialrecyclings zu erschließen, gab es hingegen bislang noch nicht. Dies ist mit Hinblick auf Aspekte wie die sortenreine Trennung von Baumaterialien sowie die ökologische Belastung durch unsachgemäße Entsorgung von Bauabfällen relevant, denn solche Probleme im Rückbau können das werterhaltende Recycling insbesondere von Dämmstoffen verhindern.

Steckbrief

Unternehmen: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)

Kurzbeschreibung: Zertifizierung für nachhaltigen Rückbau von Gebäuden

Kennwerte:
12 Kriterien zu Ökologie, Ökonomie, Soziales, Technik & Prozesse

Aktueller Stand: Erstanwendung in Pilotprojekten

Weiterführende Informationen:
<https://www.dgnb-system.de/de/gebaeude/rueckbau/>

⁹⁷ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

⁹⁸ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Dämmmaßnahmen an Gebäudefassaden. Verfügbar unter: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/analysen-kompakt/2017/ak-11-2017-dl.pdf?blob=publicationFile&v=1>

⁹⁹ Sonderabfallwissen (2020): Immer mehr Bauschutt: Entsorgung und Recyclingpotenzial. Verfügbar unter: <https://www.sonderabfallwissen.de/wissen/immer-mehr-bauschutt-entsorgung-und-recyclingpotenzial/>

¹⁰⁰ Sachverständigenrat für Umweltfragen (2018): Wohnungsneubau langfristig denken – Für mehr Umweltschutz und Lebensqualität in Städten. Verfügbar unter: https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2016_2020/2018_11_Stellungnahme_Wohnungsneubau.pdf?blob=publicationFile&v=18

Beschreibung der Innovation

Ein Vorreiter bei der Zertifizierung von nachhaltigem Gebäuderückbau ist das DGNB System für den nachhaltigen Gebäuderückbau. Das Zertifikat ist für die Zielgruppe Kommunen, Bauherr:innen, Planer:innen sowie Rückbau- und Recyclingunternehmen entwickelt worden und dient als Instrument, um Rückbauprozesse zu optimieren, die Kostensicherheit zu fördern, Risiken zu minimieren und Stoffströme in Kreisläufen zu halten. Das DGNB System berücksichtigt dabei sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch ökologische Auswirkungen des Rückbaus¹⁰¹ und möchte den heute stattfindenden Rückbau mit Hinblick auf fünf erklärte Ziele optimieren:¹⁰²

1. Transparenz schaffen und die Werte der Ressourcen sichern
2. Gefahrstoffe identifizieren
3. Verwertungs- und Entsorgungswege optimieren
4. Beteiligte und betroffene Menschen wie Mitarbeiter:innen und Anwohner:innen berücksichtigen
5. Übergreifend: Bestehende Rückbauprozesse verbessern und erweitern

Der Rückbau eines Objektes wird durch 12 Kriterien bemessen, die auf die fünf gleichgewichteten Themenfelder Ökologie, Ökonomie, soziokulturelle und funktionale Aspekte sowie Technik und Prozesse verteilt sind. Ein Auditor begleitet Monitoring und die Dokumentation des tatsächlichen Rückbaus. Die abschließende Bewertung erfolgt durch die DGNB Zertifizierungsstelle. Die nachfolgende Übersicht zeigt den proportionalen Anteil der 12 Kriterien an der Gesamtbewertung des Zertifikats:¹⁰³

- Ökologische Qualität:
 - o Qualität der Materialstrombilanz (12%)
 - o Qualität der Gefahrstoffsanierung (8%)
- Ökonomische Qualität:
 - o Risikobewertung und Kostensicherheit (14%)
 - o Werte ausbaufähiger Ressourcen (6%)
- Soziokulturelle und funktionale Qualität:
 - o Projektkommunikation (10%)
 - o Sicherheit (10%)
- Technische Qualität:
 - o Verwertung und Entsorgung (8%)
 - o Sortenreine Trennung und Kreislaufführung (12%)
- Prozessqualität:
 - o Rückbauplanung (8%)
 - o Ausschreibung (4%)
 - o Qualitätssicherung und Dokumentation (4%)
 - o Baustelle und Rückbauprozess (4%)

¹⁰¹ Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (2020): Das DGNB Zertifikat für einen nachhaltigen Rückbau. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=A3uGDzo-g8A>

¹⁰² Baulinks (2020): Neues DGNB-Zertifikat widmet sich dem Ressourcenschutz beim gezielten Rückbau von Gebäuden. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.baulinks.de/webplugin/2020/1307.php4>

¹⁰³ Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (2020): DGNB Zertifikat für einen nachhaltigen Rückbau. Verfügbar unter: https://www.dgnb.de/internbereich/fileadmin/webinare_audatoren/PraesentationWebinar_Rueckbau_final.pdf

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, sich zu Beginn oder während der Rückbauplanung ein Vorzertifikat ausstellen zu lassen, um den nachhaltigen Rückbau bereits im frühen Planungsprozess zu verankern. Der Ablauf der Zertifizierung unterteilt sich in drei Phasen, beginnend mit der Informationsbeschaffung, in der eine Bestandsaufnahme und Schätzungen zu den im Rückbau anfallenden Massen, Risiken und Kosten der Materialien erfolgen. So können anschließend beispielsweise für die Errechnung der Materialstrombilanz Soll-Werte und Ist-Werte bestimmter Abfallfraktionen wie Glas, Holz oder Dämmmaterial gegenübergestellt und mit den Transportentfernungen für die Verwertung und Entsorgung der Materialien hinterlegt werden. Dies stellt Transparenz her und ermöglicht es, nachhaltige Konzepte und Optimierungsstrategien für den Rückbau abzuleiten. Bereits zu diesem Zeitpunkt sollten die beteiligten und betroffenen Akteure informiert werden, um die Akzeptanz für den Rückbau zu erhöhen. Nach erfolgtem Gebäuderückbau wird abschließend die Umsetzung der Maßnahmen überprüft, dokumentiert und das DGNB Zertifikat vergeben (Abbildung 10). Die Anmeldung für das Vorzertifikat und das Zertifikat erfolgen dabei gemeinsam.

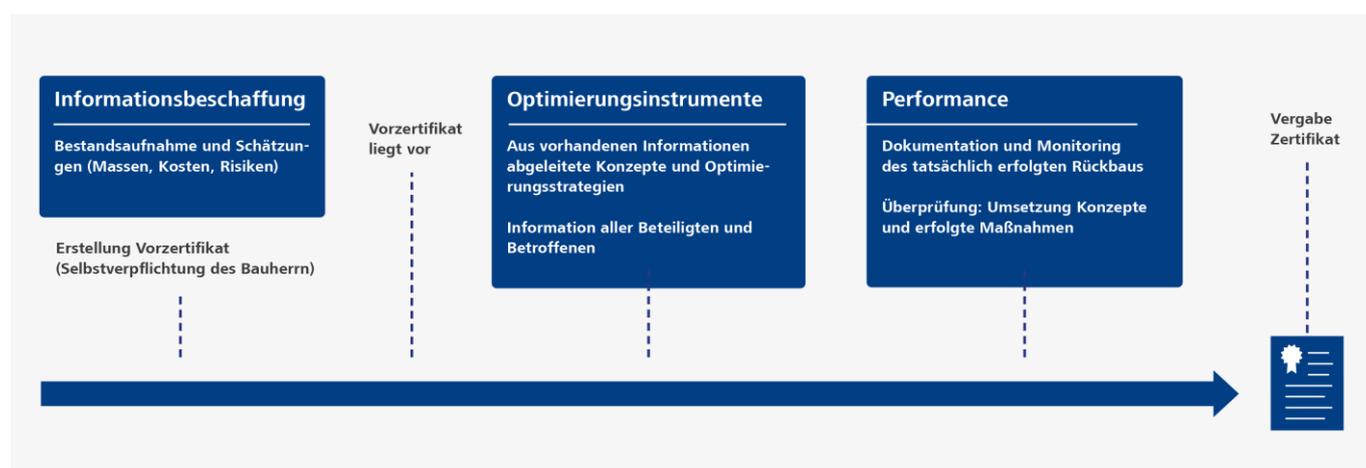


Abbildung 10: Die Phasen der Zertifizierung beim Rückbau

Quelle: DGNB System (2020) DGNB System für den Gebäuderückbau. Verfügbar unter: https://www.dgnb.de/de/gebaeude/rueckbau/?utm_source=baulinks&utm_campaign=baulinks

Das DGNB System für den nachhaltigen Gebäuderückbau ist wie andere DGNB Zertifikate nach Erfüllungsgraden aufgebaut. Der Gesamterfüllungsgrad errechnet sich dabei aus den Bewertungen der einzelnen Kriterien. Ab 80% Gesamterfüllungsgrad wird ein Platin-Zertifikat ausgestellt, ab 65% ein Gold-Zertifikat und ab 50% ein Silber-Zertifikat.

Separat ausgewiesen wird zudem die „Realisierte Kreislaufführung“ der Baumaterialien auf Basis des von der DGNB entwickelten Circularity Index.¹⁰⁴ Diese Kennzahl ergibt sich aus einer projektspezifischen Bewertung der gewählten Verwertungs- und Entsorgungswege der beim Rückbau anfallenden Massen. Mittelfristig soll der Circularity Index eine Vergleichbarkeit der Kreislauffähigkeit von Rückbauprojekten schaffen.

Die Gebühren für die Zertifizierung sind im Rahmen der Erstanwendungsphase einheitlich und unabhängig von der Größe des Rückbauobjekts festgelegt. Sie liegen bei 2.500 € für DGNB Mitglieder und 4.500 € für Nicht-Mitglieder (beide zzgl. Umsatzsteuer).¹⁰⁵ Aktuell befindet sich das neue Zertifizierungssystem in einer Testphase, in der es bei ersten Projekten angewandt und final erprobt wird.

¹⁰⁴ Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (2020): Kriterienkatalog Gebäude Rückbau. Verfügbar unter: https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnbssystem/de/gebaeude/rueckbau/kriterien/DGNB-Kriterium-Gebaeude-Rueckbau_TEC1-R_Verwertung_und_Entsorgung.pdf

¹⁰⁵ Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (2020): DGNB System für den Gebäuderückbau. Verfügbar unter: https://www.dgnb.de/de/gebaeude/rueckbau/?utm_source=baulinks&utm_campaign=baulinks

Bewertung

Das neue DGNB Zertifikat für den Gebäuderückbau füllt eine wichtige Lücke im Angebot der Nachhaltigkeitszertifizierungen für Gebäude. Mit dem neuen Zertifikat haben beteiligte Akteure wie Rückbau- und Recyclingunternehmen nun erstmals die Möglichkeit, einen besonders nachhaltigen Rückbau zertifizieren zu lassen. Des Weiteren kann das Zertifikat als Voraussetzung zur Vergabe von Abbruchgenehmigungen von Kommunen, als Argumentationshilfe für Fachplaner:innen und Architekt:innen, für Planungsentscheidungen im Sinne der Circular Economy oder für Bauherr:innen als Tool zur Förderung der Prozess- und Kostensicherheit sowie zur Risikominimierung dienen.

Das Zertifikat hat das Potenzial, durch eine systematische Qualitätssicherung Verwertung und Entsorgung der Baumaterialien zu optimieren. Positiv hervorzuheben ist dabei der ganzheitliche Ansatz, der die Qualität des Rückbauprozesses entlang eines Kriterienkatalogs bewertet, der neben ökologischen auch soziale Aspekte und die technische Durchführung umfasst. Auch die separate Ausweisung der realisierten Kreislaufführung der Baumaterialien ist eine große Stärke. So kann durch die anwachsende Datenbasis mittelfristig eine Vergleichbarkeit verschiedener Rückbaukonzepte und -praktiken geschaffen werden, was den Aufbau von Best-Practice Wissen in der Branche unterstützt.

Das neue DGNB Zertifikat für Rückbau setzt wichtige Impulse für einen verantwortungsvolleren Umgang mit Ressourcen und stärkt somit die Lebenszyklusbetrachtung bereits in der Planungsphase von Rückbauprozessen. Da es gerade in der Praxis noch Defizite und Wissenslücken bei der ganzheitlichen Betrachtung von Gebäuden gibt, kann das Zertifikat hier einen wichtigen Beitrag für die am Rückbau beteiligten Akteure leisten.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Die DGNB ist aktuell Marktführer unter den Anbieter:innen von Zertifizierungssystemen in Deutschland und hat nach eigenen Angaben einen Anteil von über 80% im Neubau und über 60% im Gesamtmarkt der Gewerbeimmobilien.¹⁰⁶ Es ist daher im Anschluss an die Testphase von einer guten Marktdurchdringung des Rückbauzertifikats auszugehen, falls genügend Anreize für die Zielgruppen aus der Praxis bereitgestellt werden und es für beteiligte Akteure ökonomisch attraktiv bleibt.

Die größte Hürde für eine Steigerung der Rückbauqualität in der Baupraxis allgemein ist die fehlende Berücksichtigung von Lebenszyklusbetrachtung in der gegenwärtigen Gesetzgebung und geltenden Landesbauordnungen. Außer für Bundesgebäude, die nach Kriterien des BNB geplant und gebaut werden müssen, gibt es keinerlei gesetzliche Verpflichtung bezüglich der Rückbaufähigkeit von Neubauten.

¹⁰⁶ Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (2020): Das DGNB Zertifizierungssystem. Verfügbar unter: <https://www.dgnb-system.de/de/system/index.php>

Rückbaubares Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

Hintergrund und Umweltbedeutung

Aktuell werden jedes Jahr über 200.000 t Dämmstoffabfälle in Deutschland entsorgt.¹⁰⁷ Da Dämmmaterialien mehrere Jahrzehnte am Gebäude verbleiben, der Hauptteil an energetischen Ertüchtigungsmaßnahmen allerdings erst nach 1980 stattfand,¹⁰⁸ ist zukünftig mit stark steigenden Dämmstoffabfallmengen zu rechnen.

Circa 70 Gewichtsprozent der heute entsorgten Dämmstoffmengen wird deponiert.¹⁰⁹ Auf diesem Entsorgungsweg gehen sämtliche Materialien, die für die Herstellung verwendet wurden, verloren und es wird knapper Deponieraum verbraucht. Für die Herstellung neuer Dämmstoffe werden dann wiederum Rohstoffe und Energie benötigt.

Wird stattdessen eine Wiederverwendung oder ein Recycling der Abfälle angestrebt, ist zunächst eine sortenreine Rückbaubarkeit Voraussetzung. Insbesondere bei Wärmedämmverbundsystemen (WDVS), die einen jährlichen Absatz von über 22.000 m² haben,¹¹⁰ gestaltet sich dies aufgrund des komplexen, mehrschichtigen Aufbaus schwierig. Die verschiedenen Schichten (Dämmstoff, Klebemörtel, Putz) lassen sich nur schwer wieder voneinander trennen. Da der Klebstoff sowohl an der Dämmplatte als auch am Untergrund haften bleibt, entsteht beim Rückbau ein heterogenes Gemisch.

Beschreibung der Innovation

Weber:therm circle ist ein Wärmedämmverbundsystem, das sich sortenrein zurückbauen lässt. Die einzelnen Bestandteile können separat gesammelt werden. Beim Bau werden die Dämmplatten rein mechanisch mit versenkten Schraubdübeln an der Wand befestigt. Klebemörtel wird nicht verwendet (Abbildung 11). Durch das Einsetzen von Dübelrondellen wird ein Wärmeverlust verhindert (Abbildung 12). In die darüber liegende Putzschicht wird ein Separationsgewebe eingearbeitet. Dieses liegt so nah am Dämmstoff, dass beim Rückbau eine Trennung zwischen Dämmmaterial und Putz möglich ist. Beim Rückbau wird die in kleine Felder unterteilte Putzschicht samt Separations- und Armierungsgewebe mit einer Bagger-schaufel von der Mineralwolle abgezogen (Abbildung 13). Das armierte Putzsystem wird durch Trommeln und Sichten in seine Bestandteile (Putzfraktionen und Glasgittergewebe) getrennt. Die Stahlschrauben können anschließend aus der Wand geschraubt und die Dübelköpfe mit einer Fräse vom Dübel abgeschnitten werden. Das Dämmmaterial kann dann im Ganzen von der Wand genommen werden.

Steckbrief

Firma:

Saint-Gobain Weber GmbH

Kurzbeschreibung:

Sortenrein rückbaubares WDVS

Kennwerte:

Wärmeleitfähigkeit: 0,040 W/mK

Brandschutzklasse nach EU-Norm:
A1 (Dämmplatte) bzw. A (System)

Aktueller Stand:

Vertrieb seit 01.01.2020

Weiterführende Informationen:

<https://www.de.weber/circle>

¹⁰⁷ Destatis Statistisches Bundesamt (2020): Abfallbilanz – 2018, Daten. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.html>

¹⁰⁸ Institut für Interdisziplinäre Innovationen und Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (2019): Recycling von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS)

¹⁰⁹ Destatis Statistisches Bundesamt (2020): Abfallbilanz – 2018, Daten. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.html>

¹¹⁰ Verband für Dämmsysteme Putz und Mörtel e.V. (2020): Mörtelprodukte setzten Wachstumskurs in 2019 fort – 2020 birgt Ungewissheit. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.vdpm.info/2020/moertelprodukte-setzten-wachstumskurs-in-2019-fort-2020-birgt-ungewissheit/>



Abbildung 11: Montage der Dämmplatten mittels versenkbarer Schraubdübel



Abbildung 12: Durch Dübelrondele wird der Wärmeverlust verhindert.



Abbildung 13: Beim Rückbau lässt sich der Putz, der in kleine Felder unterteilt ist, mit einem Bagger von der Dämmschicht lösen

Quelle Abbildungen 10-12: St. Gobain Weber GmbH (2020) weber.therm Circle. Verfügbar unter: <https://www.de.weber/circle>

Durch die sortenreine Trennung der Baustoffe kann jedes Material einen eigenen Verwertungsweg gehen:

- Die Mineralwoll-Dämmplatte kann als neues Dämmmaterial in Gebäudetrennfugen oder geflockt als Einblasdämmung wiederverwendet werden,
- der mineralische Putz kann gemahlen und untergeordneten mineralischen Baustoffen untergemischt werden,
- das Separationsgewebe aus Glasfaser kann zerkleinert und beispielsweise zur Verstärkung von Kunststoff-Bauteilen genutzt werden,
- die Stahlschrauben können nach dem Rückbau von der Polyamid-Ummantelung getrennt und eingeschmolzen werden, um für neue Stahlprodukte verwendet zu werden und
- der Dübelkunststoff kann am Bau als Druckunterlage für die Fremdmontage an WDVS eine neue Bestimmung bekommen.¹¹¹

Der genutzte Oberputz basiert auf der AquaBalance-Technologie. Laut Hersteller:in trocknet die Fassade durch die kontrollierte Abgabe und Aufnahme von Feuchtigkeit je nach umgebender Luftfeuchtigkeit schnell und verhindert damit die Ansiedlung von Pilzen und Algen. Auf Biozide, die normalerweise zum Schutz von Fassaden vor Bewuchs verwendet werden, kann daher verzichtet werden.

Das Produkt ist 2020 bauaufsichtlich zugelassen worden. Es ist durch das Umweltzeichen „Blauer Engel“ zertifiziert und hat Auszeichnungen wie den Green Product Award 2019 und den Bundespreis Ecodesign 2019 erhalten.^{112, 113}

¹¹¹ St. Gobain Weber GmbH (2020): Produktseite weber.therm Circle. Verfügbar unter: <https://www.de.weber/circle>

¹¹² Green Product Award (2019): Winners 2019. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.gp-award.com/en/blog/posts/green-product-award---winners-2019>

¹¹³ Die Bundesregierung (2019): Bundespreis Ecodesign 2019 Innovative Ideen zur nachhaltigen Lebensgestaltung. Verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/bundespreis-ecodesign-1696330>

Bewertung

Die sortenreine Trennbarkeit der verwendeten Baustoffe stellt einen entscheidenden Vorteil gegenüber herkömmlichen WDVS dar, die typischerweise an der Fassade verklebt werden. Die Trennbarkeit der Baustoffe ist eine wichtige Grundvoraussetzung dafür, Stoffkreisläufe von Dämmmaterialien zu schließen. Alle verbauten Materialien können so separat gesammelt und jeweils möglichst optimal verwertet werden.

Durch die so ermöglichte Kaskadennutzung der Bauteile können wertvolle Rohstoffe und Energie für die Produktion neuer Bauteile eingespart werden. Gleichzeitig ist auch weniger Deponieraum nötig.

Weber:therm circle nimmt somit eine Vorreiterrolle in Bezug auf die Rückbaubarkeit von WDVS ein. Der ökologische Vorteil dieser Innovation ist allerdings insbesondere auch davon abhängig, in wie weit die Rücknahme der Bauteile in der Praxis funktioniert und ob praktikable Recyclingmöglichkeiten für die Materialien existieren. Dabei reicht es nicht aus, dass zum Zeitpunkt des Rückbaus die nötigen Infrastrukturen vorhanden sind. Auch müssen die Informationen über mögliche Rückbauoptionen und deren praktische Umsetzung den Handwerker:innen bekannt sein. Außerdem müssen die Daten über das jeweilige Gebäude und die verbauten Materialien bis zum Rückbau, also über Jahrzehnte oder länger, weitergegeben werden.

Laut Hersteller:innenangaben soll die Rücknahme in das bereits bestehende System Iover Return für Baustellenverschnitt integriert werden (siehe Steckbrief „Rücknahme- und Recyclingsysteme für Mineralwoll-Dämmstoffe“). Wichtig wäre außerdem, dass nachhaltige Konzepte bereits bei der Handwerker:innenausbildung und in Schulungen eine größere Rolle spielen. Für das Problem der Datenweitergabe gibt es bereits Ideen, die wir im Steckbrief „Material- bzw. Stoffpässe für Gebäude“ vorstellen.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Wie Gebäude nach der Nutzungsphase schadlos wieder in den Energie- und Materialkreislauf zurückgeführt werden können, spielt eine wichtige Rolle im Hinblick auf die bis 2045 angestrebte Klimaneutralität im Gebäudesektor. Allerdings sind Bauherr:innen aufgrund der langen Investitionszyklen häufig nicht bereit, höhere Bau- und Sanierungskosten auf sich zu nehmen, da sie zu Zeiten des Rückbaus Jahrzehnte nach Spatenstich oft selbst nicht mehr in der Verantwortung sein werden. Für eine Akzeptanz in der Bevölkerung ist es daher wichtig, dass innovative rückbaubare Produkte preislich mit etablierten Produkten auf dem Markt mithalten können. Dies ist im freien Markt jedoch schwierig zu erreichen, da neuzugelas-

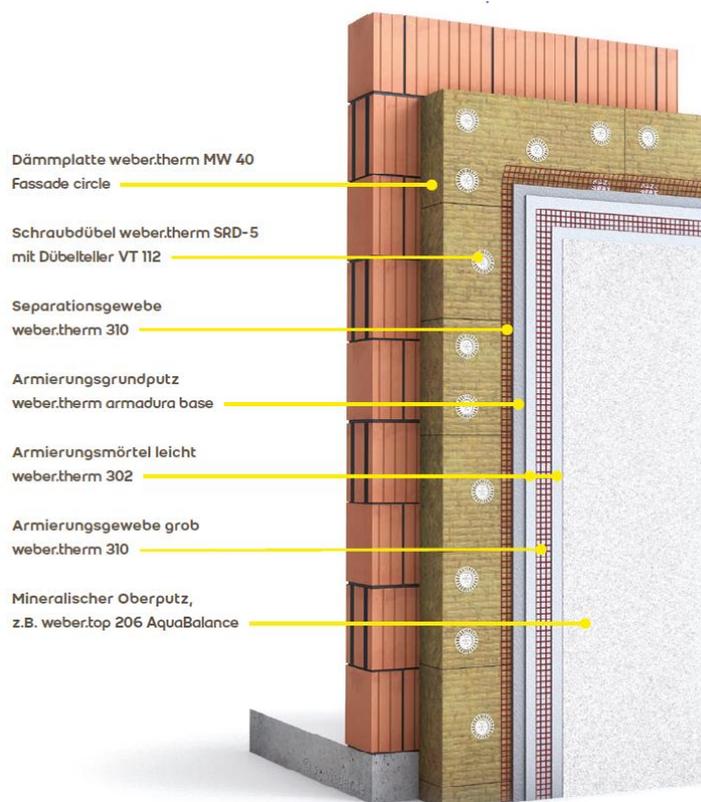


Abbildung 14: Aufbau des recycelbaren WDV-System „Weber.therm circle“. Die Dämmplatte aus Mineralwolle wird mithilfe von Schraubdübeln mit Dübeltellern befestigt. Darauf folgt das Separationsgewebe, welches das sortenreine Trennen der Werkstoffe ermöglicht. Nach dem Armierungsputz, -mörtel und -gewebe folgt der mineralische Oberputz mit AquaBalance-Technologie.

Quelle: St. Gobain Weber GmbH (2020) Informationen für Fachhandwerker. Verfügbar unter: <https://www.de.weber/circle>

sene Produkte beispielsweise zunächst nicht von Skaleneffekten profitieren können und durch die innovative Konstruktion gegebenenfalls auch Mehrkosten in der Herstellung entstehen. Des Weiteren müssen für den ökologischen Vorteil rückbaubarer Materialien auch ein verlässliches Rücknahmesystem und funktionierende Recyclingkreisläufe mitfinanziert werden. Im Gegensatz dazu werden viele externe Kosten, die zum Beispiel durch negative Umweltauswirkungen bei der Entsorgung eines Dämmmaterials entstehen, von der Gesellschaft getragen, was Produkten, die Rückbau und Entsorgung nicht mitberücksichtigen einen Preisvorteil verschafft.

Dynamische, schaltbare Wärmedämmung

Hintergrund und Umweltbedeutung

74% der Wohnungen in Deutschland heizen mit Öl- und Gasheizungen, was massiv zu den hohen CO₂-Emissionen des Gebäudesektors beiträgt.¹¹⁴ Weitere 14% beziehen Fernwärme, die größtenteils über Kraft-Wärme-Kopplung in Kohle- und Gaskraftwerken erzeugt wird.¹¹⁵

Die Wärmedämmung von Gebäuden leistet hier einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz und damit zur Treibhausgasreduktion. Finanziell amortisiert sich eine Wärmedämmung durch den verringerten Heizenergieverbrauch innerhalb von wenigen Jahren. Die energetische Amortisierung, also der Zeitpunkt ab dem mehr Energie eingespart, als für die Herstellung aufgebracht wurde, erfolgt hingegen bereits nach wenigen Monaten.

Eine Dämmung hat allerdings auch den unerwünschten Nebeneffekt, dass sie ein Haus von der wärmenden Sonneneinstrahlung abschottet. Dieser Effekt ist beispielsweise im Sommer erwünscht, im Winter könnte die Sonnenwärme jedoch zeitweise das Einschalten einer fossilen Zentralheizung ersetzen. Gleichzeitig verhindert die isolierende Wirkung im Sommer, dass sich das Gebäude über Nacht abkühlen kann womit dann wiederum eine Klimatisierung nötig werden kann. Bisher gibt es noch keine Möglichkeit, die Wärmedurchgangszahl einer Gebäudewand flexibel anzupassen um günstige Umweltbedingungen zu nutzen.

Beschreibung der Innovation

Die von der I[n]solation UG entwickelte Plusenergiewand ist eine schaltbare Dämmung, welche aus mehreren Folien besteht, die in einem Fensterelement oder einem Wandelement herunter- oder hochgerollt werden können. Die Folien bestehen aus dem Kunststoff Polyethylenterephthalat (PET), einseitig beschichtet mit Aluminium. In heruntergefahrener Position wirken die zwischen den Folien befindlichen wärmeisolierenden Luftschichten als Dämmung. Bei hochgezogenen Folien dient das System als Solarkollektor, in dem es eine Aufheizung der Wand hinter der Glaskonstruktion zulässt, die dann Wärme ins Gebäudeinnere abstrahlt.

Im Sommer dienen die Dämmrollen somit flexibel als Wärmeschutz und können nachts zur Kühlung hochgefahren werden. Im Winter können sie vor Kälteverlust schützen und bei entsprechender Intensität der Sonneneinstrahlung eine Erwärmung der Wand zulassen. Je nach Dicke der Wand können Räume somit über mehrere wolkenlose Tage konstant warmgehalten werden. Die Schaltung soll im fertigen Produkt über intelligente Steuerung ablaufen.

Bisher gibt es nur einen nicht-schaltbaren Prototyp der Plusenergiewand. Dieser Prototyp erreichte in Tests des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme einen U-Wert von 0,4 W/m²K.¹¹⁶ Das fertige Produkt soll laut Hersteller:in deutlich bessere Dämmwerte erreichen. I[n]solation sucht aktuell nach einem

Steckbrief

Firma: I[n]solation UG, ein Start-Up aus Bielefeld

Kurzbeschreibung: Gekoppelte Dämmung und Sonnenkollektorfunktion durch einen dynamischen, schaltbaren Wärmeschutz.

Kennzahlen:
U-Wert von 0,4 W/m²K

Aktueller Stand: Suche nach industriellen Produktionspartner:innen

Weiterführende Informationen:
<https://www.i-n-solation.de/>

¹¹⁴ Bundesverband für Energie und Wasserwirtschaft (2019): Wie heizt Deutschland 2019? Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.bdew.de/energie/studie-wie-heizt-deutschland/>

¹¹⁵ Ebenda.

¹¹⁶ Ebenda.

Partnerunternehmen, um eine erste Produktionsanlage zu errichten. Das Konzept soll sowohl für Fenster, als auch für Gebäudefassaden umgesetzt werden.

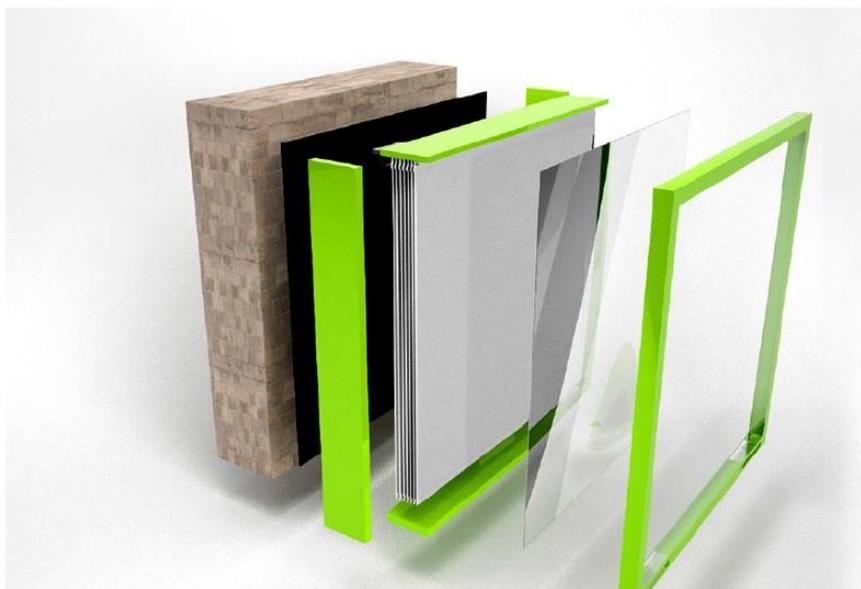


Abbildung 15: 3-D Ansicht der Plusenergiewand. Von hinten nach vorne: Innenwand, absorbierende Farbbeschichtung Rahmen, Folien mit Luftzwischenräumen, Glasabdeckung, Rahmen

Quelle: <https://www.i-n-solation.de/>

Die Ergebnisse einer Simulation einer schaltbaren Plusenergiewand des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme deuten darauf hin, dass das Potential der Technologie in bestimmten Einsatzbereichen groß ist: Die Installation an einer südorientierten Fassade konnte den Heiz- und Kühlenergiebedarf im Vergleich zu einem auf Passivhausniveau gedämmten Raum um bis zu 50% reduzieren. Die Leistung der Plusenergiewand hängt dabei stark von Kontextfaktoren wie der Dicke der Wand hinter dem Modul, sowie der Lage und Ausrichtung des Gebäudes ab.¹¹⁷

Bewertung

Die Sonneneinstrahlung durch eine schaltbare Dämmung aktiv zu nutzen ist eine sehr vielversprechende Idee, insbesondere da Raumwärme in der Regel durch die Verbrennung von Öl und Gas erzeugt wird. Allerdings ist vor allem die Effektivität der geschalteten Dämmung entscheidend, denn der Anteil am Gesamtwärmeverlust eines Hauses ist für die Hauswand unter allen Gebäudeteilen mit 30% am größten.¹¹⁸ Wenn keine ausreichend starke Dämmwirkung vorliegt, könnten die Vorteile der Plusenergiewand sonst durch einen höheren Heizungsbedarf negiert werden.

In diesem Zusammenhang sind die bisher erreichten Dämmwerte des Prototyps problematisch, da sie nicht ausreichen um die Mindestanforderungen für Fassadendämmung nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) zu erfüllen. Ein Grund dafür ist allerdings die unzureichende Abdichtung des Prototyps, der an den Rändern Luftentweichungen zulässt. Inzwischen ist die Konstruktion nach Angaben des Erfinders so geändert worden, dass die Luftentweichungen dank einer besseren Abdichtung am oberen und unteren Rand nahezu ausgeschlossen werden, was die Dämmleistung um mehr als 30% verbessert.

Das fertige Produkt soll zudem 20 anstatt nur 10 Folien vorweisen, womit nach Berechnungen des Fraunhofer ISE ein U-Wert von 0,14-0,18 W/m²K erreicht werden könnte.¹¹⁹ Die Anwendung bei Fenstern ist jedoch in jedem Fall sehr positiv zu bewerten, da die hier geltenden Mindestanforderungen bereits vom Prototyp deutlich übererfüllt werden.

¹¹⁷ Pflug, T., Bueno, B. und Kuhn, T. (2016): Characterization, evaluation and optimization of a switchable insulation system. Studie des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme

¹¹⁸ Energieheld (2015): Durchschnittliche Wärmeverluste im Haus. Websiteartikel. Verfügbar unter: www.energieheld.de/blog/durchschnittliche-waermeverluste-eines-hauses/

¹¹⁹ Pflug, T., Bueno, B. und Kuhn, T. (2016): Characterization, evaluation and optimization of a switchable insulation system. Studie des Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme

Die Effektivität des Systems hängt stark von den richtigen Kontextbedingungen ab. Bei südorientierten Fassaden in Gegenden mit hoher Sonneneinstrahlung kommt die Funktion als Solarkollektor voll zum Einsatz. Insbesondere im Neubau, wo dieser Kontext in der Planung bedacht werden kann, besteht hier ein großes Potenzial. Auch in Gebäudekomplexen kann die Plusenergiewand von hohem Nutzen sein, wenn sie mit Lüftungsanlagen kombiniert wird und so eine Umverteilung überschüssiger Raumwärme ermöglicht.

Durch die Modulbauweise soll das fertige System nach Hersteller:innenangaben flexibel montiert, repariert und gereinigt werden können. Damit sollte auch eine Trennung der Komponenten für ein anschließendes Recycling einhergehen. Das Recycling von aluminiumbeschichteten Polyethylenterephthalat (PET)-Folien ist jedoch sehr komplex und findet in der Praxis bisher kaum statt, da die beiden Stoffe zunächst voneinander getrennt werden müssen.

Verglichen mit herkömmlichen Dämmstoffen weist die Plusenergiewand durch die Verwendung dünner Folien samt Rahmenkonstruktion einen sehr geringen Ressourcenverbrauch auf. Entscheidend für den ökologischen Fußabdruck der Plusenergiewand ist allerdings auch die Haltbarkeit des Systems, zu der bislang keine Daten vorliegen. Gehen die elektrischen und beweglichen Bauteile schneller kaputt als herkömmliche Dämmplatten, wovon auszugehen ist, kann die nötige Reparatur und Wartung den Ressourcenaufwand signifikant erhöhen.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Die Entwicklung der Plusenergiewand steht vor den gleichen bürokratischen und finanziellen Hürden wie viele andere innovative Dämmprodukte auch. Von der Projektentwicklung bis zur Zulassung und Vermarktung eines Produkts ist es ein langer Weg. Die Risiken von Forschung und Innovation sind für kleinere Unternehmen nicht leicht zu tragen. Im Gegensatz zu großen Unternehmen können diese die Innovationsrisiken nicht über mehrere Projekte oder Geschäftsbereiche verteilen, verfügen in der Regel über keine eigene Forschungsabteilung und sind daher oft auf Forschungspartnerschaften angewiesen. Die Forschungsförderung für kleine und mittlere Unternehmen, die in den letzten Jahren gestiegen ist, kann diese Risiken nicht vollständig auffangen, zumal in Programmen wie dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) oder der Forschungsinitiative Zukunft Bau nur Teilfinanzierungen gewährt werden.

Auch bei der Suche nach Unternehmen für die Produktion ist die Vermittlung kompliziert. Die Plusenergiewand vereint die Funktion verschiedener Produkte (Sonnenschutz, Lichtschutz, Sonnenkollektor), für die es jeweils einen eigenen, gesättigten Markt gibt. Konventionelle Dämmstoffe sind auf dem Markt gut etabliert und Kenntnisse von innovativen Dämm Lösungen sind bei Behörden und Fachplaner:innen noch nicht weit genug verbreitet. Im Fall der Plusenergiewand kommt hinzu, dass nicht rechtlich geregelt ist, was es für Zulassung und Förderung bedeutet, wenn die Gebäudehülle zeitweise gedämmt ist und zeitweise nicht.

Rückbaubare Wärmedämmverbundsystem (WDVS)-Konstruktionen im Fertigbau

Hintergrund und Umweltbedeutung

Für die Errichtung eines Wohngebäudes nutzt die Fertigbauweise standardisierte Bauelemente, die in Fabriken vorgefertigt und vor Ort dann nur noch zusammengesetzt werden müssen. Im Vergleich zu den von Architekt:innen entworfenen Massivhäusern können, abhängig von den Sonderwünschen der Eigentümer:innen, entsprechend ökonomische Einsparungen realisiert werden. Auch ergibt sich aufgrund der oftmals verwendeten Holzständer- oder Skelettbauweise in Kombination mit den Bauteilen „vom Band“ ein erheblicher Zeitvorteil gegenüber der konventionellen Errichtung von Neubauten.

Die Fertigteilbauweise im Neubau wird in Deutschland zunehmend populärer. Bei jährlich konstant bleibenden Zahlen von rund 120.000 neu errichteten Wohngebäuden, ist ihr Anteil seit 2013 von rund 13% auf 18% in 2019 gestiegen.¹²⁰ Insbesondere, da sich die Fertigbauweise aufgrund ihrer wirtschaftlichen und zeitsparenden Bauweise an immer größerer Beliebtheit erfreut, müssen auch hier verstärkt nachhaltigere Lösungen gefunden werden.

Wichtig für die ökologische Bewertung ist neben einem Bauprozess mit geringem Ressourcenverbrauch und der Energieeinsparung und Langlebigkeit der Bauten während der Nutzungsphase insbesondere auch der Rückbau und die Wiederverwertbarkeit entsprechender Baumodule. Letzteres ermöglicht das leichtere Trennen der verschiedenen Materialien und bewirkt, dass diese ihren Weg zurück in eine Kreislaufwirtschaft finden können. Dass bei der Fertigbauweise von Wand- und Dämmmodulen Lösungen möglich sind, die aufgrund einer besonders guten Rückbaubarkeit einen entsprechenden ökologischen Vorteil gegenüber der Massivbauweise aufweisen, zeigen die zwei folgenden Beispiele.



Steckbrief The-Future-House

Gründer: Romeo Gündling

Kurzbeschreibung: Fertighaus in Modulbauweise mit verschraubtem Holz-wandsystem

Kennwerte:

Wärmeoeffizienten: $U = 0,11$ $W/(m^2K)$ bei 40 cm Wandstärke
98% Nachwachsende Rohstoffe

Aktueller Stand: Pilotprojekt in Bau mit geplanter Roadshow im Herbst 2020

Weiterführende Informationen:

www.the-future-house.com

[https://www.y-](https://www.youtube.com/watch?v=4CFgtAHNDJE)

[outube.com/watch?v=4CFgtAHNDJE](https://www.youtube.com/watch?v=4CFgtAHNDJE)

¹²⁰ Statistisches Bundesamt (2020): Bautätigkeit und Wohnungen 2019. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Bauen/Publikationen/Downloads-Bautatigkeit/bautatigkeit-2050100197004.pdf>¹²¹ Deutsches Patent- und Markenamt (2020): Registerauskunft Patent. Verfügbar unter: <https://register.dpma.de/DPMAregister/pat/register?AKZ=1020171185461>¹²²

Ebenda.¹²³ The Future House (2020): The-Future-House Erklärvideo. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=4CFgtAHNDJE>

¹²⁴ The Future House (2020): Zukunfts- Energieeffizienzhaus. Verfügbar unter: <https://www.the-future-house.com/>¹²⁵ Rockwool (2018) Rockzero System – for professionals. Verfügbar unter: https://cdn01.rockwoolgroup.com/siteassets/applications-and-products/rock-zero/brochure/j2234_a4_professional_brochure_rockzero_digital_6.2.pdf?f=20181016090125¹²⁶ Rockwool (2020) Technical Report

Beschreibung der Innovation The-Future-House

The-Future-House ist ein innovatives Fertighauskonzept in modularer Bauweise, welches fast vollständig auf nachwachsenden Rohstoffen basiert und je nach Ausführung ein KfW-40 Standard oder bei zusätzlicher Anbringung von PV-Modulen ein KfW-40 Plus Standard erreicht. Eine Besonderheit ist die patentierte Wandkonstruktion mit tragendem

Abbildung 16: Aufbau der Konstruktion und Modell The-Future-House

Quelle: The-Future-House (2020) Zukunfts- Energieeffizienzhaus. Verfügbar unter: <https://www.the-future-house.com/>



Holzständerwerk,¹²¹ welche speziell für den einfachen Auf- und Abbau konzipiert wurde. Nach Entwickler:innenangaben können selbst zwei Laien den Rohbau des Fertighauses im Bauhausstil in rund zwei Wochen bewerkstelligen (Abbildung 16). The-Future-House ist in drei unterschiedlichen Varianten erhältlich; als Bausatz (1), als Ausbauvariante inkl. dreifach verglaster Aluminium-Fenster und Dachabdichtung (2) und schlüsselfertig (3). Als Bausatz mit 50 m² Wohnfläche soll das Fertighaus zzgl. Mehrwertsteuer 45.000 € kosten.

Bei der Konstruktion des Wand- und Deckensystems dieses „Tiny House XXL“ wird auf einer Holz- bzw. Betonbodenplatte ein geleimtes Konstruktionsholz mit Holzfaserblöcken in einem Standardformat und als Sandwich mit der Schwelle verschraubt. Somit verzichtet diese Konstruktion vollständig auf die bisher im Fertigbau übliche Holzrahmenbauweise und deren Vernagelung und Verkleben.¹²² Die von The-Future-House patentierte Holz/Ständerwandkonstruktion wird von vorne nach hinten aufgebaut und verschraubt.¹²³ Das Verschrauben ermöglicht so neben einem schnellen Aufbau auch einen effizienten und trennbaren Rückbau der Bauelemente.

Die Gebäudehülle erreicht nach Hersteller:innenangaben einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U) von 0,11 W/(m²K) bei einer Wandstärke von 40 cm. Neben dem einfachen und kostengünstigen Auf- und Rückbau zeichnet sich das Fertighaus insbesondere durch vorwiegend natürliche Baumaterialien aus.

Abbildung 17: Wandaufbau außen mit Fassadenverkleidung aus gepresstem Altpapier (links); Wandaufbau innen mit Lehmplatten und Lehmputz (recht)

© Romeo Gündling

Rund 98% des Bauwerks besteht aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz. Die restlichen 2% sind vor allem Verbindungselemente wie

¹²¹ Deutsches Patent- und Markenamt (2020): Registerauskunft Patent. Verfügbar unter: <https://register.dpma.de/DPMAREGISTER/pat/register?AKZ=1020171185461> ¹²² Ebenda. ¹²³ The Future House (2020): The-Future-House Erklärvideo. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=4CFgtAHNDJE> ¹²⁴ The Future House (2020): Zukunfts- Energieeffizienzhaus. Verfügbar unter: <https://www.the-future-house.com/> ¹²⁵ Rockwool (2018) Rockzero System – for professionals. Verfügbar unter: https://cdn01.rockwoolgroup.com/siteassets/applications-and-products/rockzero/brochure/j2234_a4_professional_brochure_rockzero_digital_6.2.pdf?f=20181016090125 ¹²⁶ Rockwool (2020) Technical Report

¹²² Ebenda. ¹²³ The Future House (2020): The-Future-House Erklärvideo. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=4CFgtAHNDJE> ¹²⁴ The Future House (2020): Zukunfts- Energieeffizienzhaus. Verfügbar unter: <https://www.the-future-house.com/> ¹²⁵ Rockwool (2018) Rockzero System – for professionals. Verfügbar unter: https://cdn01.rockwoolgroup.com/siteassets/applications-and-products/rockzero/brochure/j2234_a4_professional_brochure_rockzero_digital_6.2.pdf?f=20181016090125 ¹²⁶ Rockwool (2020) Technical Report

¹²³ The Future House (2020): The-Future-House Erklärvideo. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=4CFgtAHNDJE> ¹²⁴ The Future House (2020): Zukunfts- Energieeffizienzhaus. Verfügbar unter: <https://www.the-future-house.com/> ¹²⁵ Rockwool (2018) Rockzero System – for professionals. Verfügbar unter: https://cdn01.rockwoolgroup.com/siteassets/applications-and-products/rockzero/brochure/j2234_a4_professional_brochure_rockzero_digital_6.2.pdf?f=20181016090125 ¹²⁶ Rockwool (2020) Technical Report

Schrauben.¹²⁴ Das Unternehmen verfolgt aktuell ein Förderprojekt mit dem Land Hessen, dass die Anwendung von Riesenbambus als alternativen Rohstoff für Holz in der Bauindustrie sowie die Verwendung von Bagasse (Zuckerrohrreste) für die Herstellung eines neuen Naturfaserdämmstoffs erforscht. The-Future-House hat einen ersten Prototyp des Hauses gebaut und an verschiedenen Standorten präsentiert.

Beschreibung der Innovation Rockzero

Die zweite Innovation ist die 2018 in Dänemark eingeführte Produktreihe „Rockzero“. Sie ist das Aushängeschild der Rockwool Group für energieeffiziente und modulare Wandbauweise. Hauptbestandteil des Wandsystems ist die zu Teilen aus recycelter Steinwolle bestehende Dämmung, welche es ermöglicht, dass ein Wandmodul mit wenigen Handgriffen und ohne spezielle Werkzeuge auf- und rückgebaut werden kann.

Ein Rockzero-Dämmmodul besteht aus zwei stark komprimierten, dreiteiligen Steinwollstützen und einem Rahmen aus dünnem, teilweise recyceltem Stahl, in welche Steinwollmatten eingefügt und durch OSB 4-Grobspanplatten luftdicht verkleidet werden.¹²⁵ Bezogen auf ihr Volumen besteht die Wand neben 93% Steinwolle aus 3% Stahl, 0,5% Holz und 3,5% OSB-Platten. Abhängig von der Dicke der Dämmebene werden nach Hersteller:innenangaben U-Werte von 0,14 W/(m²K) bis 0,11 W/(m²K) erreicht¹²⁶. Das Wandsystem eignet sich somit für den Bau von Passivhäusern und Gebäuden mit KfW Standard 40 bzw. 40 Plus.

Das modulare Bausystem legt einen neuen Schwerpunkt auf Ressourceneffizienz, denn die Steinwolldämmelemente dienen gleichzeitig als Bauteile mit statischem Zweck (Abbildung 18). So ist die für Niedrigenergiehäuser geeignete Innovation platzsparend und sehr leicht auf- und abzubauen, denn neben Steinwolle werden fast keine weiteren Baumaterialien benötigt. Das Bausystem wird aktuell in mehreren Projekten in den Niederlanden und Dänemark verwendet.

Steckbrief Rockzero System

Firma: Rockwool Group

Kurzbeschreibung: Modulares Wandbausystem mit Steinwolle

Kennwerte:

Wärmeoeffizienten: $U = 0,14 - 0,11$ W/(m²K)

Aktueller Stand: Vertrieb in Mitteleuropa

Weiterführende Informationen:

<https://www.rockwoolgroup.com/products-and-applications/rockzero/?selectedCat=rockzero>

¹²⁴ The Future House (2020): Zukunfts- Energieeffizienzhaus. Verfügbar unter: <https://www.the-future-house.com/> ¹²⁵ Rockwool (2018) Rockzero System – for professionals. Verfügbar unter: https://cdn01.rockwoolgroup.com/siteassets/applications-and-products/rock-zero/brochure/j2234_a4_professional_brochure_rockzero_digital_6.2.pdf?f=20181016090125 ¹²⁶ Rockwool (2020) Technical Report

¹²⁵ Rockwool (2018) Rockzero System – for professionals. Verfügbar unter: https://cdn01.rockwoolgroup.com/siteassets/applications-and-products/rockzero/brochure/j2234_a4_professional_brochure_rockzero_digital_6.2.pdf?f=20181016090125 ¹²⁶ Rockwool (2020) Technical Report

¹²⁶ Rockwool (2020) Technical Report

Bewertung

Beide Fertigbaukonstruktionen zeichnen sich aufgrund ihrer modularen Bauweise durch eine schnelle und unkomplizierte Errichtung aus. Gerade im Vergleich zu den in der Regel schwer trennbaren Verbundsystemen oder an der Fassade verklebten Dämmungen ist ein entscheidender Vorteil, dass die modularen Wandsysteme durch die wenigen darin verwendeten Bauelemente und verschraubte Befestigung unkompliziert und schnell in ihre verschiedenen Einzelteile zurückgebaut werden können.



Abbildung 18: Aufbau von einem Rockzero Wandsystem

Quelle: Rockwool

Damit diese dann auch einer Kreislaufwirtschaft zugeführt werden, bedarf es jedoch einer guten Rücknahmelogistik und Recyclingtechnologie. Rockzero kann hier insbesondere in Kombination mit ihrem Abfallrücknahme-Service (siehe Steckbrief „Rücknahme- und Recyclingsysteme für Mineralwoll-Dämmstoffe“) punkten, denn dadurch könnte zuzüglich zu Baustellenverschnitten, Industrierverschnitten, Produktionsabfällen und neu hergestellter Steinwolle auch Steinwolle aus dem Rückbau für die Herstellung von Rockzero Wandmodulen verwendet werden.¹²⁷ Bezogen auf die Rückbau- und Recyclingfähigkeit haben Fertigbaukonstruktionen, die mit standardisierten Modulen arbeiten, somit einen ökologischen Vorteil gegenüber Massivhäusern, welche aufgrund ihrer Stein-auf-Stein Bauweise in der Regel schwerer trenn- und rückbaubar sind.

Durch das standardisierte Verfahren bei der Herstellung von Fertigbaukonstruktionen können zudem Bauteilverschnitte vermieden werden. Dies ermöglicht eine ressourceneffizientere Produktion von Bauelementen und erspart den zukünftigen Bewohner:innen Zeit und Baukosten. Da die schnell errichteten Wandmodule zudem sehr gute Dämmwerte mit KfW 40-Standard während der Nutzungsphase aufweisen, können diese wirtschaftlich attraktiven Innovationen wegweisend für nachhaltige und lebenszyklusbetrachtende Fertigbauweisen im Neubau sein.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Aktuell scheidet die breite Anwendung von rückbaubaren Fertigbaukonstruktionen insbesondere an der fehlenden Lebenszyklusbetrachtung im Rechtsrahmen. Die starke Fokussierung auf die Nutzungsphase von Gebäuden geht zu Lasten der Berücksichtigung von ökologischen Optimierungspotenzialen in den Phasen der Herstellung sowie des Rückbaus und der Entsorgung. Mit Hinblick auf das Ziel, bis 2045 klimaneutral zu sein, bedarf es grundsätzlich einer besseren Unterstützung für den Markteintritt von nachhaltigen Innovationen im Gebäudesektor und einen stärken politischen Willen, den Rückbau von Gebäuden bereits in der Planungsphase vorzuschreiben. Eine Einbeziehung von grauer Energie und grauen Emissionen in das Gebäudeenergiegesetz (GEG) würde beispielsweise starke Anreize für die Verbreitung rückbaubarer Konstruktionen und klimafreundlicher Baustoffe setzen.

¹²⁷ Rockwool (2020): Recycling. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.rockwool.de/services-und-tools/abfallruecknahme-rock-cycle-neu/>

Innovativer Brandschutz für Dämmungen aus Altpapier

Hintergrund und Umweltbedeutung

Sowohl bei einigen konventionellen Dämmstoffen als auch bei Naturdämmstoffen kommt es hinsichtlich der Brandgefahr immer wieder zu Vorbehalten und Sorgen in der Bevölkerung. Jedoch gilt, dass es bei Wärmedämmungen keine erhöhte Brandgefahr gibt, wenn zugelassene Dämmprodukte professionell und unter Beachtung der geltenden Brandschutzregeln installiert werden.¹²⁸ Dafür sorgen strenge Brandschutzvorschriften und aufwändige Prüfungen zur Messung des Feuerwiderstandes.

Generell werden Dämmstoffe den Untergruppen der Baustoffklassen „A“ (nicht brennbar) und „B“ (brennbar von B1 bis B3) zugeordnet. Naturdämmstoffe erfüllen die Kriterien der Baustoffklasse B2 und sind als „normal entflammbar“ Materialien für viele Anwendungen am Bau zugelassen. Ausnahmen bestehen unter anderem bei hohen Gebäuden (in der Regel über 7 m) und bei Gebäuden mit großen Nutzungseinheiten.¹²⁹ Die Landesbauordnungen enthalten bezüglich der Anwendung von Naturdämmstoffen voneinander abweichende Vorschriften, was zu regionalen Unterschieden führt.

Häufig werden bei Naturdämmstoffen wie Zelluloseeinblasdämmungen Zusätze wie anorganische Salze oder Leichtmetalle und chemische Brandschutzmittel wie Borate oder Borsäure verwendet.¹³⁰ Diese Zusatzmittel werden zwar in den heute verwendeten Mengen von unter 5,5% als gesundheitlich unbedenklich bewertet, sind in der EU-Chemikalienverordnung (REACH) jedoch als besonders besorgniserregender Stoff geführt und können in größeren Mengen reproduktionstoxisch wirken.¹³¹ Als alternative Flammschutzmittel werden inzwischen Aluminiumhydroxid, Ammoniumphosphat und Fungotannin eingesetzt.¹³²

Beschreibung der Innovation

Im Jahr 2017 haben Wissenschaftler:innen der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) aus der Schweiz gemeinsam mit dem Schweizer Dämmstoffunternehmen Isofloc AG ein Industrieprojekt gestartet, das durch verfestigende Zusatzstoffe den Brandschutz von Zelluloseeinblasdämmung

Steckbrief

Entwickler: EMPA, Isofloc AG

Kurzbeschreibung: Konstruktiver Brandschutz durch eine Zellulose-Einblasdämmung mit einem Bindemittel aus der Lebensmittelindustrie.

Kennwerte von Zelluloseflocken:

Durchschnittl. $\lambda = 0,039 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Rohdichte = 28-65 kg/m³

Baustoffklasse = B2

Aktueller Stand:

Nach der Entwicklung eines neuen Bindemittels für Zelluloseeinblasdämmung und anschließenden Brandstutztests findet derzeit die Entwicklung von Einblasmaschinen für easyfloc protect statt.

Weiterführende Informationen:

<https://www.empa.ch/de/web/s604/iso-floc>

¹²⁸ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2020): Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/dammstoffe-aus-nachwachsenden-rohstoffen.html>

¹²⁹ Thünen-Institut für Holzforschung & Deutsche Umwelthilfe (2019): Ergebnisbroschüre Stärkung nachwachsender Rohstoffe am Dämmstoffmarkt. Verfügbar unter: https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energieeffizienz/Gebaeude/Ergebnisbroschuere_StaRDaemm_191217_Web.pdf

¹³⁰ FNR (2020): Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/dammstoffe-aus-nachwachsenden-rohstoffen.html>

¹³¹ WECOBIS (k.A.): Zellulose-Dämmstoffe. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe/aus-nachwachsenden-rohstoffen/zellulosefaser-daemmstoffe.html>

¹³² FNR (2020): Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/dammstoffe-aus-nachwachsenden-rohstoffen.html>

erhöht.¹³³ Für das Dämmmaterial wird Zellulose aus Pflanzen gewonnen. Alternativ kann auch Altpapier zum Einsatz kommen.

Um diesen Effekt zu erreichen, hat das Team ein neues Bindemittel erforscht, welches verhindert, dass Zellulosefasern nach dem Einblasen zerbröseln. Dies ist eine wichtige Eigenschaft, um tragende Elemente von Holzhäusern lange vor Feuer zu schützen, denn nur wenn eine Dämmung fest und formfüllend in einem Bauteil sitzt, kann sie die Hitze eines Feuers lange genug zurückhalten und den vorzeitigen Abbrand verhindern.¹³⁴ Mit seiner luftdichten Struktur und der hohen Wärmespeicherefähigkeit wirkt die Einblasdämmung daher feuerhemmend, das heißt sie verlangsamt die Ausbreitung eines Feuers.¹³⁵

Das flüssige Bindemittel für die konstruktive Brandschutzlösung stammt aus der Lebensmittelindustrie und ist laut EMPA eine für Mensch, Tier und Umwelt unbedenkliche Substanz.¹³⁶ Die genaue Rezeptur wird jedoch als Firmengeheimnis unter Verschluss gehalten.

Die Untersuchungen in einem Brandlabor zeigen die Wirkung des innovativen Bindemittels. In zwei identischen Holzhohlräumen wurden einmal die Altpapierflocken mit dem neuen Bindemittel und einmal Altpapierflocken ohne den neuartigen Zusatzstoff eingebracht und anschließend eine Stunde lang einer 800 bis 1000 °C heißen Flamme ausgesetzt. Während die Flocken ohne Zusatzstoff durch die fehlende Verklebung aus dem Holzrahmen herausfielen, wurden durch den Einsatz des Bindemittels keine glühenden Flocken freigesetzt. Dadurch brannte der Holzrahmen nicht durch und die neue Isolierung konnte die Holzkonstruktion schützen.¹³⁷ Laut Jon-Anton Schmidt, Leiter Anwendungstechnik bei der Isofloc AG, werden damit Brandschutzwirkungen erreicht, die mit geklemmten Steinwollmatten vergleichbar sind.¹³⁸



Abbildung 19: Franziska Grüneberger und Willi Senn von EMPA präsentieren die durch das Bindemittel feste Einblasdämmung in einem Brandlabor

Quelle: EMPA

Aktuell arbeitet Isofloc an einer neuen Generation von Einblasmaschinen, die die mit Bindemittel versetzte Einblasdämmung im industriellen Maßstab sicher anwenden können.¹³⁹ Ziel ist die Verwendung der Zuschlagstoffe in der Vorfertigung von Fertigbauelementen der easyfloc Produktreihe.¹⁴⁰ Als easyfloc

¹³³ EMPA (2019): Brandschutz aus Altpapier. Verfügbar unter: <https://www.empa.ch/de/web/s604/isofloc>

¹³⁴ EMPA (2019): Brandschutz aus Altpapier. Verfügbar unter: <https://www.empa.ch/de/web/s604/isofloc>

¹³⁵ FNR. (2020): Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/dammstoffe-aus-nachwachsenden-rohstoffen.html>

¹³⁶ EMPA (2019): Brandschutz aus Altpapier. Verfügbar unter: <https://www.empa.ch/de/web/s604/isofloc>

¹³⁷ SRF (2019): Brandschutz aus Altpapier. Verfügbar unter: <https://www.srf.ch/news/regional/ostschweiz/angewandte-forschung-brand-schutz-aus-altpapier>

¹³⁸ EMPA (2019): Brandschutz aus Altpapier. Verfügbar unter: <https://www.empa.ch/de/web/s604/isofloc>

¹³⁹ Brandschutz Forum München (2019): Vorbeugender Brandschutz aus Altpapier wird real. Verfügbar unter: https://www.brandschutz-forum-muenchen.de/index.php?id=36&tx_ttnews%5Btt_news%5D=145&cHash=7178a91c53edd7266f54485eecbfd393

¹⁴⁰ <https://www.easyfloc.swiss/de/home.html>

protect werden diese Fertigbauelemente zunächst in der Schweiz erhältlich sein. Die Einführung in Deutschland ist aber auch vorgesehen.¹⁴¹

Bewertung

Ein wichtiger Nachhaltigkeitsfaktor der Zellulosedämmung ist ihre Eigenschaft, den Kohlenstoff während des Pflanzenwachstums zu speichern, bis das ausgediente Dämmmaterial am Ende seiner Verwendung thermisch verwertet wird. Gleiches gilt für andere Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Somit tragen Zelluloseflocken aktiv zum Klimaschutz bei und haben bei der Dämmstoffherstellung ein negatives Treibhauspotenzial von -6 CO_2 -Äquivalent kg/m^2 .¹⁴² Des Weiteren kann das Recycling von Altpapier zu einem Dämmmaterial den Lebenszyklus von Papier um Jahrzehnte verlängern. Dadurch, dass noch immer ca. 1 Mio. t an nicht verwertetem Altpapier anfallen und eine Einblasdämmung ohne zusätzlichen Abfall oder Bauverschnittreste auskommt, leistet die Zellulosefaserdämmung entsprechend einen wichtigen Beitrag zum Ressourcenschutz.¹⁴³

Wie andere gängige Zelluloseeinblasdämmungen kann der behandelte Dämmstoff grundsätzlich wiederverwendet werden. Standardmäßig wird allerdings noch Bor mit geringem Anteil verwendet, was zukünftig ein Problem für das Recycling von easyfloc protect-Fertigbauelementen darstellen könnte. Grund ist, dass in den kommenden Jahren der zulässige Boranteil durch die REACH-Verordnung noch stärker begrenzt werden soll. Anders verhält es sich bei der ECO-Variante des Dämmstoffes, der ein Aluminiumhydroxid-basiertes Brandschutzmittel verwendet.¹⁴⁴

Die Innovation easyfloc protect sticht dadurch hervor, dass es sich um eine konstruktive Brandschutzlösung für Naturdämmstoffe handelt. Der Vorteil der verfestigenden Zusatzstoffe liegt insbesondere darin, dass der Abbrand bei Holzrahmenkonstruktionen von einer Seite berechnet werden kann, da ein Herausfallen des Dämmstoffs verhindert wird. Bei unbehandelten Einblasdämmstoffen führt das Herausfallen hingegen zu einem deutlich schnelleren Brand. Das zeigt Perspektiven für den zukünftigen Einsatz von Einblasdämmungen aus nachwachsenden Rohstoffen auch im Hochbau auf.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Obwohl der Einsatz von Zellulose in der Wärmedämmung bereits als konkurrenzfähig und kostengünstig gilt, wird das Dämmmaterial laut einer Umfrage nur zu 3% in der Fassadendämmung verwendet.¹⁴⁵ Ein Grund dafür ist, dass Informationen über Naturdämmstoffe unter Praktiker:innen und Verbraucher:innen nicht weit verbreitet sind.

Besonders relevant für innovative Brandschutzlösungen sind Brandschutzvorschriften insbesondere für den Hochbau, die durch die Landesbauordnungen von Bundesland zu Bundesland unterschiedlich geregelt sind. Vielerorts ist die Verwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen im Hochbau aufgrund ihrer Brandschutzklasse nicht erlaubt.¹⁴⁶ Dazu kommen zulassungsseitige Hürden für konstruktive Brandschutzlösungen, die jeweils im Einzelfall geprüft und zugelassen werden müssen. Dabei zeigt

¹⁴¹ Dach + Holzbau (2019): Besserer Brandschutz für Zellulose. Verfügbar unter: https://www.dach-holzbau.de/artikel/besserer-brand-schutz-fuer-zellulose_3334177.html

¹⁴² VDI Zentrum Ressourceneffizienz (2016): Ressourceneffizienz der Dämmstoffe. Verfügbar unter: <https://www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen/daemmstoffe/>

¹⁴³ Forum Nachhaltiges Bauen (2021): Zellulosedämmung – Ökobilanz. Verfügbar unter: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Zellulosed%C3%A4mmung>

¹⁴⁴ <https://isofloc.ch/de/unsere-daemmprodukte-2/isofloc-eco/>

¹⁴⁵ Wohnglückl (2020): Zellulosedämmung: Alles übers Dämmen mit Zellulose. Verfügbar unter: <https://wohnglueck.de/artikel/zellulosedammung-32030#:~:text=Zellulose%20ist%20unter%20den%20C3%B6kologischen,Anwendung%20und%20sehr%20fairen%20Kosten.>

¹⁴⁶ FNR (2020): Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Verfügbar unter: <https://mediathek.fnr.de/dammstoffe-aus-nachwachsenden-rohstoffen.html>

die aktuelle Forschung, dass auch Lösungen wie mit Bindemittel angereicherte Einblasdämmung den Brandschutz bei Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen signifikant erhöhen können.

Geschlossene Kreisläufe in der Bauwirtschaft: Häuser aus Recyclingmaterial

Hintergrund und Umweltbedeutung

Mit einem Rohstoffeinsatz von 321 Mio. t pro Jahr ist der Bau-sektor der Wirtschaftssektor mit dem größten Ressourcenverbrauch in Deutschland.¹⁴⁷ Mit mehr als 200 Mio. t ist er alleine für mehr als die Hälfte des jährlichen deutschlandweiten Abfallaufkommens verantwortlich.¹⁴⁸ Gefragt sind daher innovative Baumethoden, die die Kreislaufführung von Rohstoffen und Baumaterialien mitdenken, um Ressourceneinsatz und Treibhausgasemissionen des Bausektors im Sinne der Kreislaufwirtschaft nachhaltig zu reduzieren.

Bisher werden vollständig auf Kreislaufwirtschaft ausgerichtete Bauprojekte jedoch kaum umgesetzt, denn die Bauwirtschaft ist in langer Tradition auf eine bedarfsorientierte Planungsweise ausgerichtet. Durch die ganzheitliche Berücksichtigung eines Gebäudes und dessen Bauteilen entstehen für Planer:innen und Architekt:innen neue Komplexitäten und Anforderungen. So ist beispielsweise ein großes Maß an Flexibilität und Kreativität erforderlich, um Ersatzbaustoffe und Sekundärrohstoffe für neue Gebäude zu lokalisieren und zu verwenden. Erschwerend kommt hinzu, dass diese Materialien aus ökologischen und ökonomischen Gründen vor allem regional bezogen werden sollten. Die Wiederverwendung von ausgedienten Baumaterialien ist also alles andere als trivial.

Beschreibung der Innovation

Ein Bauprojekt, das sich diesen Herausforderungen annahm, ist das Recyclinghaus am Kronsberg. Dabei handelt es sich um ein 2019 fertiggestelltes Projekt, welches den kreislauforientierten und ressourcenschonenden Bau in den Mittelpunkt stellt (Abbildung). Das Familienunternehmen Gundlach Bau und Immobilien GmbH & Co. KG in Zusammenarbeit mit dem Architekturbüro Cityförster und anderen Partner:innen nutzte dafür im großen Umfang gebrauchte Bauteile, die nach Möglichkeit aus eigenen Gebäudebeständen oder lokalen Quellen stammten.¹⁴⁹

Mithilfe verschiedener Recyclingstrategien entstand so ein Haus mit Fundament und Bodenplatte aus Recyclingbeton (42% Altmaterial), das unterhalb der Bodenplatte mit Schaumglasschotter und oberhalb mit einer gebundenen Schüttung aus Recyclinggranulat gedämmt wurde.¹⁵⁰

Steckbrief

Firma: Gundlach Bau und Immobilien GmbH & Co. KG

Cityförster architecture + urbanism

Kurzbeschreibung: Recyclinghaus mit Dämmung aus Jutefasermatten

Kennwerte: Fassade zu 90% aus gebrauchten Bauteilen; KfW 55 Standard

Aktueller Stand: Bau wurde 2019 abgeschlossen

Weiterführende Informationen:

<https://www.gundlach-bau.de/zuhause-finden/infos-fuer-interessierte/mietinteressiert/referenzen/deutschlands-erstes-recyclinghaus>

<https://www.cityfoerster.net/projekte/218.html>

¹⁴⁷ Umweltbundesamt (2018): Die Nutzung natürlicher Ressourcen. Bericht für Deutschland 2018. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/publikationen/deuess18_de_bericht_web_f.pdf

¹⁴⁸ Umweltbundesamt (2020): Deutschlands Abfall. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/abfall-aufkommen#deutschlands-abfall>

¹⁴⁹ Quelle: Gundlach (2020): Deutschlands erstes Recyclinghaus am Kronsberg. Verfügbar unter: <https://www.gundlach-bau.de/zuhause-finden/infos-fuer-interessierte/mietinteressiert/referenzen/deutschlands-erstes-recyclinghaus>

¹⁵⁰ Cityförster (2020): Recyclinghaus Kronsberg. Pressemitteilung

Auf der Bodenplatte wurde der Rohbau in leimfreier Massivholzbauweise errichtet. Darin wurden wiederverwendete Komponenten integriert, wie beispielsweise Innenwände aus Abbruchziegeln oder aus gebrauchten Plattenwerkstoffen, die aus dem Messebau stammen. Auch wurden gebrauchte Betongehwegplatten als Estrichersatz auf die Massivholzdecken aufgestapelt und ein Terrazzo mit Ziegelsplittzuschlag, einem Nebenprodukt aus der Dachziegelherstellung, errichtet.¹⁵¹ Neben diesen wiederverwendeten und recycelten Bauelementen ist die rück-



Abbildung 20: Recyclinghaus in Hannover
© Olaf Mahlstedt

baugerechte Bauweise ein weiterer, zentraler Aspekt des Recyclinghauses. Sie ermöglicht es, all die verschiedenen Bauteile einfach zu demontieren und zurück in die Kreislaufwirtschaft zu integrieren. So wird eine sortenreine Trennung der Baustoffe ermöglicht.¹⁵²

Für die Dämmung wurden bei dem Recyclinghaus Jutefasermatten des Unternehmens HempFlax verwendet. Dieses Natureplus-zertifizierte Produkt mit dem Namen „Thermo Jute 100“ besteht zu 85-90% aus Jutefasern, die aus Einweg Kakaosäcken der Schokoladenhersteller:in Ritter-Sport gewonnen werden (siehe Steckbrief „Recycler Naturdämmstoff aus alten Jutesäcken“). Ergänzt wird das Dämmmaterial mit 8-10% biopolymere Stützfasern auf PET-Basis und 2-5% Soda als Brandschutzmittel (Brandschutzklasse B2, Klasse E nach EN 13501-1:2007). Es ist somit schadstofffrei. Die verwendeten Fasermatten erreichen einen Wärmekoeffizienten von $\lambda=0,039 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Die Dämmung wurden außen auf die Massivholzwände angebracht und durch eine Außenfassade verkleidet. Diese Fassadenbekleidung besteht zu 90% aus wiederverwendeten Bauelementen wie demontierten und aufbereiteten Faserzementplatten, Profilbaugläsern, Wellblechpaneelen und Holzleisten aus ausrangierten Saunabrettern eines nahen Sportclubs.¹⁵³ Für die Fenster wurden gebrauchte Aluminium-Fensterelemente verbaut, allerdings mussten die Verglasungen trotz des recht jungen Baujahres (2007) durch 3-Scheiben-Isolierverglasungen getauscht werden, um den Anforderungen an den Wärmeschutz gerecht zu werden.¹⁵⁴ Zur Errichtung des Warmdaches wurden aus Glas recycelte Schaumglasplatten (FOAMGLAS T3+) auf den Massivholzdachelementen verbaut.

Versorgt wird das Haus durch eine Luft-Wasserwärmepumpe in Kombination mit Solarthermie-Paneelen und einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Das Gebäude erreicht bei einer Wohnfläche von ca.

¹⁵¹ Cityförster (2020): Recyclinghaus Kronsberg. Pressemitteilung

¹⁵² Bauen + Wirtschaft (2019): Landesausgabe Niedersachsen 2019. Verfügbar unter: <https://www.wv-verlag.de/sites/default/files/pdf/wv-verlag-publikation-bauen-wirtschaft-architektur-region-spiegel-landesausgabe-niedersachsen-2019-web.pdf>

¹⁵³ Allgemeine Bauzeitung (2020): Experimenteller Wohnbau mit recycelten Faserzementtafeln. Verfügbar unter: <https://allgemeinebauzeitung.de/abz/zweites-leben-fuer-die-fassade-experimenteller-wohnbau-mit-recycelten-faserzementtafeln-40752.html>

¹⁵⁴ Cityförster (2020): Recyclinghaus Kronsberg. Pressemitteilung

160 m² einen Standard vergleichbar mit dem KfW-Effizienzhaus 55.¹⁵⁵ Es wird von einer 4-köpfigen Familie bewohnt.

Bewertung

Das Recyclinghaus macht deutlich, dass es möglich ist, bereits genutzte Bauelemente und -materialien wiederzuverwenden und in regionale, neue Bauprojekte einzubinden.¹⁵⁶ Dies ist aus ökologischer Sicht sinnvoll und erstrebenswert, denn es reduziert die Graue Energie, die mit der Herstellung und dem Transport von Baumaterialien anfällt und schließt wichtige Stoffkreisläufe im ressourcenintensivsten Wirtschaftssektor. Diese lebenszyklusorientierte Bauweise ist daher mit Blick auf Ressourcen- und Klimaschutz als positiv zu bewerten. In der konkreten Umsetzung ist das Konzept eines komplett aus wiederverwendeten und recycelten Materialien hergestellten Hauses jedoch sehr aufwändig und muss für jedes Gebäude angesichts der lokal verfügbaren Baumaterialien neu gedacht werden.

Als weiterer Punkt ist hervorzuheben, dass das Recyclinghaus durch den Einsatz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe mit solarthermischer Unterstützung auf fossile Brennstoffe verzichtet. Dabei ist zu beachten, dass Wärmepumpen um optimal zu laufen eine entsprechend starke Dämmung und großflächige Heizsysteme wie Wand- oder Fußbodenheizungen benötigen.¹⁵⁷ Das Recyclinghaus realisiert solch eine gut gedämmte thermische Hülle trotz der umfassenden Verwendung gebrauchter Bauteile. Während in den Obergeschossen Heizkörper aus Restposten zum Einsatz kamen, wurden im Erdgeschoss und in den Bädern Fußbodenheizungen verbaut.¹⁵⁸

Politische Hürden und Marktbarrieren

Als größtes Hindernis, das es zu überwinden gab, benannte das Unternehmen Gundlach fehlende Normen für gebrauchte Bauelemente und -materialien. So gab es beispielsweise keine Einzelnachweise über die tatsächliche Tragfähigkeit von Stahlträgern, die als Alternative zu der Holzkonstruktion begutachtet wurden. Diese Erfahrung zeigt, wie wichtig die Erfassung von langfristige Erfassung von Material- und Gebäudedaten ist (siehe Steckbrief „Material- bzw. Stoffpässe für Gebäude“).

Generell fehlen aktuell Erfahrungswerte bei dem Bau von Häusern aus Recyclingmaterial. Zwar gibt es neben dem Projekt am Kronsberg auch andere, vergleichbare Vorhaben wie beispielsweise „The Cradle“¹⁵⁹ in Düsseldorf oder die Feuerwache in Straubenhardt¹⁶⁰, allerdings fehlt es weiterhin an der Breitenanwendung von kreislauffähigen Bauweisen und den politischen Rahmenbedingungen für eine stärkere Nutzung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor.

Eine große Marktbarriere stellt zudem die wirtschaftliche Mehrbelastung für die Bauauftraggeber dar. Gebrauchte Ressourcen und Rohstoffe aus Restbeständen, Abbruchvorhaben oder Fehlproduktionen sind zwar günstiger im Erwerb, erfordern aber deutlich mehr Arbeitskraft und Flexibilität von den Bauherr:innen und Planer:innen. Am Beispiel des Recyclinghauses am Kronsberg führte der höhere Zeitaufwand für die mühsame „Materialernte“, die Planung und die handwerkliche Umsetzung zu Preisen von ca. 5.300 € pro m² Wohnfläche, während ein vergleichbarer Bau mit Neumaterialien rund 4.500 € kosten würde.¹⁶¹

¹⁵⁵ Deutsches Architektenblatt (2020): Recyclinghaus in Hannover von Cityförster. Verfügbar unter: <https://www.dabonline.de/2020/08/28/recyclinghaus-in-hannover-von-cityfoerster-baustoffe-baumaterialien/#a81178>

¹⁵⁶ Cityförster (2020): Recyclinghaus Kronsberg. Pressemitteilung

¹⁵⁷ Energieheld (2020): Die Wärmepumpe – alle Arten, Vorteile und Nachteile. Verfügbar unter: <https://www.energieheld.de/heizung/waermepumpe>

¹⁵⁸ Cityförster (2020): Recyclinghaus Kronsberg. Pressemitteilung

¹⁵⁹ Interboden (2019): The Cradle, Düsseldorf. Verfügbar unter: <https://www.interboden.de/ib-projekte/thecradle/>

¹⁶⁰ EPEA (2020): Straubenhardt. Verfügbar unter: <https://epea.com/references/straubenhardt-fire-station>

¹⁶¹ Hannoversche Allgemeine (2018): In Kronsberg entsteht ein einmaliges Recyclinghaus. Verfügbar unter: <https://www.haz.de/Hannover/Aus-der-Stadt/uebersicht/In-Kronsberg-entsteht-ein-einmaliges-Recyclinghaus>

Auf der anderen Seite führt eine kreislaufwirtschaftsorientierte Bauweise zu deutlich geringen Kosten beim Gebäuderückbau, wie der Steckbrief „Wiederverwendung und -verwertung von Altholz für die Dämmung in Neubauten und Sanierungsprojekten“ zeigt. Auch die Umweltkosten, die von der Allgemeinheit getragen werden, reduzieren sich durch den geringen Ressourcenverbrauch. Beides kommt in der Regel der Bauherr:in eines Neubauprojektes allerdings nicht direkt zugute.

Wiederverwendung von Bauteilen durch Bauteilbörsen

Hintergrund und Umweltbedeutung

Dämmstoffe, die heute zurückgebaut werden, werden in der Regel verbrannt oder deponiert. Aufgrund schlechter Rückbaubarkeit, Unkenntnis darüber, was genau verbaut wurde und potentieller Schadstoffbelastung ist ein Recycling häufig schwierig bis unmöglich. Langsam entsteht jedoch auch bei der Planung und dem Bau ein Bewusstsein dafür, das Lebenszyklusende von Gebäuden oder Bauteilen mitzudenken. Durch rückbaubare Bauweisen wie insbesondere den Verzicht auf Verkleben, Gebäudepässe und die Vermeidung von gefährlichen Inhaltsstoffen, entsteht das Potential, Dämmmaterialien zukünftig im Sinne der Abfallhierarchie nach dem KrWG §6 hochwertig, also möglichst zum gleichen Zweck, einzusetzen.

Eine Studie des Öko-Instituts kommt zu dem Schluss, dass durch eine Wiederverwendung Energieeinsparpotentiale und CO₂-Minderungspotentiale für die überwiegende Mehrheit der Bauteile bei 60% und darüber liegt.¹⁶² Bei der Berechnung wurden Gutschriften für Verwertung und Substitution von Neuteilen einbezogen. Selbst ohne diese Gutschriften ist von Einsparpotentialen zwischen 20 und 25% auszugehen.¹⁶³

Hinzu kommt das enorme Einsparpotential an Primärrohstoffen, das in dieser Studie nicht betrachtet wurde.

Beschreibung der Innovation

Aus dem zeitweise DBU-geförderten bundesweiten Kooperationsprojekt „bauteilnetz Deutschland“ (2006-2011) entstand der im Jahr 2010 gegründete Bundesverband bauteilnetz Deutschland e.V. Der Bundesverband führt die Ideen des Projektes mit dem Ziel, möglichst viele gut erhaltene und gebrauchte Bauteile der Wiederverwendung zuzuführen, weiter.¹⁶⁴ Das Vorhaben soll dazu beitragen, Abfälle zu vermeiden, Energie einzusparen und CO₂ zu mindern.¹⁶⁵ Es steht dabei auf mehreren Säulen, um die Wiederverwendung von Bauteilen langfristig zur gängigen Praxis zu machen:

Wissensweitergabe und Vernetzung

Der Bundesverband besteht aus Einzelpersonen, Unternehmen und Verbänden. Im Laufe der Jahre sind die zwei Arbeitsgruppen „Bauteilbörsen“ und „Architekt:innen/Planer:innen“ entstanden.¹⁶⁶ Der Bundes-

Steckbrief

Firma: Bundesverband bauteilnetz Deutschland e.V.

Kurzbeschreibung: Verein zur Förderung des hochwertigen Wiedereinsatzes von Baumaterial

Kennzahlen:

Bundesweit 5 Börsen in Betrieb
Über 3.000 Bauteile im Katalog

Aktueller Stand: der Verein setzt sich für den Erhalt und die Verbreitung von Bauteilbörsen und Gebrauchtbaumärkten ein.

Weiterführende Informationen:

<http://www.bauteilnetz.de/>

¹⁶² Öko-Institut e.V. (2003): Ermittlung der durch die Wiederverwendung von gebrauchten Bauteilen realisierbaren Energieeinsparpotenziale und CO₂-Reduktionspotenziale, Endbericht. Verfügbar unter: <https://www.oeko.de/oekodoc/219/2004-015-de.pdf>

¹⁶³ Öko-Institut e.V. (2003): Ermittlung der durch die Wiederverwendung von gebrauchten Bauteilen realisierbaren Energieeinsparpotenziale und CO₂-Reduktionspotenziale, Endbericht. Verfügbar unter: <https://www.oeko.de/oekodoc/219/2004-015-de.pdf>

¹⁶⁴ Bauteilnetz Deutschland: Die Idee. Verfügbar unter: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/stdws_thema/bauteilnetz.html

¹⁶⁵ Ebenda.

¹⁶⁶ Bauteilnetz Deutschland (k.A.): Der Bundesverband. Websiteartikel. Verfügbar unter: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/stdws_thema/11.html

verband bietet Beratungsleistungen für alle am Bau Beteiligten wie Abbruchunternehmen, Architekt:innen oder Baudezernent:innen an.¹⁶⁷ Die Initiator:innen führen wissenschaftliche Veranstaltungen und Forschungsvorhaben durch, beteiligen sich unter anderem an runden Tischen der Bundesministerien zum Ressourcenschutz und Nachhaltigkeit, unterstützen den Rat der Europäischen Union oder halten Vorträge im Auftrag von Kammern, Hochschulen oder Zertifizierungsstellen.¹⁶⁸

Bewusstseinsbildung

Bundesweite Aufklärungs- und Öffentlichkeitsarbeit sollen darauf aufmerksam machen, wie wichtig ein geregelter Rückbau und ein recyclinggerechtes Planen und Bauen sind und dienen gleichzeitig dazu, die Akzeptanz für den Wiedereinbau gebrauchter Bauteile zu erhöhen. Für Wohnungsbaugesellschaften, Handwerker:innen, kommunale Abfallentsorger, Abbruchunternehmer:innen und private Bauherr:innen wurden und werden Informationsangebote sowie Umsetzungsstrategien entwickelt.¹⁶⁹ 2021 ist geplant, einen Wettbewerb für Auszubildende im Handwerk auszuschreiben.¹⁷⁰

Bauteilbörsen und Bauteilkatalog

Um gut erhaltene Bauteile bundesweit in der Bauwirtschaft erneut nutzen zu können, werden regionale Lager und Börsen initiiert und unterstützt. Dafür bietet der Bundesverband Behörden, Kommunen, Kammervertretungen und allen Interessierten Unterstützung beim Aufbau von Bauteillagern und –börsen an, beispielsweise durch die Organisationsberatung/-betreuung, Beratung zum Aufbau eines Lagers, Informationsveranstaltungen, Medienarbeit und den ständigen Austausch mit anderen Akteuren des bauteilnetz Deutschlands.¹⁷¹ Die regionalen Bauteilbörsen organisieren und übernehmen Ausbau, Transport, Annahme, Aufbereitung, Schadstoffprüfung, Lagerung und Verkauf von rückgebauten Bauteilen.¹⁷² Aktuell werden deutschlandweit fünf Bauteilbörsen betrieben. Weitere acht Standorte mussten leider in den letzten Jahren schließen.¹⁷³ In allen Bauteilbörsen wird ein einheitliches System zur Bestandsaufnahme und Bauteildarstellung genutzt.¹⁷⁴ Eine schnelle Übersicht über die verfügbaren Materialien und das Angebot der angeschlossenen Bauteilbörsen gibt der bundesweite Bauteilkatalog, der auf der Webseite eingesehen werden kann (Abbildung 19). Durch die so gesammelten Angebots- und Verkaufsdaten ist auch eine spätere ökologische Bilanzierung möglich.¹⁷⁵

¹⁶⁷ Bauteilnetz Deutschland (k.A.): Ziele. Websiteartikel. Verfügbar unter: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/webs-ite/stdws_thema/bauteilnetz/ziele.html

¹⁶⁸ Ebenda.

¹⁶⁹ Ebenda.

¹⁷⁰ Mitteilung von Ute Dechantsreiter, Bundesverband bauteilnetz Deutschland (2020)

¹⁷¹ Bauteilnetz Deutschland (k.A.): Beratung und Angebote. Websiteartikel. Verfügbar unter: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/webs-ite/stdws_thema/bauteilnetz/leistungen.html

¹⁷² Bauteilnetz Deutschland (k.A.): Ziele. Websiteartikel. Verfügbar unter: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/webs-ite/stdws_thema/bauteilnetz/ziele.html

¹⁷³ Bauteilnetz Deutschland (k.A.): Regionale Bauteilbörsen. Websiteartikel. Verfügbar unter: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/stdws_adresse/bauteilboersen.html

¹⁷⁴ Bauteilnetz Deutschland (k.A.): Beratung und Angebote. Websiteartikel. Verfügbar unter: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/webs-ite/stdws_thema/bauteilnetz/leistungen.html

¹⁷⁵ Bauteilnetz Deutschland (k.A.): Ziele. Websiteartikel. Verfügbar unter: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/webs-ite/stdws_thema/bauteilnetz/ziele.html

- Die Idee
- Ziele
- Nachhaltigkeit lernen
- Meinungen
- Beratung und Angebote
- Der Bundesverband
- Vereinsatzung
- Aktuelles
- Veranstaltungen
- Dokumentation
- Planen und Bauen
- Aktionstagebuch
- Wissenswertes
- Pressespiegel
- DBU-Projekt
- Bauteilbörsen
- Verzeichnis
- Historisches Baumaterial
- Unterstützer
- Planer
- Energieagenturen
- Entsorgungsbetriebe
- Handwerk
- Institute
- Verbände
- Materialprüfungen
- Impressum

Suche nach: [zur Detailsuche](#)in der Rubrik [Wände / Dach](#) » [Sonstiges](#)52 Treffer in [Wände / Dach](#) » [Sonstiges](#) Anzeigeeoptionen**Fliesenspiegel (HB016610)**in [Wände / Dach](#) » [Sonstiges](#)

Preis: 1 160,00 € / Stk. Breite: 60,50 cm

Menge: 1 Stk. Höhe: 91,00 cm

Zustand: gut Länge/Tiefe: 1,00 cm

Baujahr: ca. 1920 Material: Keramik, ...

Anbieter: bauteilbörse bremen

Standort: Getreidestraße 16/18, 28217 Bremen

Details [Bauteil merken](#)
[Anfrage an Anbieter](#) Beschreibung**Glasbausteine (HB016118)**in [Wände / Dach](#) » [Sonstiges](#)

Preis: 1 2,00 € / Stk. Breite: 11,50 cm

Menge: 91 Stk. Höhe: 24,00 cm

Zustand: gut Länge/Tiefe: 8,00 cm

Baujahr: ca. 1990 Material: Glas

Anbieter: bauteilbörse bremen

Standort: Getreidestraße 16/18, 28217 Bremen

Details [Bauteil merken](#)
[Anfrage an Anbieter](#) Beschreibung**Schornsteinabdeckung (HB015198)**in [Wände / Dach](#) » [Sonstiges](#)

Abbildung 19: Die in den Bauteilbörsen zum Verkauf stehenden Bauteile werden auch online im Bauteilkatalog angeboten

Quelle: http://www.bauteilnetz.de/bauteilnetz/website/bauteilsuche?btk_suche=true&btk_sort=BauteilAngebot.ErfassungDatum_desc

Bewertung

Da bislang die Wiederverwendung von Bauteilen in der Baubranche quasi nicht stattfindet, leistet der Bundesverband bauteilnetz Deutschland hier wichtige Pionierarbeit. Die Bauteilbörsen und der Bauteilkatalog liefern als Pilotprojekt dringend benötigte Erkenntnisse darüber, wie die Wiederverwendung von Bauteilen funktionieren kann und welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen. Das Konzept der Bauteilbörsen zeigt, dass die Wiederverwendung von Bauteilen realisiert werden kann, wenn der Wille dazu vorhanden ist. Dazu muss aber vollständig von den gängigen Vorgehensweisen in der Baubranche abgewichen und eine neue Infrastruktur und Planungskultur geschaffen werden. Dies erfordert einen sehr hohen Personalaufwand und eine gute Kommunikationsstruktur.

Die Bauteilbörsen in Deutschland haben in den letzten 20 Jahren gezeigt: Wenn sich alle Akteure am Prozess beteiligten, gewinnt nicht nur die Umwelt. Wenn das Bauunternehmen sortenreiner trennt, können Abfälle vermieden werden. Die Eigentümer:innen sparen daher Entsorgungskosten und die Bauteilbörsen können den Endkund:innen gute, zum Teil hochwertige und einmalige Bauteile für einen kostengünstigen Preis anbieten.

Der Bauteilkatalog gibt eine gute Antwort auf die Frage, wie ein Bauteil zu seinem neuen Besitzer findet. Durch eine einfache Onlinerecherche kann jede:r Bauherr:in, Planer:in und Architekt:in die zur Verfügung stehenden gebrauchten Bauteile durchsuchen. Wünschenswert wäre eine flächendeckende Versorgung mit Bauteilbörsen, sodass bei jedem Bauprojekt ein einfacher Zugriff auf gebrauchte Bauteile erfolgen kann.

Für Dämmstoffabfälle, die heute bei der Sanierung und dem Rückbau anfallen, ist eine direkte Wiederverwendung unter heutigen Bedingungen nicht möglich. Andere, in dieser Broschüre vorgestellte Innovationen zeigen aber, dass moderne Dämmstoffe durchaus schadstofffrei und selektiv rückbaubar sein können. Wenn dann zum Zeitpunkt des Rückbaus alle entscheidenden Informationen aus einem Gebäudepass herausgelesen werden können, wird auch für gebrauchte Dämmstoffe eine Wiederverwendung denkbar. Der Bundesverband bauteilnetz Deutschland leistet einen wichtigen Beitrag dafür, dass bis dahin eine geeignete Infra- und Organisationsstruktur für die Wiederverwendung von Bauteilen aufrechterhalten und weiter aufgebaut wird.

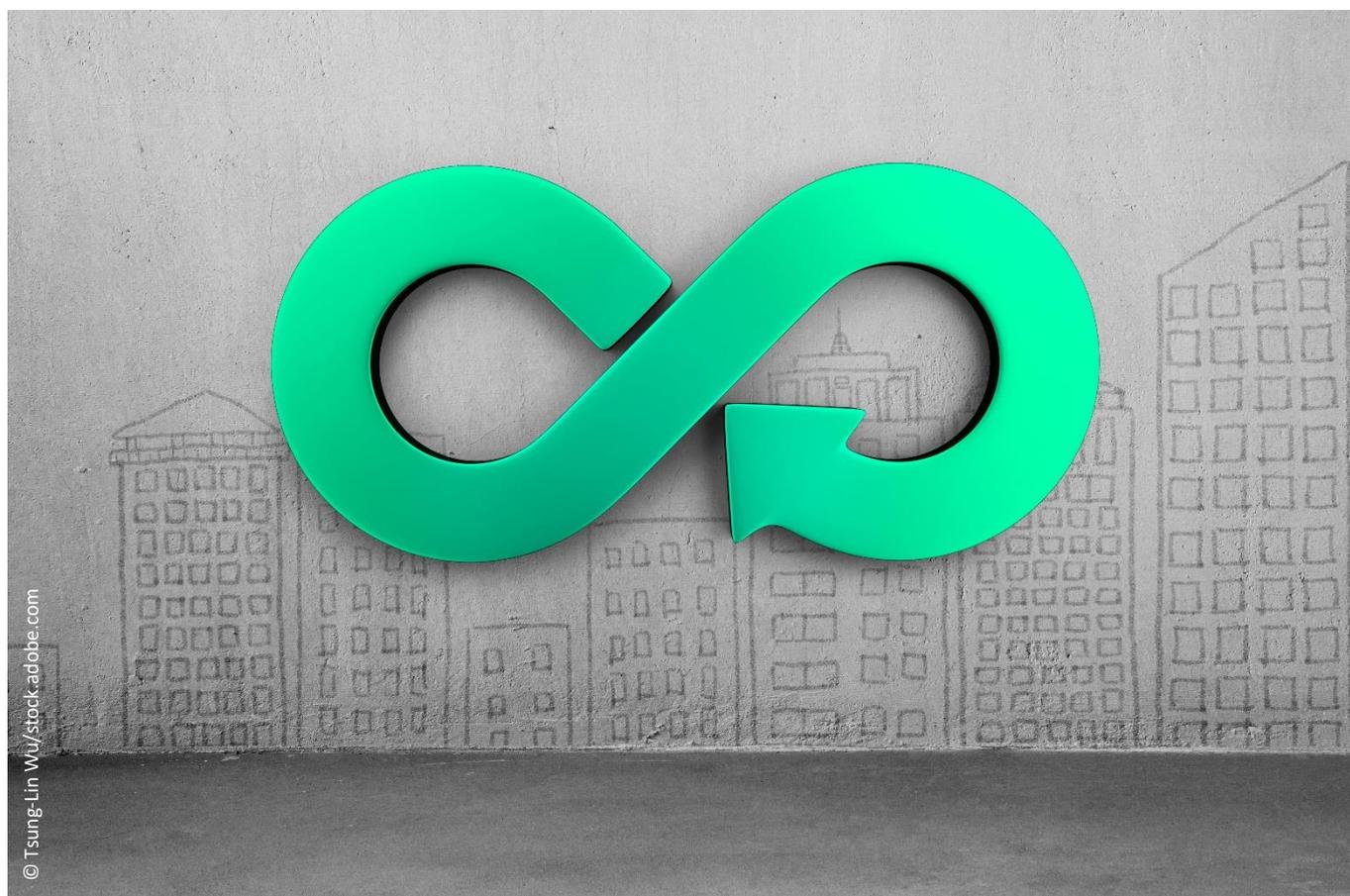
Politische Hürden und Marktbarrieren

Die Wiederverwendung von Bauteilen erfordert ein komplettes Umdenken in der Baubranche und zwar sowohl beim Bau als auch beim Rückbau. Gängige Planungsmethoden haben Schwierigkeiten, mit gebrauchten Bauteilen umzugehen. Grundsätzlich erfordert die Wiederverwendung von Bauteilen kreative Planungsansätze, die lokal verfügbare Sekundärressourcen berücksichtigen.

Auch die spätere Rückbaubarkeit muss bereits bei der Planung mitgedacht werden. Unlösbare Verbindungen verhindern eine spätere Wiederverwendung ebenso wie die Unkenntnis über die Inhaltsstoffe potentiell belasteter Bauteile. Aktuell fehlt es an Ausbildungsmöglichkeiten für Architekt:innen und Planer:innen um die Grundlagen für rückbaufähiges Bauen zu erlernen. Einzelne Pionierprojekte wie das Recyclinghaus am Kronsberg oder das RE⁴-Forschungsprojekt, die wir in diese Broschüre vorstellen, zeigen aber, dass eine kreislaufgerechte Planung von Bauwerken grundsätzlich auch heute schon möglich ist (siehe Steckbrief „Geschlossene Kreisläufe in der Bauwirtschaft: Häuser aus Recyclingmaterial“).

Um die Wiederverwendung von Bauteilen zu ermöglichen, muss zunächst eine Sichtung stattfinden, bei der geeignete Bauteile sorgfältig ausgewählt werden. Diese Bauteile müssen selektiv demontiert, abtransportiert, aufbereitet, katalogisiert und gelagert werden, bevor sie wiederverkauft werden können. Gegebenenfalls ist zusätzlich auch eine Schadstoffprüfung notwendig. Um Bauteile schadensfrei zu bergen und zu geregelten Öffnungszeiten anzubieten, müssen die Bauteilbörsen diese Aufgaben heute komplett selbst erfüllen.

Die Organisationsstruktur erfordert Fachwissen und einen hohen Personaleinsatz. Wirtschaftlich ist dies für die Bauteilbörsen eine große Anstrengung, was auch dazu geführt hat, dass bereits mehr als die Hälfte der existierenden Bauteilbörsen schließen musste. Die praktische Umsetzung und Bewahrung noch gebrauchsfähiger Bauteile und die Vorbereitung zu einer hochwertigeren Verwertung der Baustoffe darf daher nicht allein Aufgabe von Bauteilbörsen und einzelnen Unternehmen sein. Alle am Bau Beteiligten müssen im Interesse der Allgemeinheit zur Wirtschaftlichkeit der Umsetzung und damit zur Ressourcenschonung beitragen.



INNOVATIONEN IN VERWERTUNG UND ENTSORGUNG VON DÄMMSTOFFEN

Recyclingverfahren und Rücknahmesysteme

Für die 200.000 t an Dämmstoffabfällen, die in Deutschland jährlich anfallen, sind Deponierung und Verbrennung die gängigen Entsorgungsmethoden. Obwohl bei fast allen Dämmstoffen ein stoffliches Recycling prinzipiell möglich ist, erfolgt es in der Praxis aus vielerlei Gründen meist nicht. Im Folgenden werden Beispiele von Innovationen vorgestellt, die das Potenzial haben, diesen Status Quo zu ändern. Diese umfassen Vorreiter:innen beim Aufbau einer Rücknahme- und Recyclinginfrastruktur für Dämmstoffe ebenso wie Recyclingverfahren, die vielversprechende Alternativen zu den gängigen Entsorgungswegen darstellen.

Werkstoffliches Recycling von EPS und XPS Abfällen aus dem Abbruch

Hintergrund und Umweltbedeutung

Seit den 1960er Jahren wird expandiertes und extrudiertes Polystyrol (EPS bzw. XPS) wegen seiner sehr guten Dämmeigenschaften zur Gebäudedämmung verwendet. Da der Stoff leicht entflammbar ist, wurde er typischerweise mit dem Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan (HBCD) versehen. Mittlerweile ist HBCD als persistent, bioakkumulativ und toxisch bekannt.¹⁷⁶ Im Mai 2013 wurde der Schadstoff daher in das Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe (POP-Verordnung) aufgenommen. Außerdem wird HBCD in der europäischen Chemikalienverordnung REACH als „besonders besorgniserregender Stoff“ geführt. Seit März 2016 ist der Einsatz von HBCD als Flammschutzmittel in Europa verboten, allerdings gibt es noch große Mengen an bereits verbauten HBCD-haltigen Dämmplatten.

Während der Nutzungsphase ist nach heutigem Kenntnisstand nicht mit einer Gesundheitsgefährdung durch solche Dämmplatten zu rechnen, da der HBCD-Verlust zu vernachlässigen ist.¹⁷⁷ Problematisch ist jedoch die Entsorgung. Allein in Deutschland fallen jährlich bereits circa 49.000 t HBCD-haltige Abfälle an – mit steigender Tendenz (Abbildung 20). Abfälle, die HBCD mit einer höheren Konzentration als 1.000 mg/kg enthalten, müssen laut der Verordnung (EU) 2019/1021 über persistente organische Schadstoffe (EU-POP-Verordnung) „zerstört oder unumkehrbar in Stoffe umgewandelt werden, die keine vergleichbaren Eigenschaften aufweisen“. Aktuell werden HBCD-haltige Abfälle daher, wie andere organische Dämmmaterialien auch, in der Regel thermisch verwertet.

Beschreibung der Innovation

Für HBCD-haltige Polystyrolschäume bietet die PolyStyreneLoop Demonstrationsanlage (PS-Loop) eine Recyclinglösung, mit der erstmalig Flammschutzmittel und andere Additive ausgeschleust und das Polystyrol zurückgewonnen werden kann. Die Anlage wird am 16. Juni 2021 mit einer Anfangsjahreskapazität von 3.300 t Polystyrol in Terneuzen (NL) in Betrieb genommen.^{178,179}

Steckbrief

Firma: PolyStyreneLoop, holländische Kooperative mit über 70 Mitgliedern aus über 15 europäischen Ländern der Wertschöpfungskette Polystyrolschaum.

Kurzbeschreibung: Werkstoffliches Recycling von expandierten und extrudierten Polystyrol Abfällen (EPS und XPS) aus dem Abbruch.

Aktueller Stand: Inbetriebnahme der ersten Demonstrationsanlage in Terneuzen (NL) für EPS-Abfälle am 16. Juni 2021. Zu einem späteren Zeitpunkt wird auch das Recycling von XPS möglich sein.

Weiterführende Informationen:

<https://polystyreneloop.org/>

<https://www.epc.com/polymers-fibers/polymer-plants-for/expanded-polystyrene-eps/>

<https://www.creacycle.de/de/der-prozess.html>

CreaSolv® Prozess Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=43rqKlblsI8>

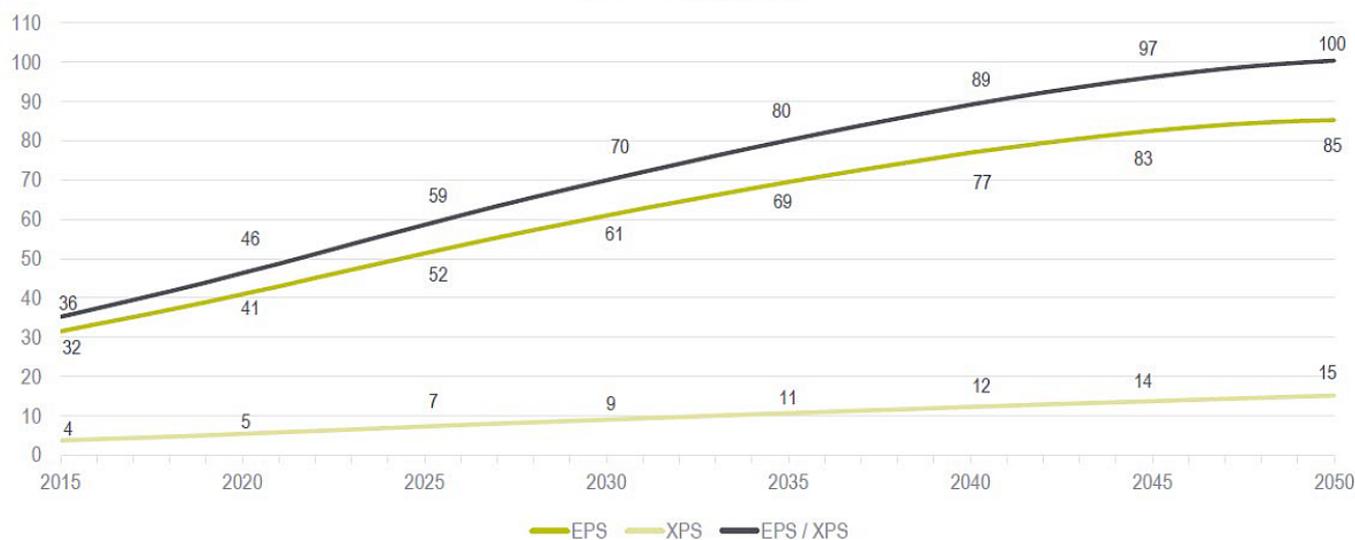
¹⁷⁶ Umweltbundesamt (2017): Hexabromcyclododecan (HBCD) Antworten auf häufig gestellte Fragen. Hintergrundpapier. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/haufig-gestellte-fragen-antworten-zu>

¹⁷⁷ Ebenda.

¹⁷⁸ PolyStyreneLoop (k.A.): FAQ. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://polystyreneloop.eu/fag/>

¹⁷⁹ Industrieverband Hartschaum e.V. (2020): EPS-Leitfaden für Weiterverwertung und Recycling

Prognose¹⁾ Entwicklung des HBCD-haltigen EPS-/XPS-Bauabfallaufkommens 2015 bis 2050 in kt:



1) Prognose basiert auf einer stabilen wirtschaftlichen Entwicklung, ohne politische Maßnahmen im Bauwesen

Abbildung 20: Prognose bei einer stabilen wirtschaftlichen Entwicklung, ohne politische Maßnahmen im Bauwesen für die Entwicklung von HBCD-haltigem EPS-/XPS-Bauabfallaufkommen 2015 bis 2050 in Kilotonnen.

Quelle: Aufkommen und Management von EPS- und XPS-Abfällen in Deutschland 2016 in den Bereichen Verpackung und Bau, Conversio (2017)

Die verwendete CreaSolv® Technologie ist eine Entwicklung des Fraunhofer-Instituts IVV in Zusammenarbeit mit der CreaCycle GmbH und der EPC Engineering & Technologies GmbH als Technologie-Partner:in. Es handelt sich um ein werkstoffliches, lösemittelbasiertes Recyclingverfahren, bei dem Kunststoffe mit physikalischen Prozessen zurückgewonnen werden. Im Gegensatz zum chemischen Recycling bleibt die Polymerstruktur bei werkstofflichen lösemittelbasierten Verfahren erhalten.¹⁸⁰ Die hierbei verwendeten Stoffe werden nach Hersteller:innenangaben nicht als Gefahrstoffe im GHS (Global Harmonized System) eingestuft. 2017 wurde das "Auflösen" als Vorbehandlung zur Abtrennung von POPs in die Technischen Richtlinien der Basler Konvention aufgenommen, um das Recycling von flammgeschützten Polystyrolschaum-Abfällen aus dem Baubereich mit dem CreaSolv® Prozess zu ermöglichen.¹⁸¹

Bei dem Recycling-Prozess (Abbildung 21) wird zunächst das Polystyrol in einem speziellen CreaSolv® Betriebsmittel aufgelöst.¹⁸² Anschließend werden grobe Verunreinigungen abfiltriert. Durch Zugabe einer weiteren Flüssigkeit wird nun das Polystyrol ausgefällt, wodurch das HBCD im Lösemittel zurückbleibt. Anschließend wird das Polystyrol-Gel von den Prozessflüssigkeiten separiert, getrocknet und wieder in ein granuliertes Polymer überführt.¹⁸³ Das so zurückgewonnene Polystyrol besitzt die Eigenschaften von Kunststoff-Neuware und ist für die Herstellung von expandiertem Polystyrol-Hartschaum geeignet.¹⁸⁴ Das

¹⁸⁰ Umweltbundesamt (2020): Chemisches Recycling. Hintergrundpapier. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/chemisches-recycling>

¹⁸¹ United Nations Environmental Program (2017): Basel Convention. Technical guidelines. Addendum. General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants. Verfügbar unter: <https://www.informea.org/en/technical-guidelines-general-technical-guidelines-environmentally-sound-management-wastes-consisting>

¹⁸² PolyStyreneLoop (k.A.): Technology. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://polystyreneloop.eu/technology/>

¹⁸³ Ebenda.

¹⁸⁴ Industrieverband Hartschaum e.V. (2020): EPS-Leitfaden für Weiterverwertung und Recycling

HBCD-haltige Lösemittel hingegen wird abdestilliert. Das HBCD bleibt dabei im Destillations-Schlamm zurück. In einer Bromrückgewinnungsanlage der Firma ICL-IP wird das HBCD zerstört und das enthaltende Brom zurückgewonnen.¹⁸⁵ Das abdestillierte Betriebsmittel wird im Prozess wiederverwendet.¹⁸⁶

Erste Sammelstellen für EPS-Dämmstoffe aus Abbruch- oder Sanierungsarbeiten haben mit der Initiative PSLoop eine Kooperation vereinbart. Ziel ist es, in ganz Deutschland möglichst flächendeckend solche professionellen Entsorgungs- und Recyclingunternehmen zu gewinnen, die die EPS-Dämmstoffabfälle reinigen und komprimieren, so dass sie vorschriftsgemäß EU grenzüberschreitend zur Anlage in den Niederlanden transportiert werden können.

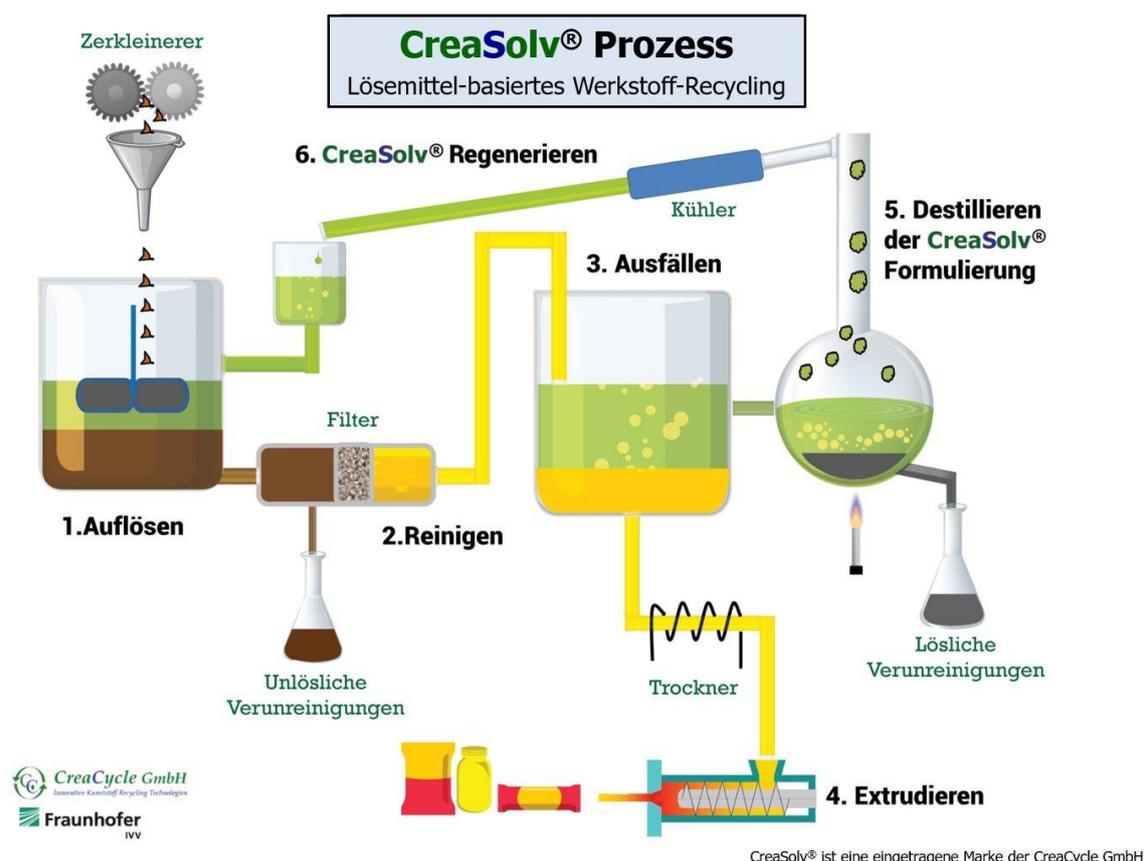


Abbildung 21: Der CreaSolv® Prozess.

Quelle: CreaCycle GmbH: Der CreaSolv® Prozess, Verfügbar unter: <https://creacycle.de/de/der-prozess.html>

Bewertung

Für HBCD-verunreinigtes Polystyrol kommt ein rein mechanisches Recycling nicht in Frage, da die Schadstoffe rückstandsfrei eliminiert werden müssen. Bislang müssen solche Abfälle aufgrund ihres Schadstoffgehaltes thermisch verwertet werden, so dass die bei der Herstellung verwendeten Rohstoffe verloren gehen. Für solche Dämmplatten bietet das CreaSolv®-Verfahren als Lösemittel-basiertes Recyclingverfahren die einzige Möglichkeit, den Großteil der Rohstoffe wieder zurückzugewinnen. Es wird ein bedeutender Stoffstrom erschlossen, der bislang einer thermischen Verwertung zugeführt werden muss. Das Material kann wieder für die Herstellung von EPS-Dämmstoffen verwendet werden, womit die Möglichkeit entsteht, zwei Stoffkreisläufe (Polystyrol und Brom) zu schließen. Die wichtigste Voraussetzung für den

¹⁸⁵ PolyStyreneLoop (k.A.): Technology. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://polystyreneloop.eu/technology/>

¹⁸⁶ Ebenda.

Einsatz des Verfahrens ist jedoch, dass ein selektiver Rückbau stattfindet und eine entsprechende Infrastruktur geschaffen wird.

Die Ökobilanzstudie „Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen“ des IFEU-Instituts kommt zu dem Ergebnis, dass das CreaSolv®-Verfahren als Verwertungsweg für EPS- und XPS-Dämmstoffabfälle bezüglich aller untersuchten Wirkkategorien geringfügig schlechter abschneidet, als andere stoffliche Verwertungswege (z.B. Regranulierung).¹⁸⁷ Für HBCD-belastetes Polystyrol ist jedoch ein rein mechanisches Recycling nicht möglich.

Entscheidend ist hingegen, dass das CreaSolv®-Verfahren deutlich besser abschneidet als die energetische Verwertung oder die Beseitigung in einer Müllverbrennungsanlage. So können beispielsweise durch das CreaSolv®-Verfahren im Vergleich zur Beseitigung in einer Müllverbrennungsanlage über 20 kg CO₂-Äquivalent pro m² entsorgter EPS-Dämmung eingespart werden.¹⁸⁸ Eine vom Konsortium selbst in Auftrag gegebene Ökobilanzstudie wurde 2017 vom TÜV Rheinland in Kooperation mit der BASF erstellt. Diese ergab für die Verwertung von EPS aus Dämmstoffen durch das CreaSolv®-Verfahren einen um 47% niedrigeren CO₂-Ausstoß als bei der Verbrennung mit Energierückgewinnung.¹⁸⁹ Da die fertiggestellte PSLoop-Anlage ausschließlich über Windkraftenergie gespeist wird, ist davon auszugehen, dass eine zukünftige Ökobilanzstudie noch positiver ausfallen wird.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Ab Oktober 2016 wurden HBCD-haltige Polystyrol-Dämmplatten als „gefährlicher Abfall“ in der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) geführt. Da nur wenige Müllheizkraftwerke die Genehmigung besaßen, diesen Abfall zu verwerten, kam es in der Folge zu Entsorgungsengpässen und stark erhöhten Entsorgungspreisen. Daher beschloss die Bundesregierung bereits Ende 2016 ein einjähriges Moratorium, wonach HBCD-haltige Dämmstoffe zunächst vorübergehend wieder als nicht gefährliche Abfälle galten. Am 1. August 2017 ist die „Verordnung zur Überwachung von nicht gefährlichen Abfällen mit persistenten organischen Schadstoffen und zur Änderung der Abfallverzeichnis-Verordnung“ in Kraft getreten, die regelt, dass HBCD-belastete Dämmmaterialien dauerhaft als nicht gefährlich einzustufen sind. Sie müssen jedoch überwacht, getrennt gesammelt und entsorgt werden. Abfallgemische mit einem HBCD-Gehalt von weniger als 1000 mg/kg werden nicht von der Verordnung erfasst und können ohne Nachweis befördert werden. Im Ergebnis können HBCD-haltige Dämmstoffe immer noch relativ kostengünstig in Müllheizkraftwerken verbrannt werden und es besteht kein finanzieller Anreiz, in ein Recyclingverfahren zu investieren. Das Recycling der belasteten Dämmplatten muss also entweder gesetzlich vorgeschrieben oder finanziell attraktiv sein.

Eine weitere Voraussetzung für das Recyclingverfahren ist ein selektiver Rückbau, der aus Kosten- und Zeitgründen bislang grundsätzlich nur sehr selten stattfindet. Insbesondere bei Wärmedämmverbundsystemen gestaltet sich der selektive Rückbau aufgrund der Verklebungen als schwierig. Versuche an der FH Münster und der RWTH Aachen im Rahmen eines Forschungsprojektes unter anderem zur stofflich-energetischen Verwertung von WDVS-Abfällen in Zementwerken haben gezeigt, dass es technisch möglich ist, mit mechanischen Aufbereitungsschritten weitgehend sortenreine Fraktionen aus einem WDVS-Abfall zu

¹⁸⁷ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen, Endbericht. Verfügbar unter: <https://www.ifeu.de/oekobilanz-fuer-daemmstoffe-das-zweite-leben-entscheidet/>

¹⁸⁸ Ebenda.

¹⁸⁹ PolyStyreneLoop (2017): Results of a Life Cycle Assessment for End of Life Treatment of Expandable Polystyrene (EPS) from External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS). Verfügbar unter https://www.creacycle.de/images/2018.03.16_PSLoop_LCA.pdf

gewinnen.¹⁹⁰ Auch das Ablösen von Putzschichten von der darunterliegenden Hartschaumlage ist mit Hilfe von Großgeräten wie eines Baggers mit einem Schaber oder Greifer grundsätzlich möglich.¹⁹¹

Die Aufbereitung und Verwertung von WDVS aus dem Rückbau ist also technisch möglich, jedoch aktuell nicht wirtschaftlich. Dies liegt auch vor allem daran, dass bisher nur sehr geringe Mengen an unterschiedlichsten Orten zu unbestimmten Zeiten anfallen. Hierzu braucht es intensive Forschung, um neue Recyclingwege aufzuzeigen.

¹⁹⁰ Heller, N. und Simons, M. (2018): Entsorgung von Wärmedämmverbundsystemen mit EPS. Recovery Recycling Technology Worldwide. Verfügbar unter: https://www.recovery-worldwide.com/de/artikel/entsorgung-von-waermedaemmverbundsystemen-mit-eps_3187734.html

¹⁹¹ Albrecht, W. und Schwitalla, C. (2015): Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS. Möglichkeiten der Wiederverwertung von Bestandteilen des WDVS nach dessen Rückbau durch Zuführung in den Produktionskreislauf der Dämmstoffe bzw. Downcycling in die Produktion minderwertiger Güter bis hin zur energetischen Verwertung. Fraunhofer IRB. Verfügbar unter <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-377363.html>

Rücknahme und Recycling von EPS- und XPS-Baustellenverschnitt

Hintergrund und Umweltbedeutung

Nicht nur bei der Sanierung gedämmter Gebäude ohne Aufdopplung und beim Rückbau fallen Dämmstoffabfälle an. Bei der Anbringung einer neuen Dämmschicht für die Fassade, Dach und Keller tragen auch Baustellenverschnitte nennenswert zum Abfallaufkommen bei.

Bei Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) mit Styropor fallen beispielsweise auf der Baustelle ca. 8-10% Verschnitt an.¹⁹² Überträgt man diesen Verschnitt-Prozentsatz auf den Gesamtabsatz aller WDVS von rund 33.000.000 m² WDVS pro Jahr¹⁹³ ist also von grob geschätzt etwa 3.000.000 m² jährlichen WDVS-Baustellenverschnitt mit Dämmstoffen aller Art insgesamt auszugehen.

Technisch gesehen gestaltet sich das Recycling von Verschnittresten deutlich einfacher als bei Dämmstoffabfällen aus dem Rückbau und aus der Sanierung, da einerseits die Zusammensetzung bekannt ist und andererseits die Abfälle vergleichsweise einfach sortenrein gesammelt werden können. Voraussetzung für das Recycling ist eine Rückführlogistik in den Herstellungsprozess.

Mit einem Marktanteil von ca. 32% ist expandiertes Polystyrol (EPS) nach Mineralwolle der am zweithäufigsten verwendete Dämmstoff.¹⁹⁴ Am häufigsten kommt EPS in WDVS zum Einsatz. Ca. 61% aller Fassadendämmungen, werden mit EPS ausgeführt.¹⁹⁵ Extrudiertes Polystyrol (XPS) hat einen Marktanteil von 4-6% und wird vor allem in der Perimeterdämmung (Dämmung von erdbehrten Bauwerksteilen) und als Wärmedämmung druckbelasteter Flächen eingesetzt.¹⁹⁶

Beschreibung der Innovation

Die neun im Industrieverband Hartschaum (IVH) organisierten EPS-Produzent:innen bieten seit über 30 Jahren das Rücknahmeangebot EPS Cycle an. Die Rücknahme der Baustellenverschnitte wird zwischen

Steckbrief

Firmen:

EPS-Cycle: 9 im Industrieverband Hartschaum (IVH) organisierte EPS- Hersteller:innen

Austrotherm Recycling-Service: Austrotherm GmbH

Kurzbeschreibung:

EPS-Cycle: Rücknahme- und Recyclingsysteme für EPS-Baustellenverschnitt

Austrotherm Recycling-Service: Rücknahme- und Recyclingsysteme für XPS- Baustellenverschnitt

Kennwerte:

EPS Cycle: Rücknahme und Recycling von jährlich ca. 263.000 m³ EPS insgesamt in Deutschland.

Austrotherm Recycling Service: Keine Rücknahme in Deutschland

Aktueller Stand:

EPS Cycle: Rücknahmeangebot für EPS seit über 30 Jahren in Deutschland

Austrotherm Recycling Service: Rücknahmeangebot für XPS seit Herbst 2020 ausschließlich in Österreich

Weiterführende Informationen:

<https://www.ivh.de/umwelt/recycling/>

<https://www.austrotherm.at/unternehmen/recycling/austrotherm-recycling-service>

¹⁹² Mitteilung des IVH (2020).

¹⁹³ Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e.V. (2019): VDPM-Bilanz 2018: Absatzplus bei Mörtelprodukten und WDVS. Verfügbar unter: <https://www.vdpm.info/2019/vdpm-bilanz-2018-absatzplus-bei-moertelprodukten-und-wdvs/>

¹⁹⁴ Sprengard, C., Tremel, S. und Holm, A. (2013): Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe. Metastudie Wärmedämmstoffe – Produkte – Anwendungen - Innovationen. Verfügbar unter: www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie_waermedaemmstoffe.pdf

¹⁹⁵ Industrieverband Hartschaum e.V. (2020): Dämmung. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.ivh.de/daemmung/>

¹⁹⁶ Bauzentrum München (2017): Leitfaden Dämmstoffe 3.0, mit Schwerpunkt Naturdämmstoffe. Verfügbar unter: https://www.muenchen.de/rathaus/dam/jcr:c44833ca-c8b6-4b63-ba37-3c5c588d3b53/leitfaden_daemmstoffe_3_0.pdf

EPS-Hersteller:innen bzw. Anbieter:innen und Fachhandwerker:innen vereinbart. EPS Cycle richtet sich auch an Konfektionär:innen und bietet die Rücknahme von überschüssigen Konfektionsabschnitten an.¹⁹⁷

Voraussetzung für die Rücknahme ist eine privatrechtliche Vereinbarung zwischen der EPS-Hersteller:in und der Bauherr:in oder dem Handwerksunternehmen.¹⁹⁸ In der Regel wird mit den Kund:innen eine pauschale Rückführungsgebühr vereinbart. Die EPS-Abschnitte müssen nach Farbe und Anwendungstyp getrennt gesammelt, frei von Fremdstoffen und Verunreinigungen jeglicher Art sowie trocken und sortenrein abgegeben werden.¹⁹⁹ Nachdem die Säcke von der Hersteller:in zum EPS-Werk transportiert wurden, wird der Inhalt auf Sauberkeit, Sortenreinheit und Herkunft geprüft.²⁰⁰ Anschließend wird das Material zerkleinert. Die dabei entstehende gröbere Fraktion wird zu Rezyklatplatten verarbeitet, die anschließend zu Formteilplatten weiterverarbeitet und beispielsweise als Dämmmaterial wiedereingesetzt werden. Feiner zermahlene EPS wird als Leichtzuschlag für Mörtel, Putz oder Beton verwendet.²⁰¹

Jährlich werden so von den IVH-Mitgliedern nach eigener Aussage ca. 263.000 m³ EPS-Baustellenverschnitt gesammelt. In den letzten 10 Jahren ist es hier zu einem starken Anstieg gekommen. 2010 waren es noch etwa 100.000 m³. EPS-Baustellenverschnitt ist ein wichtiger Wertstoff für die EPS-Hersteller:innen geworden, die das Material in die eigene Produktion zurückführen. Auch bei anderen Recycler:innen ist das Material gefragt, weil es unkompliziert zu Leichtzuschlägen und Granulat weiterverarbeitet werden kann.²⁰² Um den EPS-Verschnitt hat sich eine eigene Wertschöpfungskette gebildet.²⁰³ Laut IVH soll das EPS Cycle Rücknahmesystem daher zukünftig weiter ausgebaut werden, und beispielsweise auch Baustoffhändler:innen miteinbeziehen.

Die Firma Austrotherm bietet ein vergleichbares Rücknahme- und Recyclingsystem für XPS-Baustellenverschnitt in Österreich an.²⁰⁴ XPS muss anders als EPS im Recyclingprozess regranuliert und neu aufgeschäumt werden, da XPS eine homogene Masse bildet.²⁰⁵ Ein vergleichbares System für XPS gibt es in Deutschland noch nicht.

Bewertung

Für Produktionsverschnittreste der meisten Dämmmaterialien ist es bereits gängige Praxis, diese wieder dem Herstellungsprozess zuzuführen.²⁰⁶ Dies legt nahe, dass auch sortenrein erfasste, saubere Dämmstoffabfälle technisch gut recycelt werden können. Vorausgesetzt einer gewissen Ordnung auf der Baustelle lassen sich diese Kriterien bei Baustellenverschnitt einfach erfüllen. Die EPS-Hersteller:innen haben hier in einer Vorreiterrolle bereits vor über 30 Jahren ein heute unter dem Namen „EPS Cycle“ bekanntes Rücknahmesystem eingeführt, das es Kund:innen ermöglicht, Baustellenverschnittreste einfach zurückzugeben.²⁰⁷ Im Herstellungsprozess muss das zugeführte Recyclingmaterial nicht mehr aufgeschäumt werden, wodurch nicht nur Primärrohstoffe sondern auch Energie eingespart werden.

¹⁹⁷ Industrieverband Hartschaum e.V. (2020): EPS-Leitfaden für Weiterverwertung und Recycling

¹⁹⁸ Industrieverband Hartschaum e.V. (2020) Recycling von EPS-Hartschaum. Verfügbar unter: <https://www.ivh.de/umwelt/recycling/>

¹⁹⁹ Industrieverband Hartschaum e.V. (2020): EPS-Leitfaden für Weiterverwertung und Recycling.

²⁰⁰ Industrieverband Hartschaum e.V. (2020) Recycling von EPS-Hartschaum. Verfügbar unter: <https://www.ivh.de/umwelt/recycling/>

²⁰¹ Ebenda.

²⁰² Mitteilung IVH (2020).

²⁰³ Mitteilung IVH (2020).

²⁰⁴ Austrotherm Dämmstoffe (k.A.): Austrotherm Recycling Service. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.austrotherm.at/unternehmen/recycling/austrotherm-recycling-service>

²⁰⁵ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

²⁰⁶ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

²⁰⁷ Industrieverband Hartschaum e.V. (2020)_ Recycling von EPS-Hartschaum. Verfügbar unter: <https://www.ivh.de/umwelt/recycling/>

Da das Vorgehen bislang nicht materialübergreifend gängige Praxis auf dem Dämmstoffmarkt ist, ist die Rücknahme und das Recycling von Baustellenverschnitt auch heute noch als innovativ anzusehen. Die Rücknahme von XPS ist noch deutlich weniger verbreitet. Die Firma Austrotherm nimmt daher eine starke Vorbildfunktion ein, und zeigt, dass Rücknahme und Recycling auch für XPS funktioniert.

An seine Grenzen stoßen die Rücknahme und das Recycling von EPS und XPS allerdings bei Dämmstoffen aus dem Rückbau. Neben Verunreinigungen und fehlender Sortenreinheit kommt erschwerend hinzu, dass das Material mit hoher Wahrscheinlichkeit HBCD belastet ist. HBCD-haltiges Material kann aktuell nicht recycelt werden, sondern muss einer energetischen Verwertung zugeführt werden. Um diese Stoffkreisläufe zu schließen, müssen perspektivisch gesehen auch Lösungen für EPS- und XPS-Dämmstoffe aus dem Rückbau gefunden werden. Ab 16. Juni 2021 wird eine Pilotanlage in den Niederlanden auch das Recycling dieser Abfälle mittels des Creasolv-Verfahrens ermöglichen (siehe hierzu den Steckbrief „Werkstoffliches Recycling von EPS und XPS Abfällen aus dem Abbruch“).

Politische Hürden und Marktbarrieren

Dass die Rückführung von Produktionsabfällen bereits gängige Praxis bei den meisten Dämmstoffhersteller:innen ist, zeigt, dass ein Recycling von sauberen, sortenreinen Dämmstoffen grundsätzlich heute schon technisch umsetzbar ist.²⁰⁸ Die Etablierung einer Rücknahmelogistik für Baustellenverschnittreste verursacht allerdings Kosten auf Hersteller:innenseite. Sauberes EPS ist mittlerweile zu einem gefragten Sekundärrohstoff geworden. Durch die Einsparung von Primärrohstoffen und Energie im Herstellungsprozess lohnt sich die Rücknahme und das Recycling auch wirtschaftlich für die Hersteller:innen. Bei anderen Materialien sieht das anders aus. Bei XPS beispielsweise gestaltet sich die technische Umsetzung des Recyclings deutlich kostenaufwändiger. Zusätzliche Recyclingschritte wie das Regranulieren und Aufschäumen mindern hier die Kosteneinsparung durch das Recycling auf Hersteller:innenseite.

Die sortenreine und saubere Trennung der Verschnittreste ist eine wichtige Voraussetzung für das Recycling. Auf Baustellen wird die Sortierung jedoch häufig nicht so genau genommen. So landen im Container für Dämmmaterialien auch oft zum Beispiel Holz, Essensreste oder Plastiktüten. Das Material kann dann je nach Verschmutzungsgrad nicht mehr wirtschaftlich recycelt werden oder macht eine aufwändige Nachsortierung notwendig.²⁰⁹ Viel Material geht dem System auch verloren, weil Baustofffachhändler:innen nicht in das Rücknahmesystem involviert sind. Gerade kleine Handwerksbetriebe und Privatkund:innen beziehen das Dämmmaterial im Baumarkt und sind so bislang vom derzeit bestehenden Rücknahmesystem der Hersteller:innen ausgeschlossen.

²⁰⁸ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

²⁰⁹ Mitteilung des IVH (2020).

Rücknahme- und Recyclingsysteme für Mineralwoll-Dämmstoffe

Hintergrund und Umweltbedeutung

Mineralwolle ist mit über 50 Volumenprozent Marktanteil europaweit das meistverwendete Dämmmaterial.²¹⁰ Laut einer Schätzung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) wurden bereits bis 2010 etwa 700 Mio. m³ Mineralwolle-Erzeugnisse im deutschen Baubestand verbaut.²¹¹ Da Dämmstoffe einerseits sehr langlebig sind und andererseits bei einer Sanierung häufig auch die Möglichkeit der Aufdopplung besteht, ist davon auszugehen, dass ein Großteil dieser eingebauten Dämmstoffe auch heute noch in den Gebäuden vorhanden ist.²¹² In den letzten Jahren dürften außerdem noch erhebliche Mengen hinzugekommen sein.

Bei einer Sanierung gedämmter Gebäude ohne Aufdopplung und beim Rückbau fallen Dämmstoffabfälle an. Auch Baustellenverschnitt trägt zum Abfallaufkommen bei. Der gängige Entsorgungsweg für Mineralwolle ist die Deponierung. Dabei wird „neue“ Mineralwolle (Herstellungsdatum nach 1996), die die Freizeichnungskriterien der Gefahrstoffverordnung erfüllt, gemeinsam mit anderen Dämmstoffabfällen unter dem Abfallschlüssel 170604 erfasst. Bei der Sammlung, dem Rückbau und dem Transport müssen die allgemeinen arbeitsschutzrechtlichen Maßnahmen der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 500 beachtet werden. Da „alte“ Mineralwolle aufgrund biopersistenter Fasern als potenziell krebserregend eingestuft ist, wird der Abfall als gefährlicher Abfall eingestuft. Alte Mineralwolle wird unter dem Abfallschlüssel 170603* geführt, zusätzlich zu den TRGS 500 müssen auch die TRGS 521 eingehalten werden.²¹³ Neben weiteren Anforderungen an den Arbeitsschutz wird hier beispielsweise festgelegt, dass die schadlose Entsorgung gemäß Nachweisverordnung (NachwV) zu dokumentieren ist.²¹⁴ Für Mineralwolle mit biopersistenten Fasern gilt heute ein Herstellungs- und Verwendungsverbot. Das RAL Gütezeichen "Erzeugnisse aus Mineralwolle" bestätigt die Einhaltung dieser Vorgaben.

Steckbrief

Firmen:

Rockcycle: DEUTSCHE ROCKWOOL

Isover Return: Saint-Gobain Isover

Kurzbeschreibung: Rücknahme- und Recyclingsysteme für firmeneigene Steinwolle

Kennzahlen:

Rockcycle: Rücknahme von 6.000 t Steinwolle im Jahr 2019

Isover Return: bisher wenige erste Bauprojekte

Aktueller Stand:

Rockcycle: Etabliertes Rücknahmesystem für Baustellenverschnitt und rückgebaute Dämmstoffe aus der Flachdachsanierung

Isover Return: 2020 eingeführtes Rücknahme- und Recyclingsystem für Baustellenverschnitt

Weiterführende Informationen:

<https://www.rockwool.de/services-und-tools/planungshilfen/abfallruecknahme-rock-cycle/>

<https://www.isover.de/services/isover-return-fuer-wdvs-steinwolle>

²¹⁰ FIW München (2013): Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe. Metastudie Wäremdämmstoffe – Produkte – Anwendungen – Innovationen, Bericht FO-12/12. Verfügbar unter: www.fiw-muenchen.de/media/pdf/metastudie_waermedaemmstoffe.pdf

²¹¹ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017): Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Websiteartikel. Verfügbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/berichte-kompakt/2011/DL_1_2011.pdf?blob=publicationFile&v=1

²¹² Umweltbundesamt (2019): Mineralwolle Factsheet. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet_mineralwolle_fi_barrierefrei.pdf

²¹³ Ebenda.

²¹⁴ Ebenda.

Im Jahr 2017 wurden 176.200 t gefährliches Dämmmaterial und 14.800 t ungefährliches Dämmmaterial deponiert, insgesamt also 191.000 t.²¹⁵ Da organische Dämmstoffe in der Regel verbrannt werden, kann diese Masse annähernd mit der Menge deponierter Mineralwolldämmstoffe gleichgesetzt werden.²¹⁶ Auch wenn dies im Vergleich zu den bereits verbauten Mengen an Mineralwolldämmstoffen lediglich einen sehr geringen Anteil ausmacht, beträgt der Abfallstrom bezogen auf die Jahresneuproduktion von Mineralwolle ca. 30%.²¹⁷ Hier besteht also erhebliches Potential, durch effizientes Recycling Rohstoffe zu schonen. Zwei Beispiele für die Rücknahme und das Recycling von Mineralwolle geben Saint-Gobain Isover und Rockwool.

Beschreibung von Rockcycle

Rockwool bietet mit dem Rücknahmesystem Rockcycle gewerblichen Verarbeiter:innen die Rücknahme von firmeneigenen Baustellenabfällen aus den Bereichen Flachdach, WDVS und Hochbau an.²¹⁸ Zusätzlich wird der Service für firmeneigene Dämmmaterialien aus der Flachdach-Sanierung angeboten. Mit dem Kauf von Rockwool Big Bags erwirbt die Kund:in einen Anspruch auf die Rückführung der Steinwolle-Dämmstoffe in das nächstgelegene Rockwool Werk.²¹⁹

Voraussetzung für die Rücknahme ist, dass die Baustelle mit neuen Rockwool-Produkten beliefert wird und dass die Rücknahme zuvor abgesprochen wurde (Termin und Menge). Es werden ausschließlich firmeneigene Produkte zurückgenommen, die sortenrein in Big Bags, Presscontainer oder Großraumcontainer verpackt wurden.

Big Bags für Steinwolle, die vor 1996 hergestellt wurde, müssen gemäß TRGS 201 einen Hinweis auf die potenzielle Gefährlichkeit aufgedruckt haben. Der Entsorgungsnachweis erfolgt durch einen Übernahmechein im Rahmen der freiwilligen Rücknahme gemäß §26 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.²²⁰

Sind die Big Bags oder Container gefüllt, werden sie von Rockwool zurückgenommen, aufbereitet und fließen dann wieder in den Produktionsprozess neuer Dämmstoffe ein. In dem mit Koks betriebenen Kupolofen werden Stein, Kalkstein und das Altmaterial bei 1.500 °C zu Glas geschmolzen. (Abbildung 22).²²¹

²¹⁵ Statistisches Bundesamt (Destatis) (2019): Umwelt, Abfallentsorgung, 2017. Fachserie 19 Reihe 1. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallentsorgung-2190100177004.pdf?__blob=publicationFile

²¹⁶ Umweltbundesamt (2019) Mineralwolle, Factsheet. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet_mineralwolle_fi_barrierefrei.pdf

²¹⁷ 2017 wurden 644.501 t Hüttenwolle, Steinwolle u.ä. mineralische Wollen erfasst.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2019): Umwelt, Abfallentsorgung, 2017. Fachserie 19 Reihe 1. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallentsorgung-2190100177004.pdf?__blob=publicationFile

²¹⁸ Rockwool (k.A.): Recycling. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.rockwool.de/services-und-tools/recycling/>

²¹⁹ Mitteilung von DEUTSCHE ROCKWOOL (2020).

²²⁰ Rockwool (2019): Sanierung von Flachdächern. Verfügbar unter: <https://p-cdn.rockwool.com/siteassets/rw-d/broschuren/flachdach/br-flachdachsanieung-rockwool.pdf?f=20190226070613>

Rockwool (k.A.): Abfallrücknahme-Service Rockcycle. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.rockwool.de/services-und-tools/steinwolle-entsorgen/#verschnitt>

²²¹ Rockwool (k.A.): Wie wird Steinwolle hergestellt? Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.rockwool.de/rat-und-tat/vertiefendes-wissen/umweltschutz-und-wohngesundheit/herstellung-steinwolle/>

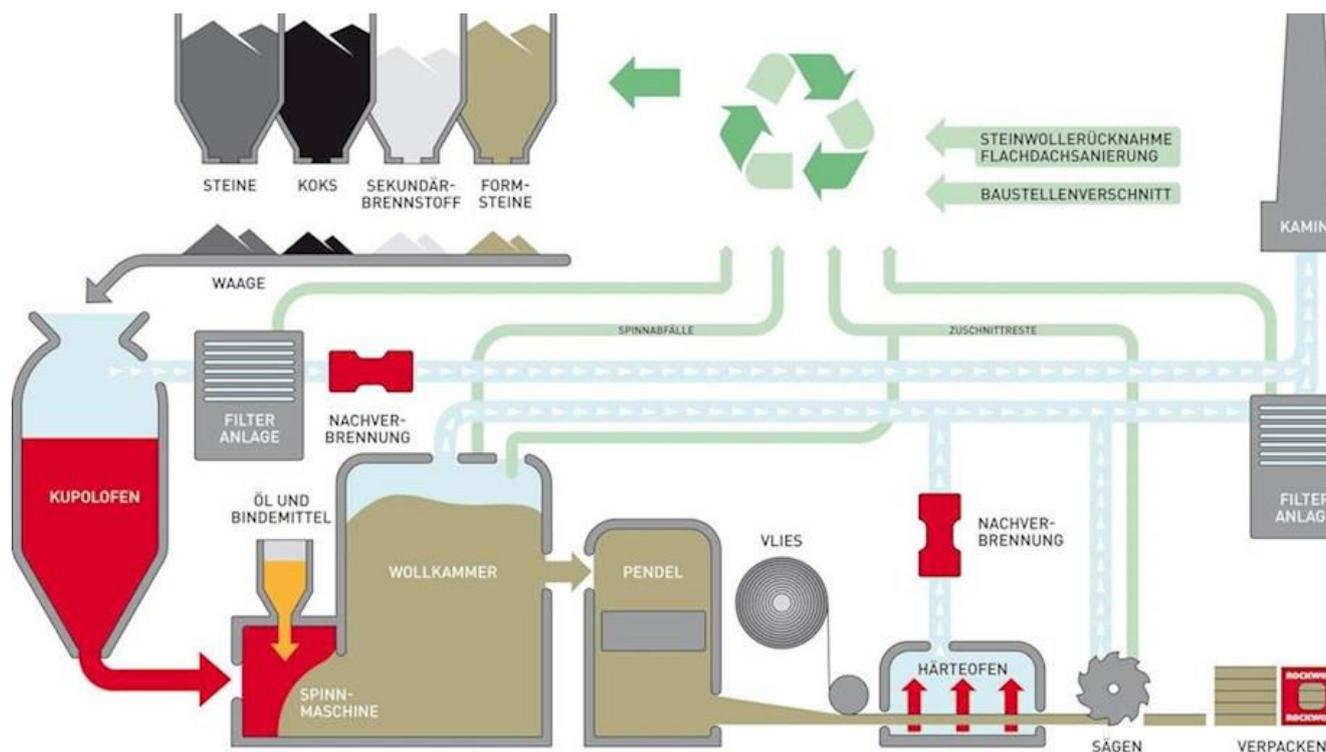


Abbildung 22: Herstellungsprozess Rockwool Steinwolle

Quelle: <https://www.rockwool.de/rat-und-tat/vertiefendes-wissen/umweltschutz-und-wohngesundheit/herstellung-steinwolle/>

Da bei dem Schmelzprozess die Faserstruktur vollständig zerstört wird, ist unerheblich, ob alte oder neue Mineralwolle zugeführt wird. Dem Prozess können theoretisch bis zu 50% Altmaterial zugeführt werden.²²² Da zur Zeit im Markt flächendeckend noch keine Rücknahmesysteme für Steinwolle etabliert sind, liegt die Recyclingquote aktuell bei etwa 20%.²²³

Beschreibung von IsoverReturn

Auch Saint-Gobain Isover bietet mit IsoverReturn seit September 2020 ein Rücknahmesystem für gewerbliche Vertreter:innen. Es können Baustellenverschnittreste der Produktreihe Sillatherm WDVS-Dämmplatten zurückgeben werden. Die zur Sammlung benötigten Big Bags werden bei Bedarf zusammen mit der Steinwolle kostenpflichtig bestellt und dann innerhalb von 72 Stunden direkt an die Baustelle geliefert. Sind die Big Bags voll, füllt die Kund:in ein Bestellformular aus und es erfolgt eine Abholung innerhalb von fünf Arbeitstagen durch Saint-Gobain Isover. Die Verschnittreste werden auf Sortenreinheit geprüft, ggf. um Fremdstoffe bereinigt und dann dem Produktionsprozess wieder zugeführt. Eine Zerstörung der RAL-zertifizierten Fasern ist bei sauberem Baustellenverschnitt nicht erforderlich. Damit die Qualität des Produktes sichergestellt wird, muss die Zusammensetzung der Altmaterialien genau zum neuen Produkt passen - Materialien fremder Hersteller:innen und Steinwolle, die vor 1996 hergestellt wurde sind daher von dem Prozess ausgeschlossen. Material, das entgegen der Vorgaben nicht trocken, sortenrein und sauber ist wird nicht weiterverarbeitet, sondern auf Kosten der Verursacher:in auf der Deponie entsorgt.

²²² Rockwool (k.A.): Recycling. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.rockwool.de/services-und-tools/recycling/>

²²³ Mitteilung von DEUTSCHE ROCKWOOL (2020).

Bisher wurden nur wenige erste Bauprojekte mit dem Service bedient. Zukünftig soll das Angebot jedoch stärker durch die WDVS-Partnerunternehmen wie Saint-Gobain Weber beworben werden.²²⁴

Bewertung

Rücknahme von Dämmstoffen aus dem Rückbau

Bislang findet die Rückführung von rückgebauten Dämmstoffen in den Herstellungsprozess ausschließlich bei Steinwolleplatten im Rahmen von Rockcycle statt.²²⁵ Auch wenn es sich lediglich um leicht und sauber rückbaubare Flachdachdämmung handelt, nimmt Rockwool somit hier eine deutliche Vorreiterrolle ein.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird bislang nur "alt gegen neu" zurückgenommen, die Kund:in muss also Mineralwolle-Dämmstoff von Rockwool kaufen, um an dem Rücknahmesystem teilnehmen zu können. Dadurch gehen zurzeit leider sämtliche Mineralwollabfälle aus dem Rückbau ohne Sanierung für das Recycling verloren. Auch wenn sich eine Kund:in bei der Sanierung für einen anderen Dämmstoff entscheidet, ist ein Recycling nicht vorgesehen. Hier besteht weiterer Optimierungsbedarf.

Rücknahme von Baustellenverschnitt

Bei Nicht-EPS-Dämmstoffen wie Mineralwolle ist die Rücknahme von Baustellenverschnitt nach wie vor eher unüblich, weshalb das Vorgehen von Mineralwolle-Hersteller:innen, die Baustellenverschnitt zurücknehmen und recyceln einen klaren Vorbildcharakter aufweist. Da es für Dämmstoffverschnittreste aus der Produktion bereits gängige Praxis ist, diese wieder dem Herstellungsprozess zuzuführen, ist davon auszugehen, dass auch ein Recycling von sortenrein erfassten, sauberen mineralischen Dämmstoffabfälle technisch gut umsetzbar ist.²²⁶

Recycling der Mineralwolle

Durch das Recycling der Mineralwolle werden Primärrohstoffe ersetzt und so Ressourcen geschont. Gleichzeitig wird wertvoller Deponieraum eingespart, da das Material einen höherwertigen Verwertungsweg findet. Bei sauberen Verschnittresten ist eine Zerstörung der RAL-Fasern nicht erforderlich. Da weniger Material dem energieaufwändigen Schmelzprozess zugeführt werden muss, kann durch den Recyclingprozess von Saint-Gobain Isover viel Energie eingespart werden. Pro Tonne Recyclingfasern können von Saint-Gobain Isover ca. 125 kg CO₂ im Vergleich zu einer auf Primärrohstoffen basierenden Herstellungsmethode eingespart werden.²²⁷

Der Recyclingprozess von Rockwool bietet hingegen den Vorteil, dass durch die Zuführung des Recyclingmaterials in den Schmelzprozess die Faserstruktur vollständig zerstört wird. So kann auch alte Steinwolle und Steinwolle anderer Hersteller:innen recycelt werden. Letzteres wird aus wirtschaftlichen und genehmigungsrechtlichen Gründen allerdings bislang nicht angeboten.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Die grundsätzlichen Schwierigkeiten für die Einführung von Rücknahmesystemen von Baustellenverschnitt wurden bereits im Steckbrief „Rücknahme und Recycling von EPS- und XPS-Baustellenverschnitt“ erläutert. Die kritischen Punkte für die Hersteller:innen sind hier die Wirtschaftlichkeit und die häufig großen Fremdstoffanteile im Material.

²²⁴ Mitteilung von Saint-Gobain Isover (2020).

²²⁵ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

²²⁶ Ebenda.

²²⁷ Mitteilung von Saint-Gobain Isover (2020).

Bei dem Recycling von Dämmstoffen aus dem Rückbau kommen fünf Punkte erschwerend hinzu:

- Die Dämmmaterialien sind in der Regel verunreinigt. Anhaftungen z.B. von Mörtel und Putz stören den Recyclingprozess erheblich. Eine Reinigung ist nicht immer technisch umsetzbar, verursacht in jedem Fall aber zusätzliche Kosten. Durch moderne Rückbautechniken wie Stripping bei WDVS können hier jedoch bereits bessere Ergebnisse erzielt werden.
- Viele alte Dämmstoffe enthalten Schadstoffe. Bei dem Recycling muss daher gewährleistet werden, dass diese Schadstoffe zerstört oder entfernt werden.
- Dass kein kontinuierlicher Abfallstrom von Dämmstoffen vorliegt sowie die Tatsache, dass bei vielen Dämmstoffarten bislang ein noch insgesamt sehr geringes Abfallaufkommen vorliegt, erschweren die Entwicklung von Recyclingkonzepten.²²⁸
- Aufgrund nicht vorhandener Dokumentationen ist bei Bestandsgebäuden selten genau bekannt, welches Dämmmaterial wo verbaut wurde. Während für HBCD in EPS und XPS bereits ein Schnelltest auf Basis der Röntgenfluoreszenzanalyse existiert,²²⁹ ist die einfache und schnelle Ermittlung der Zusammensetzung von Mineralwolle auf der Baustelle bislang nicht möglich. Für Firmen, die wie Saint-Gobain Isover im Recyclingprozess die Faserstruktur erhalten, ist dabei nicht nur eine Unterscheidung zwischen alter karzinogener und neuer Steinwolle wichtig. Auch die Kenntnis über die genaue Material-Rezeptur ist entscheidend, um die Qualität der neuen Produkte zu gewährleisten. Saint-Gobain Isover wird hier gemeinsam mit der TU Berlin im Jahr 2021 ein Forschungsprojekt zu möglichen Testverfahren starten.
- Erschwerend für das Recycling ist auch, dass aktuell alle nicht asbesthaltigen Dämmstoffe gemeinsam unter den Abfallschlüsseln 170603* bzw. 170604 erfasst werden. Beim Rückbau können daher alle Dämmstoffarten inkl. Stein-, Glas- und Schlackenwollen gemeinsam verpackt werden. Eine sortenreine Zuführung zu den jeweiligen Recyclingprozessen ist anschließend kaum mehr möglich.²³⁰

Während des Recyclings von Dämmstoff-Baustellenverschnitt also eher logistische Hürden entgegenstehen, kommen für das Recycling von Dämmstoffen aus dem Rückbau zusätzlich auch technische Hürden hinzu. Hier gilt es, die Forschung voranzutreiben um einerseits neue Recyclingverfahren zu entwickeln und andererseits rückbau- und recycelbare Wärmedämmsysteme für die Zukunft zu entwerfen. Auch die wirtschaftlichen Hürden sind für Dämmmaterialien aus dem Rückbau aufgrund der größeren technischen Schwierigkeiten im Vergleich zum Recycling von Baustellenverschnitt ungleich größer.

²²⁸ IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

²²⁹ Umweltbundesamt (2016): Wie werden HBCD-haltige Dämmstoffe entsorgt und können sie recycelt werden? Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-werden-hbcd-haltige-daemmstoffe-entsorgt>

²³⁰ Umweltbundesamt (2019): Mineralwolle. Factsheet. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/dokumente/factsheet_mineralwolle_fi_barrierefrei.pdf

Stoffliches PU-Recycling per Klebpressverfahren

Hintergrund und Umweltbedeutung

Polyurethan-Hartschaum (PU) ist nur schwierig zu neuem PU-Dämmstoff aufzubereiten. Produktionsverschnitte lassen sich nicht direkt in die Dämmstoffproduktion zurückführen, wie das bei etlichen anderen Dämmstoffarten bereits geschieht, dann als duroplastischer Kunststoff kann PU nicht wieder eingeschmolzen werden.²³¹ Die Rückführung von Abfällen in die Produktion neuer Dämmstoffplatten erfordert bei PU die aufwändige Zerlegung in die chemikalischen Grundstoffe. Eine solche Aufbereitung von PU findet aber praktisch nicht statt, unter anderem da das so gewonnene Recyclingpolyol im Wettbewerb mit deutlich günstigerem Primärpolyol steht.

Der typische Entsorgungsweg für PU-Dämmmaterial und auch für Produktionsverschnitt ist daher die thermische Verwertung in Müllverbrennungsanlagen oder Zementwerken.²³² Dies produziert zwar Energie in Form von Strom und Wärme, und trägt so zu Einsparungen fossiler Brennstoffe bei. Diese Einsparungen reichen jedoch schon beim aktuellen Energiemix nicht aus, um die durch die Verbrennung freigesetzten Treibhausgasemissionen auszugleichen.²³³ Zudem gehen durch die Verbrennung wertvolle Rohstoffe verloren. In Zukunft wird die Rolle der erneuerbaren Energien in der Strom- und Wärmeerzeugung noch ansteigen, was die Ökobilanz dieses Entsorgungswegs weiter verschlechtern wird.

Für eine stoffliche Wiederverwendung von PU-Reststoffen und PU-Produktionsnebenprodukten stellt die Verarbeitung zu Klebpressplatten eine wirtschaftliche Alternative zur chemischen Wiederaufbereitung dar, die hier genauer vorgestellt wird.

Beschreibung der Innovationen

Die Puren GmbH, eine mittelständischer PU-Produzent:in, hat 1993 ein Verfahren zur Wiederverwendung von PU zu dem multifunktionalen Werkstoff Purenit entwickelt. Diese Verwertungsmethode funktioniert ähnlich wie die Spanplattenherstellung. Sortenreine und saubere PU-Dämmplatten und sonstige PU-Reststoffe werden dafür zerkleinert, gemischt und unter Zugabe von PU-basierten Bindemitteln in einer Hochtemperaturpresse zu Klebpressplatten verarbeitet. Durch Zuschnitt und Schleifen werden die so entstehenden Platten konfektioniert.

PU-Reste mit Deckschichten aus Aluminium, Vlies oder Papier, wie sie bei modernen PU-Dämmstoffprodukten sehr verbreitet sind, können ohne vorherige Trennung mit in den Produktionsprozess geführt werden. Im richtigen Verhältnis erhöhen diese Deckschichten nach Hersteller:innenangaben sogar die Funktionseigenschaften des Werkstoffs. PU-Reststoffe mit Fremdstoffanhaftungen wie Kleber, Metall oder

Steckbrief

Firma: puren gmbh

Kurzbeschreibung: Recycling von PU-Resten zu Klebpressplatten

Kennwerte:

Wärmeleitfähigkeit: ab 0,083 W/(m·K)

Rohdichte: 550 kg/m³

Aktueller Stand: Fertigung in mehreren Produktionsanlagen mit einer Kapazität von mehreren tausend Tonnen pro Jahr.

Weiterführende Informationen:

www.purenit.com

www.next-step-pu.com

²³¹ Huber (2013): Entsorgung von Dämmstoffabfällen in Österreich. Masterarbeit bei der Universität für Bodenkultur Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt Institut für Abfallwirtschaft. Verfügbar unter: <https://www.nachhaltiges-bauen.jetzt/wp-content/uploads/2015/05/Entsorgung-von-Daemmstoffabfaellen.pdf>

²³² IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

²³³ Ebenda.

Holz können jedoch nur bei geringem Fremdstoffanteil zu Purenit verarbeitet werden. Puren forscht aktuell an maschinellen Trennungsprozessen, die diese Störstoffe entfernen und der Produktion vorgeschaltet werden können. Altes Purenit kann komplett recycelt und mechanisch zu neuem Purenit verarbeitet werden, solange es nicht verunreinigt ist.

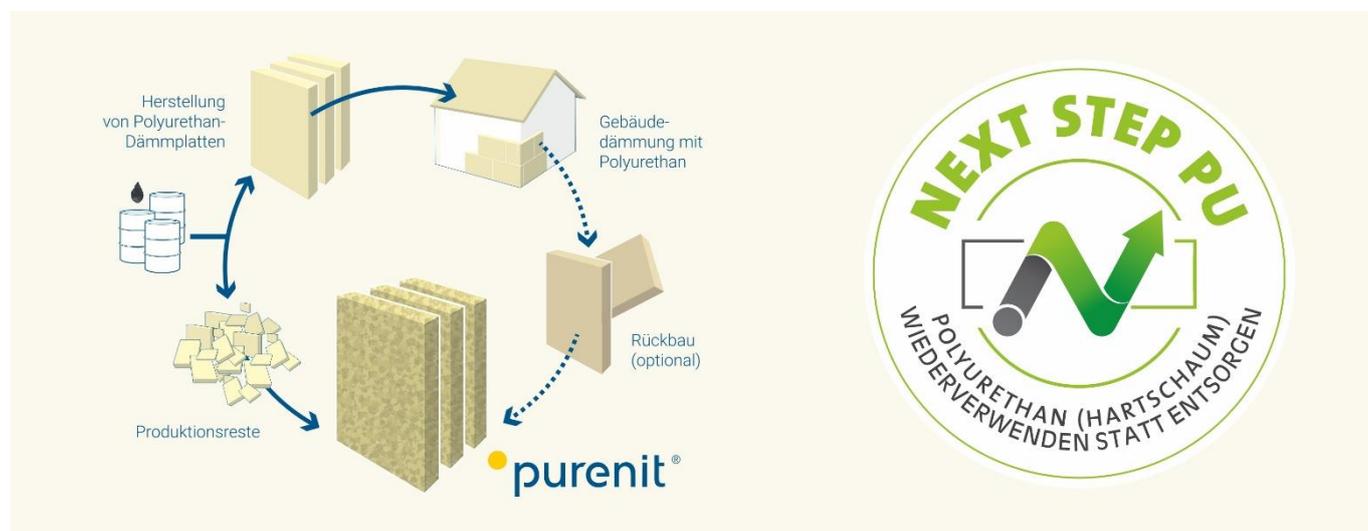


Abbildung 23: Schematische Darstellung des Verarbeitungswegs (Aktuell wird vor allem PU-Produktionsverschnitt für die Herstellung von Purenit verwendet. PU-Abfälle aus dem Rückbau werden zum jetzigen Zeitpunkt nicht angenommen.)

Purenit ist leicht und dabei trotzdem extrem druckfest. Es lässt sich bearbeiten wie Holzwerkstoffe, ist gleichzeitig aber wie Kunststoffe feuchtigkeitsresistent und damit auch für die Verwendung im Gebäudeaußenbereich sowie in Feucht- und Sanitärbereichen geeignet. Wie Holz ist es jedoch entflammbar und fällt damit in die europäische Brandschutzklasse E, was der deutschen Brandschutzklasse B2 (normal entflammbar) entspricht.²³⁴ Durch Zusatz von anorganischen, festen Flammenschutzmitteln wird die schwer entflammbare Variante Purenit C produziert.²³⁵

Purenit ist zwar nicht primär als Dämmstoff konzipiert, weist mit einer Wärmeleitfähigkeit ab 0,083 W/(m·K) aber einen für Werkstoffe hohen Dämmwert auf. Purenit ist frei von Konservierungsstoffen sowie biologisch und bauökologisch unbedenklich. Das Produkt verfügt über die bauaufsichtliche Dämmstoffzulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), sowie über LEED- und DGNB-Zeugnisse.²³⁶

Der Werkstoff kommt beispielsweise zur gedämmten Montage von Fensterrahmen, zur Wärmebrückendämmung, als Trägermaterial für Verbundkonstruktionen oder zur Herstellung von Fußbodenaufbauten zum Einsatz. Ein weiterer wichtiger Einsatzbereich ist der Fahrzeugbau.

Aktuell werden primär Produktionsreste bzw. Produktionsnebenprodukte und sortenreine Baustellenreste für die Herstellung von Purenit verwendet. Diese kommen nicht nur aus der Dämmstoffproduktion; fast jede Form von PU-Hartschaumverschnitt wird angenommen. Das Produkt wurde zunächst entwickelt, um eigene Produktionsreste der Puren GmbH zu einem Nebenprodukt weiterzuverarbeiten. Mittlerweile macht die Reststoffverwertung über 10% des Umsatzes des Unternehmens aus und Puren bezieht PU-Reste aus einer Vielzahl von Quellen. Mit dem geplanten Aufbau einer dritten Produktionsstraße soll dies

²³⁴ Leistungserklärung Purenit. Verfügbar unter: https://www.puren.com/fileadmin/user_upload/products/dop/industrie/de/40243-dop_purenit-2018-10-de.pdf

²³⁵ Produktdatenblatt Purenit C Funktionswerkstoff. Verfügbar unter: https://www.puren.com/fileadmin/user_upload/products/industrie/purenit/03_td_purenit_c_2002_eu-de.pdf

²³⁶ Greenbuildingproducts (2011) PUR Hartschaumplatte purenit® erfüllt LEED und DGNB Kriterien. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.greenbuildingproducts.eu/pur-hartschaumplatte-purenit-erfuellt-leed-und-dgnb-kriterien/>

noch erweitert werden. Im Rahmen der Initiative Next Step PU bietet Puren anderen Hersteller:innen an, ihre Produktionsreste anzunehmen und in einem Werkstoffkreislauf wiederzuverwenden.²³⁷



Abbildung 24: Sammelstelle der Puren GmbH mit PU-Resten verschiedener Größe

Bewertung

Puren bietet eine Lösung an, um sortenreine PU-Reste zu recyceln. Die Produktion von Purenit zeigt vorbildlich, wie aus einem Abfallstrom ein eigenständiges Geschäftsfeld entstehen kann, das sich wirtschaftlich lohnt. Dafür nimmt Puren Produktionsreststoffe bzw. -nebenprodukte und Baustellenverschnitte an, was auf Seiten der Hersteller:innen und Bauherr:innen die Entsorgungskosten spart und Puren Zugang zu einem wertvollen Rohstoff gibt, der sonst in aller Regel thermisch verwertet werden würde.

Ein wichtiger Vorteil der Verarbeitung von PU-Reststoffen zu Klebepressplatten wie Purenit liegt darin, dass sie im Gegensatz zum chemischen PU-Recycling unter aktuellen Bedingungen bereits wirtschaftlich zu betreiben ist. Zudem wird deutlich weniger Energie benötigt als bei einem chemischen Recycling, wo insbesondere die Glykolproduktion stark zu Buche schlägt.

Da es sich bei Purenit um ein Nebenprodukt handelt ist allerdings zu bemerken, dass die PU-Verschnittreste bei der Purenit-Herstellung anders als bei anderen Dämmmaterialien nicht zu neuen Dämmstoffen aufbereitet werden, wo sie fossiles Primärpolyol in der Herstellung ersetzen würden. Das Endprodukt des Aufbereitungsverfahrens ist hier ein eigenständiger Funktionswerkstoff, welcher in vielfältigen energiesparenden Anwendungen etabliert ist. Dieses Recyclingkonzept trägt zwar nicht dazu bei, die originäre PU-Hartschaumproduktion selbst durch Zuführung von recycelten Rohstoffen umwelt- und klimafreundlicher zu gestalten, hilft aber im Gegenzug bei der Herstellung des Funktionswerkstoffs Purenit bis zu 90% auf Primärrohstoffe zu verzichten.²³⁸ Lediglich für die Herstellung des PU-Bindemittels werden Primärrohstoffe benötigt.

²³⁷ Puren (k.A.): NEXT STEP PU - Polyurethan (Hartschaum) Nebenprodukte weiterverarbeiten statt entsorgen. Informationsprospekt. Verfügbar unter: https://www.puren.com/fileadmin/user_upload/products/industrie/purenit/NextStepPU_web.pdf

²³⁸ In einer vergleichenden Ökobilanzierungsstudie schneidet die PU-Glykolyse aufgrund dieser Einsparung ähnlich gut ab wie das Klebepressverfahren. Siehe IFEU (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen, S. 112, Abbildung 5-28. Verfügbar unter: https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Bericht-D%C3%A4mmstoffe_23032020.pdf

Welche sonstigen Primärrohstoffe durch Verwendung von Purenit eingespart werden ist schwer abzuschätzen und hängt vom baulichen Zweck sowie den Materialien ab, die sonst zur Anwendung gekommen wären. Purenit kann vollständig und wiederholt recycelt werden. Wegen der Dämmstoffeigenschaft von Purenit kann bei entsprechender Anwendung in Gebäuden (z.B. wärmebrückenfreie Befestigungselemente) auf jeden Fall ein nicht unerheblicher Beitrag zur Energieeinsparung erzielt werden. Für die Fasadendämmung ist es jedoch nicht geeignet.

Durch positive Eigenschaften wie Schadstofffreiheit, Recyclingfähigkeit und die vergleichsweise guten Dämmwerte ist Purenit ein ökologisch überzeugender Werkstoff, der einen wichtigen Beitrag zur Kaskadennutzung von PU-Produkten leisten kann. Aktuell wird Purenit fast ausschließlich aus Produktionsresten hergestellt, von denen große Mengen noch nicht für die stoffliche Verwertung genutzt werden.

Da in Zukunft mit einem steigenden Aufkommen an PU-Abfällen aus dem Rückbau und Abriss zu rechnen ist, besteht noch Entwicklungsbedarf damit das Verfahren auch für rückgebaute PU-Dämmungen etabliert werden kann. So könnte das Klebpressverfahren nicht nur eine gute Option für Verschnittreste sein, sondern sich auch zu einer wichtigen Recyclingoption für Dämmungen aus dem Gebäudebestand entwickeln, womit dieser wachsende Stoffstrom nicht in die Müllverbrennungsanlagen geführt werden müsste.

Politische Hürden und Marktbarrieren

Purenit ist ein als Dämmstoff zugelassenes PU-Nebenprodukt, das bereits vertrieben wird und sich einer wachsenden Nachfrage erfreut. Das Angebot an abzugebenden PU-Resten übersteigt auch perspektivisch um ein Vielfaches die Nachfrage. Dass der einzige Purenit-Produktionsstandort aktuell in Baden-Württemberg ist, stellt eine Herausforderung bei der Ausweitung der Produktion dar, denn weite Transporte der PU-Reste sollten aus ökologischen und logistischen Gründen vermieden werden.

Ein generelles Problem von Recyclingprodukten ist, dass diese sich im Wettbewerb mit Neuware beweisen müssen. Der Rechtsrahmen ist so ausgestaltet, dass wenig Anreize für die Verwendung von Rezyklaten entstehen. Diese konkurrieren gegen herkömmliche Bauprodukte, die oft günstiger zu produzieren sind. Gesetzliche Vorgaben wie Recyclingquoten, wie sie bereits für Verpackungen gelten, gibt es für Dämmstoffe und andere Bauprodukte nicht.

Das Klebpressverfahren rechnet sich trotzdem, denn für PU-Hersteller:innen lohnt sich die Abgabe von Produktionsresten an Puren zur Weiterverarbeitung, weil damit Entsorgungskosten gespart werden und sich die Hersteller:in das Recycling von Reststoffen in einem Werkstoffkreislauf bestätigen lassen kann. In der Purenit-Herstellung kann der wichtigste Grundstoff damit wirtschaftlich bezogen werden. Dadurch, dass es sich um Produktionsverschnitt handelt, ist das Material zudem in der Regel sortenrein und nicht verunreinigt. Diese Kostenrechnung wird sich bei stärkerer Verwendung von PU-Dämmstoffen aus dem Rückbau aber vermutlich verschlechtern, da diese höhere Fremdstoffanteile und einen höheren Trennaufwand aufweisen.

ANNEX: Gütesiegel und Qualitätszeichen bei der Wärmedämmung (ausgewählte Siegel, Zertifikate und Verbraucher:innenhinweise)

Qualitäts- und Ökosiegel für Dämmstoffprodukte

Für Dämmstoffe im EU-Binnenmarkt ist das CE-Zeichen verpflichtend und erklärt, dass Hersteller:innen ihre Produkte entsprechend europäischen Normen fertigen. Darüber hinaus gibt es eine große Bandbreite an privatrechtlichen Gütezeichen für nachhaltige und umweltgerechte Dämmstoffprodukte.²³⁹ Diese Siegel dienen dazu, Verbraucher:innen über die Qualität oder Beschaffenheitsmerkmale eines Produktes oder einer Dienstleistung zu informieren. Gleichzeitig können sich Hersteller:innen als vertrauenswürdige Produkthanbieter auszeichnen lassen und durch Gütesiegel Wettbewerbsvorteile erzielen. Die Vergabe eines Siegels an Wärmedämmprodukte erfolgt durch den Nachweis der Erfüllung objektiver Kriterien bezüglich der Produkteigenschaften oder der mit angebotenen Dienstleistungen.

Gegenwärtig gibt es eine Vielzahl von Siegeln mit sehr unterschiedlichen Bewertungsstandards. Allgemein muss dabei zwischen Siegeln für Gebäuden, Siegeln für Produkte und Gütezeichen zur Bescheinigung für nachgewiesene (Umwelt-)Eigenschaften unterschieden werden und ob diese Siegel und Gütezeichen durch Hersteller:innen bzw. deren Verbände oder nach entsprechender Überprüfung durch unabhängige Dritte vergeben werden. Daneben gibt es zudem eine Vielzahl an Deklarationen, welche Umwelt- und Schadstoffeigenschaften von Dämmstoffen zwar beschreiben, jedoch nicht überprüfen. Die große Vielzahl und Heterogenität an Siegeln und Gütezeichen kann zur Verunsicherung von Verbraucher:innen führen. Eine Auswahl an Gütezeichen mit hohen und öffentlich einsehbaren Kriterien für Wärmedämmstoffe finden Sie hier.

RAL-Gütezeichen

Beschreibung: Seit 1925 ist das Deutsche Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung (RAL) für die Verleihung von RAL-Gütezeichen für Hersteller:innen und Dienstleister:innen zuständig. Vergeben werden diese Qualitätsausweise von speziellen Gütegemeinschaften der Hersteller:innen, die als Zeichenträger fungieren. Diese überwachen ihre Mitglieder anhand festgelegter Prüf- und Gütebestimmungen. So beurteilt die Gütegemeinschaft Wärmedämmung von Fassaden beispielsweise Mitgliedsunternehmen für Dienstleistungen anhand ihrer handwerklichen Leistungen bei Wärmedämm-Maßnahmen und stellt die damit verbundene Qualitätsphilosophie der Betriebe sicher.²⁴⁰ Andere Gütegemeinschaften, die die Qualitätsstandards von Dämmstoffen überprüfen, sind die Güteschutzgemeinschaft Hartschaum e.V. und die Gütegemeinschaft Mineralwolle. Gegenwärtig werden ca. 160 RAL Gütezeichen von mehr als 9.000 Mitgliedsunternehmen genutzt.^{241,242} Das RAL-Gütezeichen ist ein Qualitätszeichen, kein Öko-Siegel.²⁴³

Link: <https://www.ral-guetezeichen.de>

²³⁹ Bauzentrum München (2017): Leitfaden Dämmstoffe 3.0 – Mit Schwerpunkt Naturdämmstoffe. Verfügbar unter: https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Energieeffizientes_Bauen/Downloads.html

²⁴⁰ GWF (k.A.): Die GWF. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.farbe-gwf.de/#/gwfDetail/5f4cfd81b24f454528717ace>

²⁴¹ RAL Gütezeichen (2021): Über uns. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.ral-guetezeichen.de/ueber-uns/>

²⁴² RAL Gütezeichen (2021): Der Weg zum RAL Gütezeichen. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.ral-guetezeichen.de/ueber-ral-guetezeichen/der-weg-zum-ral-guetezeichen/>

²⁴³ Ökotest (2010): 74 Gütesiegel für Bau- und Wohnprodukte im Test. Websiteartikel. Verfügbar unter: https://www.oekotest.de/bauen-wohnen/74-Guetesiegel-fuer-Bau-und-Wohnprodukte-im-Test_94866_1.html

Wichtige RAL-Gütezeichen für Wärmedämmprodukte:²⁴⁴

- RAL-GZ 714 für Dämmstoffe aus Schaumkunststoffen
- RAL-GZ 388 für Erzeugnisse aus Mineralwolle
- RAL-GZ 710 für Hartschaumplatten aus Polystyrol und Polyurethan
- RAL-GZ 715 für Wärmedämmstoffe aus gebundenen EPS-Schüttungen (BEPS)
- RAL-GZ 712 für Anforderungen an die Planung und Ausführung von Wärmedämmung von Fassaden im Verbundsystem

Der Blaue Engel

Beschreibung: Der Blaue Engel kennzeichnet Wärmedämmstoffe, die über gesetzliche Bestimmungen hinaus schadstoffarm hergestellt und in der Wohnumwelt aus gesundheitlicher Sicht unbedenklich sind. Inhaber des weltweit ersten und ältesten Umweltzeichens ist das Bundesumweltministerium. Der blaue Engel stellt hohe Ansprüche an Umwelt-, Gesundheits- und Gebrauchseigenschaften bei der Zeichenvergabe gestellt und durch die RAL gGmbH überprüft. Vorgeschlagen werden die fachlichen Kriterien durch das Umweltbundesamt. Anschließend bewertet und beschließt eine unabhängige Jury bestehend aus 15 Vertreter:innen aus Umwelt- und Verbraucher:innenverbänden, Gewerkschaften, Industrie, Handel, Handwerk, Kommunen, Wissenschaft, Medien, Kirchen, Jugend und Bundesländern die vorgeschlagenen Vergabekriterien. Die Kriterien werden alle 3 bis 4 Jahre durch das Umweltbundesamt überprüft und gegebenenfalls aktualisiert.²⁴⁵ In diesem Fall wird das bestehende Siegel gekündigt und es bedarf eines Neuantrags durch das jeweilige Unternehmen.

Link: <https://www.blauer-engel.de>

Wichtige Gütesiegel von der Blaue Engel für Wärmedämmprodukte:²⁴⁶

- Seit 2009 gibt es für „Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für die Anwendung in Gebäuden“ den Blauen Engel (RAL-UZ 132).
- Für „Wärmedämmverbundsystem“ gibt es das Siegel RAL-ZU 140. Es umfasst WDVS aus Mineralwolle, Hanf, Holzweichfaser und Mineralschaum.

natureplus

Beschreibung: Der natureplus e.V. ist eine international anerkannte, gemeinnützige Institution des Umwelt- und Verbraucher:innen schutzes und stellt sein gleichnamiges Umweltzeichen für qualitativ hochwertige Baustoffe, Bauprodukte und Einrichtungsgegenstände nach intensiven labortechnischen, gutachterlichen und Vor-Ort-Prüfungen aus. Die Prüfungen zur Konformität mit den natureplus-Richtlinien werden von dem unabhängigen natureplus Institute SCE durchgeführt. Zertifizierte Produkte bestehen zu mindestens 85% aus nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen.²⁴⁷ Überwiegend synthetische Dämmstoffe können das Siegel also nicht erhalten. Das natureplus-Siegel stellt Gesundheits- und Nachhaltigkeitskriterien in den Vordergrund. Hersteller:innen müssen beispielsweise geringe Schadstoff-Emissionen, einen sauberen Produktionsprozess oder ein vergleichsweise niedriges Treibhausgaspotenzial

²⁴⁴ RAL Gütezeichen (2021): Gütezeichen Übersicht. Websiteartikel. Verfügbar unter: https://www.ral-guetezeichen.de/wp-content/uploads/sites/2/RAL_Guetezeichen_Uebersicht.pdf

²⁴⁵ Blauer Engel (2021): Was steckt dahinter. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.blauer-engel.de/de/blauer-engel/was-steckt-dahinter>

²⁴⁶ Blauer Engel (2021): Produkte A-Z. Websiteartikel. Verfügbar unter: https://www.blauer-engel.de/de/produkte_A-Z

²⁴⁷ Bauzentrum München (2017): Leitfaden Dämmstoffe 3.0 – Mit Schwerpunkt Naturdämmstoffe. Verfügbar unter: https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Energieeffizientes_Bauen/Downloads.html

nachweisen. Die hohen Anforderungen an Gesundheits- und Umweltschutz und ein nachhaltiges Ressourcenmanagement über den gesamten Lebenszyklus werden von einer unabhängigen Kriterienkommission festgelegt. Die gegenwärtig neunköpfige Kommission setzt sich aus Fachleuten des IBO, VDB, TÜV Süd, Bremer Umweltinstitut, ICEA, BUND, eco-INITIUT und ÖkoPlus AG zusammen.²⁴⁸ Stand Ende 2020 wurde das Label an 560 Bauprodukte in Europa vergeben.^{249,250} Der natureplus e.V. bietet eine kostenlose und frei zugängliche Datenbank der von ihm untersuchten Produkte an, in der sowohl technische Informationen als auch die Ergebnisse der natureplus-Prüfungen enthalten sind.

Link: <https://www.natureplus.org>

Wichtige natureplus-Qualitätszeichen für Wärmedämmprodukte:²⁵¹

- RL0100 ff. für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen
- RL0300 ff. für Wärmedämmverbundsysteme
- RL0400 ff. für Dämmstoffe aus expandierten, geblähten oder geschäumten mineralischen Rohstoffen

EUROFINS Gold Zertifikat

Beschreibung:

Das Eurofins Indoor Air Comfort Gold-Zertifikat bescheinigt Produkten die Einhaltung relevanter europäischer Anforderungen an die Innenraumluftqualität. Dazu werden bei einer Zertifikatvergabe sowohl verschiedene nationale Vorschriften von Behörden als auch Anforderungen wichtiger freiwilliger Gütezeichen wie dem Blauen Engel mitberücksichtigt.²⁵² Die Produktemissionen werden bei der Zertifizierung als flüchtige organische Komponenten (volatile organic compounds, kurz: VOC) bezeichnet. Diese werden anhand von Prüfungen und Untersuchungen von mehr als tausend Chemikalien bewertet.²⁵³ Eine Anerkennung für die Zertifizierungsstufe "Indoor Air Comfort Gold" hat eine Gültigkeit von einem Jahr.²⁵⁴

Link: <https://www.eurofins.com/consumer-product-testing/industries/construction-building/indoor-air-comfort/>

Auswahl berücksichtigter Siegel und Regularien des Indoor Air Comfort Gold:²⁵⁵

- Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauproduktemissionen (AgBB-Schema)
- DGNB Siegel
- Blauer Engel für emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken, DE-UZ 132

Ökologische Bewertungssysteme für Gebäude

Neben den Qualitätszeichen für einzelne Produkte sind seit 1999 auf dem internationalen Markt auch Gütezeichen für ganze Gebäude vertreten. Bei der nachfolgenden Auswahl an Bewertungssystemen für

²⁴⁸ Natureplus (2021): Kriterienkommission. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.natureplus.org/index.php?id=62&L=4>

²⁴⁹ Natureplus (2021): Vergaberichtlinien. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.natureplus.org/index.php?id=43>

²⁵⁰ Natureplus (2017): Ein Zeichen für Nachhaltigkeit am Bau. Websiteartikel. Verfügbar unter: https://www.natureplus.org/fileadmin/user_upload/downloads/natureplus_Imagebroschuere_2017.pdf

²⁵¹ Natureplus (2021): Vergaberichtlinien. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.natureplus.org/index.php?id=43>

²⁵² Eurofins (2020): Indoor Air Comfort and Indoor Air Comfort Gold. Verfügbar unter: https://cdnmedia.eurofins.com/corporate-eurofins/media/12152615/specifications_indoor_air_comfort_v7_en.pdf

²⁵³ Biobau-Portal (2020): Eurofins Indoor Air Comfort Gold. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://biobau-portal.de/wissen/guetesiegel/eurofins-indoor-air-comfort-gold>

²⁵⁴ DGNB (2021): DGNB anerkannter Standard "Indoor Air Comfort Gold". Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.dgnb-system.de/de/system/labelanerkennung/anerkannte-standards/Indoor-Air-Comfort-Gold/index.php>

²⁵⁵ Eurofins (2020): Indoor Air Comfort and Indoor Air Comfort Gold. Verfügbar unter: https://cdnmedia.eurofins.com/corporate-Eurofins/media/12152615/specifications_indoor_air_comfort_v7_en.pdf

Gebäude spielen neben ökologischen und gesundheitlichen auch ökonomische Aspekte eine wichtige Rolle und werden entsprechend berücksichtigt.

DGNB-Zertifizierungssystem

Beschreibung: Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) setzt sich seit ihrer Gründung im Jahr 2007 für nachhaltige Gebäude, Innenräume und Quartiere ein. Dazu hat die DGNB ein Zertifizierungssystem entwickelt, das als Planungs- und Optimierungstool den am Bau beteiligten Personen bei der Umsetzung von ganzheitlichen Nachhaltigkeitsansprüchen helfen soll. Es zeichnet sich durch die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus von Gebäuden und ein einheitliches, objektiv nachvollziehbares Bewertungssystem aus.²⁵⁶ Die Zertifikate werden, je nach Erfüllungsgrad (Punktzahl) in den entsprechenden Kriterien, in verschiedenen Stufen verliehen: Silber, Gold, Platin.

Link: www.dgnb-system.de

- DGNB Zertifikat und Vorzertifikat für Neubauten
- DGNB Zertifikat für Gebäude im Betrieb mit möglicher Rezertifizierung
- DGNB Zertifikat für Bestandsgebäude
- DGNB Zertifikat für Sanierung
- DGNB Zertifikat für Rückbau (mehr Informationen dazu im Steckbrief „Ein Zertifikat für den nachhaltigen Rückbau“)

Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB)

Beschreibung: Begleitet durch das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) 2009 aufbauend auf dem DGNB Zertifizierungssystem ein Bewertungssystem für Bundesgebäude entwickelt.²⁵⁷ Das Zertifizierungssystem ist heute beim Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat angesiedelt. Wie beim DGNB ist das Ziel die ganzheitliche Betrachtung und Bewertung von Nachhaltigkeitsaspekten für Gebäude anhand eines definierten Bewertungssystems, das sich aus der ökologischen, ökonomischen, soziokulturellen & funktionalen, technischen und Prozess-Qualität zusammensetzt. Seit 2019 müssen Bundesbauten mindestens die Qualitätsstufe Silber erreichen.

Link: <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de>

Weitere produktunabhängige Informationsplattformen

Als offizielle Nachweisquelle für die Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden dient die Umweltproduktdeklaration (engl. Environmental Product Declaration, kurz: EPD). Eine EPD beschreibt Baustoffe, Bauprodukte oder Baukomponenten anhand von Ökobilanzen sowie den funktionalen und technischen Eigenschaften und basiert auf den Normen ISO 14025 und EN 15804.²⁵⁸ Dargestellt werden z.B. Informationen zu Energieeinsatz und Ressourceneinsatz, Ökobilanz oder Beeinflussung des Treibhauseffekts, aber auch produktbezogene technische Daten zu Lebensdauer, Wärme- und Schallsolierung sowie der Einfluss auf die Innenraumluftqualität. Das Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) bietet eine branchenübergreifende

²⁵⁶ DGNB System (2021): Das DGNB Zertifizierungssystem. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.dgnb-system.de/de/system/>

²⁵⁷ Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) (2020): Bewertungssystem. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem/>

²⁵⁸ Bauzentrum München (2017): Leitfaden Dämmstoffe 3.0 – Mit Schwerpunkt Naturdämmstoffe. Verfügbar unter: https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Energieeffizientes_Bauen/Downloads.html

Datenbank für EPDs von Bauprodukten an.²⁵⁹ Die Datenbank kann nach einer Online-Registrierung kostenfrei genutzt werden.

Zusätzlich zu den EPDs gibt es weitere produktunabhängige Informationsquellen für Verbraucher:innen. Aufgrund ihrer Qualität und der umfangreichen Datengrundlage sind hierbei insbesondere die Portale WECOBIS und ÖKOBAUDAT hervorzuheben.

WECOBIS²⁶⁰ ist ein ökologisches Baustoffinformationssystem für Planungsbüros, Handwerksbetriebe und Bauinteressierte. Dort werden Details zu Baumaterialien und möglichen Auswirkungen beschrieben, die oftmals in den Produktinformationen nicht genannt werden. WECOBIS wurde im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“ mit öffentlichen Mitteln finanziert und wird aktuell durch Informationen von dem Bundesministerium für Umwelt und den Architektenkammern ergänzt.

Die Ökobilanzindikatoren-Datenbank ÖKOBAUDAT²⁶¹ des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI) ist eine produktspezifische Baustoffdatenbank für die Bestimmung globaler ökologischer Wirkungen. Dort werden unter anderem Baumaterialien sowie Bau- und Transportprozesse hinsichtlich ihrer ökologischen Wirkung beschrieben und die einzelnen Phasen der Ökobilanzmodule aufgegriffen (A1-A3 Herstellung, B Nutzungsphase, C1-C4 Rückbau und Entsorgung, D Prozesse außerhalb des Lebenszyklus des Bauprodukts). Die Inhalte können in bestehende Lebenszyklus-Berechnungswerkzeuge eingebunden werden.

²⁵⁹ IBU-EPD (k.A.): Mit EPDs die Gebäude-Ökobilanz optimieren. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://ibu-epd.com>

²⁶⁰ WECBOIS (2021): Ökologisches Baustoffinformationssystem. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.wecobis.de/>

²⁶¹ ÖKOBAUDAT (2021): Informationsportal Nachhaltiges Bauen. Websiteartikel. Verfügbar unter: <https://www.oekobaudat.de/>

Stand: 15.06.2021



Deutsche Umwelthilfe e.V.

Bundesgeschäftsstelle Radolfzell
Fritz-Reichle-Ring 4
78315 Radolfzell
Tel.: 0 77 32 9995 - 0

Bundesgeschäftsstelle Berlin
Hackescher Markt 4
Eingang: Neue Promenade 3
10178 Berlin
Tel.: 030 2400867-0

Ansprechpartner

Constantin Zerger
Leiter Energie und Klimaschutz
Tel.: 030 2400867-91
E-Mail: zerger@duh.de

Philipp Sommer
Stellv. Leiter Kreislaufwirtschaft
Tel.: : 030 2400867-462
E-Mail: sommer@duh.de

 www.duh.de  info@duh.de  [umwelthilfe](https://twitter.com/umwelthilfe)  [umwelthilfe](https://facebook.com/umwelthilfe)

 Wir halten Sie auf dem Laufenden: www.duh.de/newsletter-abo



Die Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH) ist als gemeinnützige Umwelt- und Verbraucherschutzorganisation anerkannt. Sie ist mit dem DZI-Spendensiegel ausgezeichnet. Testamentarische Zuwendungen sind von der Erbschafts- und Schenkungssteuer befreit.

Wir machen uns seit über 40 Jahren stark für den Klimaschutz und kämpfen für den Erhalt von Natur und Artenvielfalt. Bitte unterstützen Sie unsere Arbeit mit Ihrer Spende – damit Natur und Mensch eine Zukunft haben. Herzlichen Dank! www.duh.de/spenden