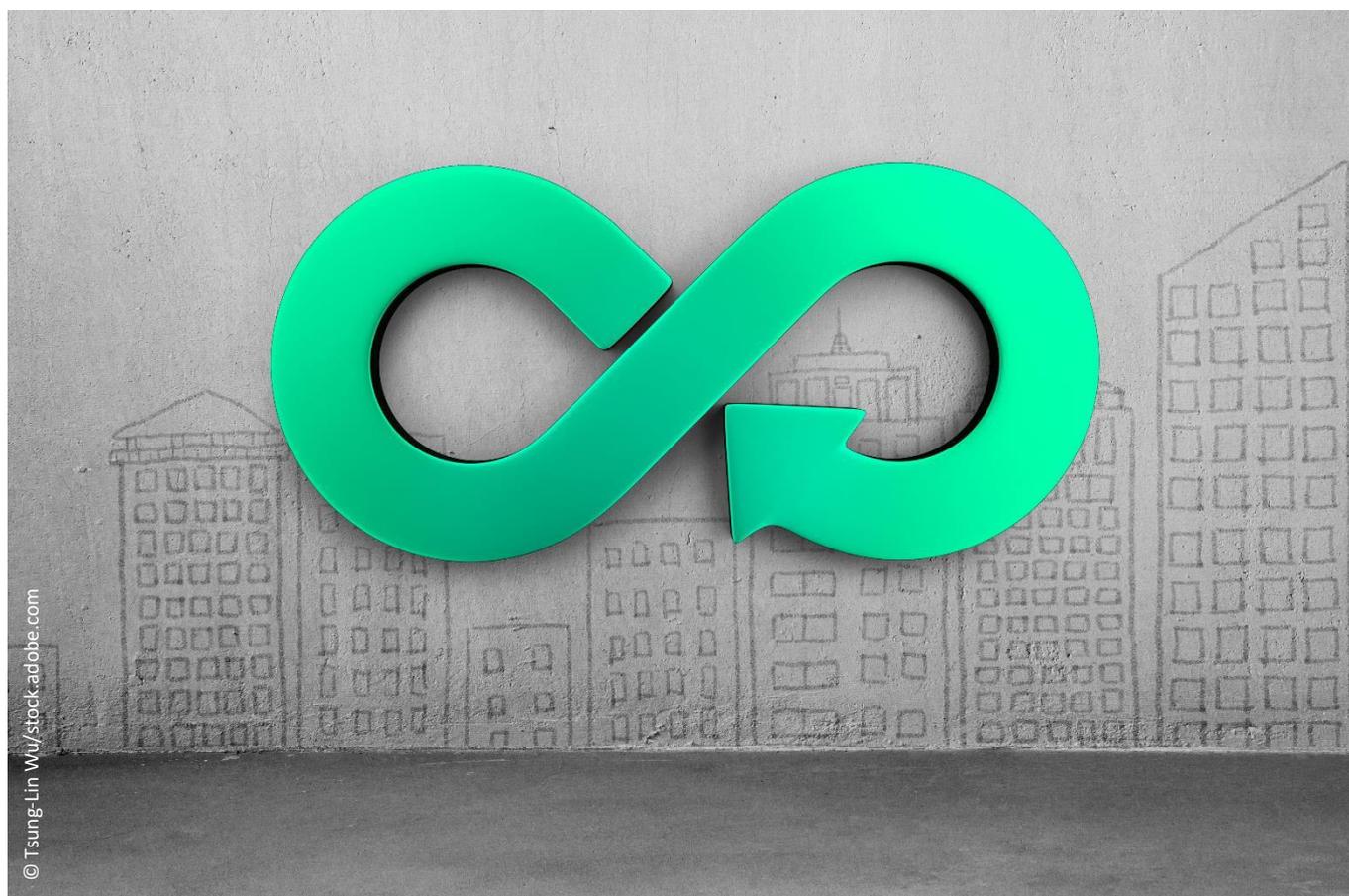




Innovationen in der Wärmedämmung

Eine Broschüre für interessierte Praktiker:innen



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>

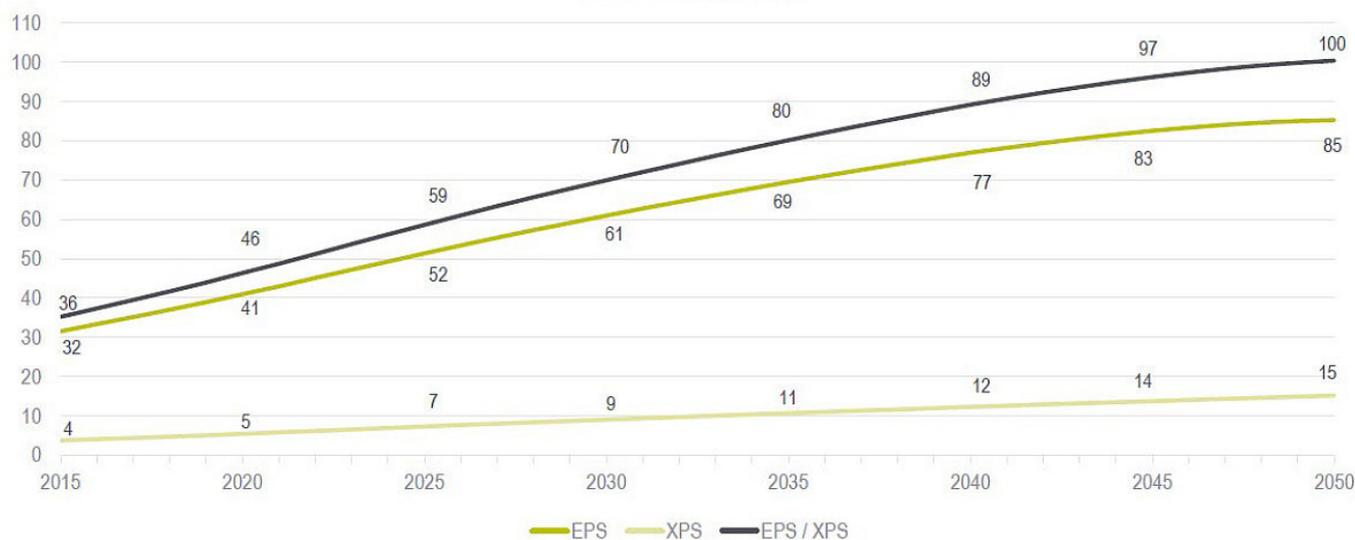
¹⁷⁶ Umweltbundesamt (2017): Hexabromcyclododecan (HBCD) Antworten auf häufig gestellte Fragen. Hintergrundpapier. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/haufig-gestellte-fragen-antworten-zu>

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.

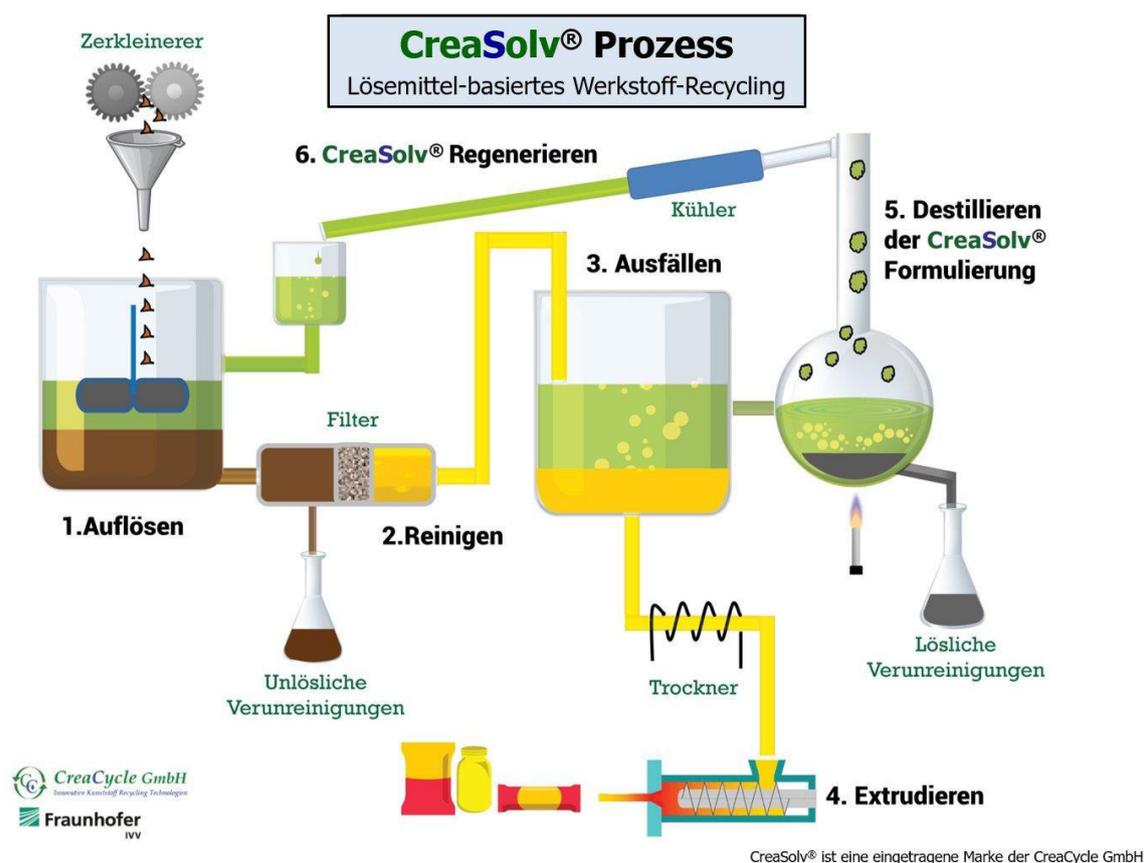


Abbildung 21: Der CreaSolv® Prozess.

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 fertigestellte 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>

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