



Sachstand

Abfallrechtliche Aspekte von Dämmstoffen

Abfallrechtliche Aspekte von Dämmstoffen

Aktenzeichen:

WD 8 - 3000 - 006/22

Abschluss der Arbeit:

27. Januar 2022

Fachbereich:

WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit,
Bildung und Forschung

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Anfallmengen von Dämmstoffabfällen	6
3.	Ökologische Aspekte	7
3.1.	Flammschutzmittel	7
3.2.	Biozide	9
3.3.	Sonstige Schadstoffe	10
4.	Abfallschlüssel und Gefährlichkeit	11
5.	Abfallrechtliche Vorgaben	12
5.1.	Grundätze des Abfallrechts	12
5.2.	Vorgaben für Polystyrolabfälle mit HBCD-Gehalt	13
5.3.	Vorgaben für HBCD-freie Polystyrolabfälle	14
6.	Aktuelle Entsorgungspraxis	15
6.1.	Entsorgung von Polystyrolabfällen mit HBCD-Gehalt	15
6.2.	Entsorgung von HBCD-freien Polystyrolabfällen	17
7.	Entsorgungskosten	18
8.	Innovationen in der Verwertung und Entsorgung	19
8.1.	PolyStyreneLoop und CreaSolv	19
8.2.	Projekt „WDVS-Deaktiv“	20
8.3.	Forschung an der TH Nürnberg	20
9.	Fazit	20

1. Einleitung

Dämmstoffe lassen sich aufgrund ihrer Rohstoffe in organische und anorganische Dämmstoffe einteilen. Darüber hinaus wird in diesen beiden Gruppen zwischen natürlichen und synthetischen Materialien unterschieden.

organisch (natürlich/nachwachsend)		anorganisch bzw. mineralisch	
natürliche Rohstoffe	synthetische Rohstoffe	natürliche Rohstoffe	synthetische Rohstoffe
Flachs	Harnstoff- F-Ortsschaum	Blähglimmer	Blähglas
Getreidegranulat	Melaminharz-Hartschaum	Blähton	Kalziumsilikat
Hanf	Resol-Hartschaum (Phenolharz)	Naturbims	Mineralfaser
Holzfaser	Polyesterfasern	Perlite	Mineralschaum
Holzspäne	expandiertes Polystyrol EPS		Schaumglas
Holzwolle	extrudiertes Polystyrol XPS		Schaumglas-Schotter
Kokosfaser	Polyurethan Hartschaum PUR		
Kork	Polyurethan Ortsschaum PUR		
Schafwolle			
Schilfrohr			
Stroh			
Wiesengras			
Zellulose			

Quelle: Bauzentrum München (2017), Leitfaden Dämmstoffe 3.0, https://download.bauzentrum-muenchen.de/jdownloads/Leit%c3%a4den%20und%20Brosch%c3%bcren/leitfaden_daemmstoffe_3_0.pdf, S. 19.

Nach Angaben des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung werde der deutsche Dämmstoffmarkt durch die **Mineralwolle** dominiert. Sie halte einen Marktanteil von etwa der Hälfte bezogen auf die Produktionsmenge an Dämmstoffvolumen. Dahinter liege die Polystyroldämmung mit über einem Drittel Marktanteil. Nachwachsende Dämmstoffe seien mit ca. 5 % vertreten.¹

1 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017), Dämmmaßnahmen an Gebäudefassaden, BBSR-Analysen KOMPAKT 11/2017, S. 5.

Anders verhalte es sich jedoch bei Wärmedämmverbundsystemen (WDVS)² im Rahmen der Gebäudedämmung. In diesem Segment sei der Dämmstoff **Polystyrol** mit ca. 80 % Anteil das bevorzugte Dämmmaterial.³ Als Dämmstoff in Bauprodukten komme nach Einschätzung des Umweltbundesamtes (UBA) vor allem expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS) zum Einsatz, gefolgt von Polyurethan-Hartschaum (PUR) und extrudiertem Polystyrol-Hartschaum (XPS).⁴

In den vergangenen Jahrzehnten ist aufgrund der energetischen Anforderungen der Anteil an verbauten Wärmedämmverbundsystemen in Deutschland deutlich angestiegen.⁵ In ihrem Baukulturerichts 2018/19 beziffert die Bundesstiftung Baukultur die verbauten Wärmedämmverbundsysteme in Deutschland in den Jahren 1960 - 2017 auf 1.087 km².⁶ Das UBA schätzt die verbaute Kunststoffmenge im Bereich Dämmung im Jahr 2017 auf 0,49 Mio. t (rund 0,25 Mio. t EPS, 0,08 Mio. t XPS, 0,16 Mio. t PUR).⁷ Andere Beobachter gehen davon aus, dass seit dem Jahr 1982 ca. 5 Mio. t expandiertes und extrudiertes Polystyrol (EPS bzw. XPS) verbaut worden seien, wovon der verbaute Marktanteil in WDVS ca. 66 % betrage.⁸

Einer aktuellen Umfrage zufolge hatten im Jahr 2021 in der deutschsprachigen Bevölkerung rund 1,25 Mio. Personen für die nächsten ein oder zwei Jahre eine Renovierung oder Modernisierung der Wärmedämmung geplant.⁹

2 Bei einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) handelt es sich um einen Verbundwerkstoff, der neben der Dämmsschicht aus gewebeverstärktem (Glasfaser) Armierungsputz und einer Oberputzschicht besteht.

3 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 5. Ausweislich einer aktuellen Marktstudie beträgt der Marktanteil von WDVS mit Schaumstoffdämmung absatzseitig 82,3 %. Vgl. Branchenradar (2021), Wärmedämm-Verbundsysteme in Deutschland 2021, <https://www.branchenradar.com/de/studien/bau-stoffe/waermedaemm-verbundsysteme-in-deutschland-2021/>.

4 UBA (2021), Förderung einer hochwertigen Verwertung von Kunststoffen aus Abbruchabfällen sowie der Stärkung des Rezyklateinsatzes in Bauprodukten im Sinne der europäischen Kunststoffstrategie, TEXTE 151/2021, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-11-23_texte_151-2021_rebaupro_0.pdf, S. 19 f.

5 Fehn/Wolf/Schreiber/Teipel (2021), Bestimmung der partikulären Eigenschaften von aufbereiteten Sekundärrohstoffen aus Wärmedämmverbundsystemen, Chemie Ingenieur Technik 11/2021, 1792.

6 Bundesstiftung Baukultur (2018), Baukulturericht 2018/19, Erbe – Bestand – Zukunft, <https://www.bundesstiftung-baukultur.de/fileadmin/files/medien/5723/downloads/baukulturericht1819.pdf>, S. 105.

7 UBA (Fn. 4), S. 40.

8 Fehn/Wolf/Schreiber/Teipel (Fn. 5), S. 1792.

9 Statista (2021), Umfrage in Deutschland zur Renovierung, Modernisierung der Wärmedämmung bis 2021, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/266543/umfrage/heimwerken-renovierung-modernisierung-der-tueren-in-deutschland/>.

Dieser Sachstand beleuchtet Dämmmaterialien aus Polystyrol (EPS und XPS) hinsichtlich ihrer ökologischen Merkmale, nimmt eine abfallrechtliche Einordnung vor und zeigt die aktuelle Praxis der abfallrechtlichen Verwertung auf. Anschließend stellt dieser Sachstand beispielhaft einige Forschungsansätze und Innovationen hinsichtlich der Verwertung von Dämmstoffabfällen aus Polystyrol dar.

2. Anfallmengen von Dämmstoffabfällen

Die **Abfallbilanz** des Statistischen Bundesamtes gibt das Abfallaufkommen im Jahr 2019 für Bau- und Abbruchabfälle gesamt an, sowie gesondert für Boden, Steine und Baggergut, Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik, sowie Bitumengemische, Kohlenteer und teerhaltige Produkte. Dämmstoffe werden nicht gesondert ausgewiesen.¹⁰ Die **Erhebung über die Abfallerzeugung** des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2014 beziffert eine erzeugte Abfallmenge von 14.400 t Dämmmaterialien (Abfallschlüssel 170604), sowie 172.700 t gemischte Bau- und Abbruchabfälle (Abfallschlüssel 170904).¹¹ Eine Differenzierung nach einzelnen Dämmstoffarten erfolgte dabei nicht.

Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) geht in einer aktuellen Veröffentlichung von 200.000 t Dämmstoffabfällen aus, die in Deutschland jährlich insgesamt anfallen.¹² Darunter seien circa 49.000 t HBCD¹³-haltige EPS- und XPS-Abfälle aus dem Abbruch – mit steigender Tendenz.¹⁴ Andere Beobachter schätzen die Anfallmenge von Dämmstoffabfällen aus Wärmedämmverbundsystemen im Zuge von Umbau und Abbruch auf jährlich ca. 35.000 t.¹⁵ Unter Bezugnahme auf eine Studie

10 DESTATIS (2021), Abfallbilanz 2019, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf?blob=publicationFile>.

11 DESTATIS (2016), Erhebung über die Abfallerzeugung 2014, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallerzeugung-5321601149004.pdf?blob=publicationFile>, S. 17 f.

12 DUH (2021), Innovationen in der Wärmedämmung, Eine Broschüre für interessierte Praktiker:innen, https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energieeffizienz/Gebaeude/Infobrosch%C3%BCCre_Innovationen_in_der_W%C3%A4rmed%C3%A4mmung.pdf, S. 66.

13 Hexabromcyclododecan, ein persistenter, bioakkumulativer und toxischer Stoff, der bis 2016 als Flammenschutzmittel in WDVS eingesetzt wurde. Zur ökologischen Bewertung siehe unter Ziff. 3.1. dieses Sachstandes.

14 DUH (Fn. 12), S. 67.

15 Fehn/Wolf/Schreiber/Teipel (Fn. 5), S. 1792.

des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik¹⁶ prognostiziert das UBA steigende WDVS-Rückbaumen- gen, die bis 2050 etwa 50.000 t pro Jahr erreichen könnten.¹⁷

3. Ökologische Aspekte

Nach Einschätzung des UBA würden alle Wärmedämmstoffe, über ihren ganzen Lebenszyklus betrachtet, deutlich mehr Energie sparen, als ihre Herstellung benötige. Auch die meisten anderen Umweltwirkungen (Luftschadstoffe, Flächenverbrauch bei der Gewinnung von Rohstoffen) gingen dadurch in der Bilanz zurück. Der höhere Energieverbrauch eines ungedämmten Gebäudes belaste die Umwelt stärker als die Herstellung des Dämmstoffs.¹⁸ Dennoch sei es wichtig, die Umweltbelastungen bei der Dämmstoffherstellung möglichst gering zu halten und Schadstoffe in den Produkten zu vermeiden. Eine Orientierung für umweltfreundliche Alternativen biete das Umweltzeichen „Blauer Engel“, mit dem umwelt- und gesundheitsverträgliche Dämmstoffe und Wärmedämmverbundsysteme zertifiziert werden.¹⁹

Im Folgenden werden bekannte Schadstoffe in Wärmedämmungen aus Polystyrol (EPS und XPS) dargestellt.

3.1. Flammeschutzmittel

Bei Dämmstoffen aus Polystyrol (sowohl beim expandierten Polystyrol EPS als auch beim extrudierten Polystyrol XPS) wurde als Flammeschutzmittel üblicherweise **Hexabromcyclododecan (HBCD)** eingesetzt. HBCD ist ein ringförmiges, bromiertes Kohlenwasserstoffmolekül. Es verzögert die Entzündung von Kunststoffen und verlangsamt die Ausbreitung von Flammen. HBCD ist vor allem für Gewässerorganismen giftig, es reichert sich in Lebewesen an, es ist aufgrund der schlechten Abbaubarkeit in der Umwelt persistent und es verbreitet sich über große Entfernungen. HBCD hat darüber hinaus auch das Potenzial, die Gesundheit des Menschen zu schädigen.²⁰ Vor August 2015 hergestellte Polystyrol-Dämmstoffe enthalten in expandiertem Polystyrol (EPS)

16 Albrecht/Schwitalla (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-Institut für Bauphysik, <https://www.irbnet.de/daten/rswb/15029008835.pdf>.

17 UBA (2018), Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel für Wärmedämmverbundsysteme: Kriterien für Dämmstoffe sowie biozidfreie Putze und Beschichtungen, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-06-01_texte_30-2018_waermedaemmverbundsysteme_korr.pdf, S. 27.

18 UBA (2016), Wärmedämmung, Fragen und Antworten, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/waermedaemmung_fragen_und_antworten_web.pdf, S. 10.

19 Ebenda.

20 UBA (2016), Was ist Hexabromcyclododecan (HBCD)? <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-hexabromcyclododecan-hbcd>. UBA (2016), Welche negativen Eigenschaften hat HBCD für Umwelt und Gesundheit? <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/welche-negativen-eigenschaften-hat-hbcd-fuer-umwelt>.

etwa 7.000 mg/kg (0,7 %) HBCD und in extrudiertem Polystyrol (XPS) etwa 15.000 mg/kg (1,5 %) HBCD.²¹

HBCD ist in dem Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe (Anhang XIV) der **REACH-Verordnung**²² gelistet. Ferner wurde HBCD mit Beschluss der 6. Vertragsstaatenkonferenz des **Stockholmer Übereinkommens**²³ in der sogenannten POP-Liste als persistenter organischer Abfall aufgenommen.²⁴ Diese Rechtslage erfuhr ihre Umsetzung in der Europäischen Union durch Aufnahme von HBCD in die **POP-Verordnung**.²⁵ In Folge dessen gilt für Konzentrationen von HBCD in Stoffen, Gemischen, Erzeugnissen oder als Bestandteil der mit Flammenschutzmittel behandelten Erzeugnisse oberhalb der erlaubten unbeabsichtigten Spurenverunreinigung von 100 mg/kg (0,01 Gewichtsprozent) ein Verbot der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung. Erzeugnisse aus expandiertem Polystyrol, die HBCD enthalten und bereits vor dem 21. Februar 2018 in Gebäuden verwendet wurden, sowie Erzeugnisse aus extrudiertem Polystyrol, die HBCD enthalten und bereits vor dem 23. Juni 2016 in Gebäuden verwendet wurden, dürfen weiterhin verwendet werden. Expandiertes Polystyrol, das nach dem 23. März 2016 in Verkehr gebracht und in dem HBCD verwendet wurde, muss durch Kennzeichnung oder andere Mittel während seines gesamten Lebenszyklus identifizierbar sein.

Das **Umweltsiegel „Blauer Engel“** DE-UZ 140 kennzeichnet umweltfreundliche Wärmedämmverbundsysteme. Diese Produkte dürfen u.a. keine Flammenschutzmittel enthalten, die als persistente, bioakkumulierbare und toxische Stoffe nach den Kriterien der REACH-Verordnung identifiziert sind.²⁶ Gegenwärtig ist kein Hersteller von WDVS nach diesem Umweltzeichen zertifiziert.²⁷

21 Landesverwaltungsamt Sachsen-Anhalt (2018), Entsorgungshinweise für Hexabromcyclododecan (HBCD)-haltige Abfälle, https://lvwa.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/LVWA/LVwA/Dokumente/4_landwirtschaftumwelt/401/abfall/Entsorgung_HBCD.pdf, S. 2.

22 Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.12.2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20220108&from=EN>.

23 Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe, ABl. EU L 209/3 vom 31.7.2006, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:22006A0731\(01\)&from=DE](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:22006A0731(01)&from=DE).

24 Report of the Conference of the Parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants on the work of its sixth meeting, abrufbar unter: <http://chm.pops.int/TheConvention/ConferenceoftheParties/Meetings/COP6/tabid/3074/mctl/ViewDetails/EventModID/870/EventID/396/xmid/10240/Default.aspx>, S. 15.

25 Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.6.2019 über persistente organische Schadstoffe, ABl. EU L 169/45 vom 25.6.2019, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1021/oj/deu>.

26 Blauer Engel (2019), Vergabekriterien DE-UZ 140, Wärmedämmverbundsysteme, <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20140-201901-de%20Kriterien-2020-06-02.pdf>, S. 8.

27 <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/waermedaemmverbundsysteme>. Für weiterführende Informationen siehe UBA (Fn. 17).

Aufgrund der langen Lebensdauer von WDVS²⁸ und der Möglichkeit der Aufdopplung von alten WDVS ist davon auszugehen, dass HBCD über viele Jahrzehnte im Rückbau anfallen und in Bau-schuttabfällen aufzufinden sein wird.²⁹ Während der Nutzungsphase sei Beobachtern zufolge nach heutigem Kenntnisstand nicht mit einer Gesundheitsgefährdung durch solche Dämmplatten zu rechnen, da der HBCD-Verlust zu vernachlässigen sei.³⁰ Zur abfallrechtlichen Behandlung von HBCD-haltigen Dämmstoffabfällen wird auf die Abschnitte 5 und 6 dieses Sachstandes verwie-sen.

3.2. Biozide

Biozide spielen in WDVS über die verwendeten Putze und Anstriche zum Schutz gegen das Wachstum von Organismen wie Bakterien, Pilze, Algen, Moose und Flechten eine Rolle.³¹ Für eine aktuelle Studie des Kompetenzzentrums Wasser Berlin wurden in zwei Berliner Untersu-chungsgebieten die Abflussmengen und Stoffemissionen von Fassaden und Dächern erfasst und die Konzentrationen für mehrere organische Spurenstoffe sowie Schwermetalle quantifiziert. Die Ergebnisse würden beispielsweise zeigen, dass vor allem von den Westfassaden das in der Um-welt vergleichsweise langlebiges Biozid **Diuron** emittiere. Die überwiegende Fracht³² sei im Ge-biet verblieben oder versickert. Obwohl im vorgestellten Untersuchungsgebiet nur 1 % der Stof-femission in den Regenkanal bzw. das Gewässer gelange, könnten vor allem bei kleinen Gewäs-sern kritische Konzentrationen auftreten.³³

Für die Zertifizierung mit dem Umweltsiegel „Blauer Engel“ DE-UZ 140 (umweltfreundliche Wärmedämmverbundsysteme) dürfen Produkte keine Biozide zur Verhinderung von Bewuchs als konstitutionelle Bestandteile enthalten.³⁴

28 Das Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI) gibt in seinem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) die Nutzungsdauer von WDVS mit 40 Jahren an. https://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/Nutzungsdauer_Bauteile/BNB_Nutzungsdauern_von_Bauteilen_2017-02-24.pdf, S. 5.

29 UBA (2021), Hexabromcyclododecan (HBCDD), <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/persistente-organische-schadstoffe-pop/hexabromcyclododecan-hbcd?parent=89813>. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 14.

30 DUH (Fn. 12), S. 67.

31 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 11.

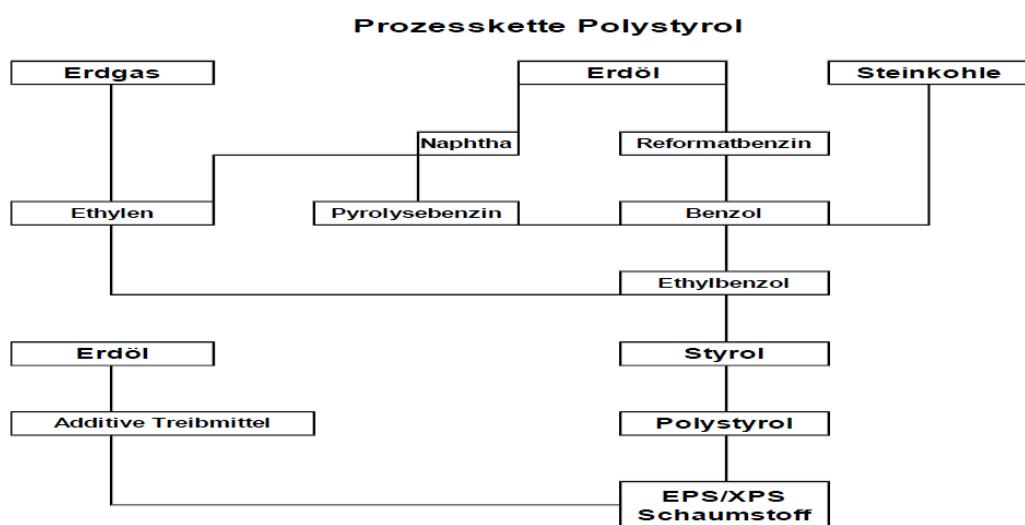
32 Mit dem Sicker- oder Grundwasser transportierte Schadstoffmasse pro Zeiteinheit.

33 Burkhardt/Rohr/Wicke/Tatis-Muvdi/Rouault/Zerball-von Baar/Dünnbier (2021), Urbanes Niederschlagswasser – Belastungen abschätzen und vermeiden, https://www.umtec.ch/fileadmin/user_upload/umtec.hsr.ch/Dokumente/Fachartikel/2021/AquaUrbanica2021_Fachbeitrag_Urbanes_Niederschlagswasser.pdf, S. 1 f.

34 Blauer Engel (2019), Vergabekriterien DE-UZ 140, Wärmedämmverbundsysteme, <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20140-201901-de%20Kriterien-2020-06-02.pdf>, S. 8.

3.3. Sonstige Schadstoffe

Eine Bewertung der Prozesskette sowie eine baubiologische Stellungnahme zu Polystyrol-basierten Dämmstoffen (EPS, XPS) sind dem Leitfaden Dämmstoffe 3.0 des Bauzentrums München zu entnehmen. Danach erfolge die Herstellung von Polystyrol-Schaumdämmstoffen in aufwändigen und umweltbelastenden Prozessen. In den verarbeitenden Betrieben seien umfangreiche Arbeitsschutzmaßnahmen notwendig. Beim Produktionsprozess seien Gefahrstoffe mit erheblichem Risikopotential beteiligt, z.B. **Benzol** (toxisch) und **Ethylen** (hochentzündlich), und es komme zu Emissionen von circa 15 Kilogramm **Styrol** (toxisch, ggf. krebserzeugend) pro Tonne EPS.³⁵



Quelle: Bauzentrum München (2017), Leitfaden Dämmstoffe 3.0, https://download.bauzentrum-muenchen.de/downloads/Leitf%c3%a4den%20und%20Brosch%c3%bcren/leitfaden_daemmstoffe_3_0.pdf, S. 80.

Polystyrol-Dämmsschaum gelte zwar als beständig, sei jedoch nicht resistent gegen Nagetiere, Lösemittel und UV-Strahlung.³⁶ Beim Rückbau von WDVS sei auf Vorkehrungen zur Vermeidung von Staubfreisetzung zu achten.³⁷

In seiner Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe für das Jahr 2019 beziffert das Statistische Bundesamt den Einsatz von klimawirksamen F-Gasen als Treibmittel (**FKW**, **HFKW** und deren Blends) bei der Herstellung von Kunst-, Schaum- und Dämmstoffen auf 0,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente. Dies entspreche einem Rückgang von 78,6 % zum Jahr 2018. Es werde überwiegend

35 Bauzentrum München (2017), Leitfaden Dämmstoffe 3.0, https://download.bauzentrum-muenchen.de/downloads/Leitf%c3%a4den%20und%20Brosch%c3%bcren/leitfaden_daemmstoffe_3_0.pdf, S. 144.

36 Bauzentrum München (2017), Leitfaden Dämmstoffe 3.0, https://download.bauzentrum-muenchen.de/downloads/Leitf%c3%a4den%20und%20Brosch%c3%bcren/leitfaden_daemmstoffe_3_0.pdf, S. 80.

37 UBA (Fn. 18), S. 13.

der Stoff „R 134a“ (0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente) eingesetzt, zum Beispiel zur Herstellung des Hartschaumstoffs Polystyrol (XPS-Schaum).³⁸

Vor 2002 hergestellte XPS-Produkte können Beobachtern zufolge **(H)FCKW** - (halogenierte) Fluor-chlorkohlenwasserstoffe - enthalten, die bei der Herstellung von XPS als Treibmittel verwendet wurden. Nach 2001 herstellter XPS-Schaum enthalte kein (H)FCKW mehr. Stattdessen würden andere, ozonfreundliche Treibmittel verwendet. Heute würden 95 % der XPS-Dämmstoffe mit CO₂ geschäumt.³⁹

4. Abfallschlüssel und Gefährlichkeit

Die Bezeichnung und Einstufung von Abfällen nach ihrer Gefährlichkeit ist gemäß der Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (**Abfallverzeichnis-Verordnung**, AVV)⁴⁰ vorzunehmen. Diese enthält das Gesamtverzeichnis der Abfallarten, in dem sowohl die nicht gefährlichen als auch die gefährlichen Abfallarten erfasst sind. Bau- und Abbruchabfälle werden unter Kapitel 17 der AVV gelistet. Für Dämmmaterialien und Bauabfälle sind folgende Abfallschlüssel relevant:

- 17 06 01* Dämmmaterial, das Asbest enthält
- 17 06 03* anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält
- 17 06 04 Dämmmaterial mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 06 01 und 17 06 03 fällt
- 17 09 04 gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen

Die Abfallarten im Abfallverzeichnis, deren Abfallschlüssel mit einem Sternchen (*) versehen sind, sind gefährlich im Sinne des § 48 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (vgl. § 3 Abs. 1 AVV).

Ziffer 2.2.3 der Anlage zu § 2 Abs. 1 AVV stuft Abfälle, die bestimmte persistente organische Schadstoffe oberhalb der Konzentrationsgrenzwerte gemäß Anhang IV der unionsrechtlichen POP-Verordnung enthalten, als gefährliche Abfälle ein, benennt Hexabromcyclododecan (HBCD) jedoch nicht. Gemäß Ziff. 2.2.1 zu § 2 Abs. 1 AVV wird ein Abfall im Abfallverzeichnis als gefährlich eingestuft, wenn dieser Abfall relevante gefährliche Stoffe enthält, aufgrund derer er eine

38 DESTATIS (2021), Erhebung bestimmter klimawirksamer Stoffe, Ergebnisbericht 2019, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Klimawirksame-Stoffe/Publikationen/Downloads-Klimawirksame-Stoffe/erhebung-klimawirksamer-stoffe-5324201197004.pdf?blob=publicationFile>, S. 6.

39 Industrieverband Hartschaum (2020), Leitfaden für die Sammlung und Vorbehandlung von Polystyrol-Schäumen für PolyStyreneLoop, <https://www.ihv.de/wp-content/uploads/200724-Leitfaden-f%C3%BCr-die-Sammlung-und-Vorbehandlung-von-Polystyrol-Sch%C3%A4umen-f%C3%BCr-PolyStyreneLoop.pdf>, S. 7.

40 Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung - AVV) vom 10.12.2001 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 30.6.2020 (BGBl. I S. 1533) geändert worden ist, <https://www.gesetze-im-internet.de/avv/AVV.pdf>.

oder mehrere unionsrechtlich festgelegte gefahrenrelevante Eigenschaften aufweist, welche anhand der Konzentrationen von Stoffen im Abfall bewertet werden.

Nach diesen Grundsätzen ist Abfall ab einem HBCD-Gehalt von ≥ 30.000 mg/kg als gefährlich einzustufen und zu entsorgen, da er die gefahrrelevante Eigenschaft HP 10 „reproduktionstoxisch“ besitzt.⁴¹ Abfall mit einem HBCD-Gehalt ≥ 1.000 und < 30.000 mg/kg gilt als nicht gefährlicher Abfall, unterliegt aber den Anforderungen an die Zerstörung der POP-Bestandteile nach der POP-Verordnung.⁴² Abfall mit einem HBCD-Gehalt < 1.000 mg/kg gilt als nicht gefährlicher und nicht nachweispflichtiger Abfall.

Beobachtern zufolge werde ein HBCD-Gehalt von ≥ 30.000 mg HBCD/kg in Dämmstoffabfällen sehr selten erreicht (nur bei manchen alten XPS-Abfällen mit FCKW/HFCKW-Schäumung).⁴³ Dagegen sei der POP-Grenzwert von 1.000 mg HBCD/kg bei Polystyroldämmstoffen aus dem Baubereich, welche vor Einführung des HBCD-Verbots eingesetzt wurden, wahrscheinlich stets überschritten.⁴⁴ Hiervon betroffen seien durch Umbau- und Abriss anfallende WDVS-Abfälle. Heutige Produktionsabfälle und Abfälle durch Baustellenverschnitt seien HBCD-frei.⁴⁵

5. Abfallrechtliche Vorgaben

5.1. Grundätze des Abfallrechts

§ 6 KrWG bestimmt eine **Abfallhierarchie**, wonach Maßnahmen der Vermeidung und der Abfallbewirtschaftung in folgender Rangfolge stehen:

1. Vermeidung,
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung,

41 Vgl. Anhang III der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.11.2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (ABl. L 312/3 vom 22.11.2008) i.V.m. der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (ABl. L 353/1 vom 31.12.2008). Das Flammenschutzmittel HBCD wird in Anhang VI der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 mit dem Gefahrenhinweis H361 (kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen) versehen. Für die Einstufung von Abfällen als gefährlich nach HP 10 („reproduktionstoxisch“) aufgrund dieses Gefahrenhinweises sieht die Richtlinie 2008/98/EG eine Konzentrationsgrenze von 3,0 % vor.

42 Anhang IV der POP-Verordnung (Liste der Stoffe, die den Abfallbewirtschaftungsbestimmungen gemäß Art. 7 unterliegen) gibt für HBCD einen Konzentrationsgrenzwert gemäß Art. 7 Abs. 4 Buchst. a von 1.000 mg/kg an.

43 Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie Österreich (2020), EPS- und XPS-Dämmstoffabfälle ab der Baustelle, Leitfaden, abrufbar unter: https://www.bmkgv.at/themen/klima_umwelt/abfall/publikationen/eps-xps-daemmstoffe.html, S. 17.

44 Ebenda, S. 17.

45 Ebenda, S. 21.

-
3. Recycling,
 4. sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung,
 5. Beseitigung.

Ausgehend von dieser Rangfolge soll diejenige Maßnahme Vorrang haben, die den Schutz von Mensch und Umwelt bei der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen unter Berücksichtigung des Vorsorge- und Nachhaltigkeitsprinzips am besten gewährleistet. Für die Betrachtung der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt ist der gesamte Lebenszyklus des Abfalls zugrunde zu legen. Hierbei sind insbesondere die zu erwartenden Emissionen, das Maß der Schonung der natürlichen Ressourcen, die einzusetzende oder zu gewinnende Energie sowie die Anreicherung von Schadstoffen in Erzeugnissen, in Abfällen zur Verwertung oder in daraus gewonnenen Erzeugnissen zu berücksichtigen. Die technische Möglichkeit, die wirtschaftliche Zumutbarkeit und die sozialen Folgen der Maßnahme sind zu beachten.

Die Priorisierung der Abfallvermeidung bedeutet für WDVS beispielsweise, bestehende Systeme, wo dies technisch möglich sowie ökonomisch und ökologisch sinnvoll erscheint, aufzudopeln.⁴⁶

5.2. Vorgaben für Polystyrolabfälle mit HBCD-Gehalt

Abfall mit einem HBCD-Gehalt ≥ 1.000 und < 30.000 mg/kg unterliegt den Bestimmungen der **Verordnung zur Getrenntsammlung und Überwachung von nicht gefährlichen Abfällen mit persistenten organischen Schadstoffen** (POP-Abfall-ÜberwV).⁴⁷ Angesichts eines HBCD-Gehalts von etwa 7.000 mg/kg in expandiertem Polystyrol (EPS) und etwa 15.000 mg/kg in extrudiertem Polystyrol (XPS) HBCD betrifft dies HBCD-haltigen Schaumstoffplatten sowie Baumischabfälle mit einem Gehalt von mehr als 10 Kilogramm HBCD-haltigem Schaumstoff pro Tonne Gesamtgewicht.⁴⁸

Die POP-Abfall-ÜberwV verpflichtet Erzeuger und Besitzer von POP-haltigen Abfällen, diese getrennt von anderen Abfällen zu sammeln und zu befördern (§ 3 Abs. 1 POP-Abfall-ÜberwV). § 3 Abs. 2 POP-Abfall-ÜberwV enthält ein Vermischungsverbot von POP-haltigen Abfällen mit anderen Abfällen, Stoffen oder Materialien. Erzeuger, Besitzer, Sammler, Beförderer und Entsorger von POP-haltigen Abfällen haben sowohl der zuständigen Behörde gegenüber als auch untereinander die ordnungsgemäße Entsorgung der Abfälle nachzuweisen (§ 4 Abs. 1 POP-Abfall-

46 Albrecht/Schwitalla (Fn. 16), S. 81.

47 Verordnung über die Getrenntsammlung und Überwachung von nicht gefährlichen Abfällen mit persistenten organischen Schadstoffen (POP-Abfall-Überwachungs-Verordnung - POP-Abfall-ÜberwV) vom 17.7.2017 (BGBl. I S. 2644), die durch Artikel 5 Absatz 4 des Gesetzes vom 23.10.2020 (BGBl. I S. 2232) geändert worden ist, <https://www.gesetze-im-internet.de/pop-abfall-berwv/BJNR264410017.html>.

48 Landesverband Bayerischer Bauinnungen (2018), Merkblatt mit Dokumentationshilfen zur Umsetzung der Geberabfallverordnung bei Bau- und Abbruchmaßnahmen, <https://www.lbb-bayern.de/fileadmin/merkblaetter/20180514-LBB-Merkblatt-GewAbfV.pdf>, S. 6.

ÜberwV). Dieser Nachweis bezieht sich auf die schadlose Verwertung oder umweltverträglichen Beseitigung nach den Vorgaben der EU-POP-Verordnung (Zerstörungsgebot gemäß Art. 7 Abs. 2 der EU-POP-Verordnung).⁴⁹ Bei HBCD-haltigem Abfall oberhalb eines HBCD-Gehalts von 1.000 mg/kg führt dies zum Ausschluss vom Recycling.⁵⁰ Die sichere Ausschleusung des Flammeschutzmittels HBCD erfolgt derzeit durch thermische Verwertung (siehe unter Ziff. 6.1.). § 5 POP-Abfall-ÜberwV regelt Registerpflichten für Erzeuger, Besitzer, Sammler, Beförderer, Händler und Makler von POP-haltigen Abfällen.

Sowohl das Getrenntsammlungsgebot und das Vermischungsverbot als auch die Nachweispflicht orientieren sich an den gesetzlichen Vorschriften für gefährliche Abfälle.⁵¹

5.3. Vorgaben für HBCD-freie Polystyrolabfälle

Abfall mit einem HBCD-Gehalt < 1.000 mg/kg ist nach den allgemeinen Vorschriften des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG)⁵² zu verwerten bzw. zu beseitigen.

Pflichten und Regelungen zum Umgang mit Bau- und Abbruchabfällen sind zudem in der **Gewerbeabfallverordnung** (GewAbfV)⁵³ enthalten.⁵⁴ § 8 Abs. 1 S. 1 der GewAbfV bestimmt die Pflicht der Erzeuger und Besitzer von Bau- und Abbruchabfällen, mindestens die Abfallfraktionen Glas, Kunststoff, Metalle, Holz, Dämmmaterialien, Bitumengemische, Baustoffe auf Gipsbasis, Beton, Ziegel sowie Fliesen und Keramik getrennt zu sammeln, zu befördern sowie vorrangig der Vorbereitung zur Wiederverwendung oder dem Recycling zuzuführen. Diese Pflicht entfällt, sofern eine getrennte Sammlung technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist

49 Danach sind Abfälle, die aus in Anhang IV der Verordnung aufgelisteten Stoffen bestehen, sie enthalten oder durch sie verunreinigt sind, ohne unnötige Verzögerung so zu beseitigen oder zu verwerten, dass die darin enthaltenen POP zerstört oder unumkehrbar umgewandelt werden, damit die verbleibenden Abfälle und Freisetzung nicht die Eigenschaften von POP aufweisen.

50 UBA (2017), Hexabromcyclododecan (HBCD), Antworten auf häufig gestellte Fragen, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/faq_hbcd_de_17.pdf, S. 7.

51 Schink/Queitsch/Bleicher, PdK Bund Abfallrecht, 2. Fassung 2018, S. 105 ff. Siehe auch BR-Drucks. 488/17, Verordnung zur Überwachung von nicht gefährlichen Abfällen mit persistenten organischen Schadstoffen und zur Änderung der Abfallverzeichnis-Verordnung, <https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2017/0401-0500/488-17.pdf?blob=publicationFile&v=5>, S. 54.

52 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) vom 24.2.2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 20 des Gesetzes vom 10.8.2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist, <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/KrWG.pdf>.

53 Verordnung über die Bewirtschaftung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen (Gewerbeabfallverordnung - GewAbfV) vom 18.4.2017 (BGBl. I S. 896), die zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 9.7.2021 (BGBl. I S. 2598) geändert worden ist, https://www.gesetze-im-internet.de/gewabfv_2017/GewAbfV.pdf.

54 Die in der POP-Abfall-ÜberwV enthaltenen Anforderungen an die Getrenntsammlung und Überwachung von nicht gefährlichen Abfällen mit persistenten organischen Schadstoffen gehen als lex specialis den Regelungen der GewAbfV vor.

(§ 8 Abs. 2 GewAbfV). Die GewAbfV enthält hierzu konkrete Anforderungen, die durch die Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) weiter konkretisiert werden. Ein Fall der technischen Unmöglichkeit könne danach beispielsweise bei Verbundstoffen gegeben sein.⁵⁵

6. Aktuelle Entsorgungspraxis

Gemäß einer aktuellen Veröffentlichung des UBA seien für im Bausektor verwendete Dämmstoffe keine Rücknahmesysteme bekannt. Der Zeitversatz zwischen Produktion und Rückbau durch die lange Nutzungsdauer der Produkte würde das Recycling verkomplizieren. Auch die geringe Dichte und damit relativ geringen Massen der Dämmstoffe würden das wirtschaftliche Sammeln und Recyceln von Dämmstoffen erschweren.⁵⁶ Ein erhebliches Recyclinghindernis läge zudem in dem Einsatz von Flammenschutzmitteln als potentielle Schadstoffquelle. Da HBCD beim Recycling nicht zerstört werde, bedeute dies, dass einer der größten Baustoffströme ohne Entfernung des HBCD nicht recycelt werden dürften und entsorgt werden müssten.⁵⁷ Verfahren zur Schadstoffentfrachtung würden existieren, seien aber bedeutend aufwendiger als das normale Recycling. Hier könnte das lösungsmittelbasierte Verfahren CreaSolv eine Rolle spielen (dazu unter Ziff. 8 dieses Sachstandes).⁵⁸ Die Aufbereitung von dämmstoffhaltigen Kompositmaterialien wie WDVS stelle Beobachtern zufolge aufgrund ihrer Materialvielfalt hohe Anforderungen an den Recyclingprozess.⁵⁹ Die Voraussetzungen des werkstofflichen Recyclings von Dämmstoff-Abfällen würden sich stark nach der Wertschöpfungsstufe, auf der sie anfallen, unterscheiden.⁶⁰

6.1. Entsorgung von Polystyrolabfällen mit HBCD-Gehalt

Der Rückbau von WDVS erfolge Beobachtern zufolge derzeit überwiegend maschinell. Mit einem Tieflöffelbagger werde das Gesamtsystem von der Wand abgeschabt. Eine sortenreine Trennung von Dämmung und sonstigen Bestandteilen wie Putz, Putzgewebe und Dübel sei dabei nur bedingt möglich.⁶¹ Die bei **Sanierungs- und Abbrucharbeiten** anfallenden Dämmstoff-Abfälle seien

55 Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (2019), Mitteilung 34 „Vollzugshinweise zur Gewerbeabfallverordnung“, https://www.laga-online.de/documents/m34_vollzugshinweise_gewabfv_endfassung_11022019_inh-red_aenderung_1554388381.pdf, S. 51. Eine technische Unmöglichkeit sei allerdings erst dann gegeben, wenn alle durchführbaren Möglichkeiten zur Erfüllung der Pflicht ausscheiden würden.

56 UBA (Fn. 4), S. 72.

57 UBA (Fn. 4), S. 78.

58 UBA (Fn. 4), S. 89.

59 Fehn/Teipel, Werkstoffliche Aufbereitung von Wärmedämmverbundsystemen, Chemie Ingenieur Technik 92/2020, 431 (432).

60 UBA (Fn. 4), S. 88.

61 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 13. Eine händische Ablösung mit Stoßeisen, Spaten und Spachteln erfolge bei besonderen Anforderungen an den Erhalt der Bausubstanz.

daher in der Regel durch anhaftende Klebstoffe, Mörtel, Putz, Anstriche und Befestigungsmaterial stark verunreinigt.⁶² Zudem befände sich derzeit an den betreffenden Dämmstoffen überwiegend noch das kritische HBCD als Flammschutzmittel.⁶³ Als weiteres Recycling-Hindernis kommen aktuell noch geringe Mengenströme hinzu.

Nach Angaben des UBA würden Dämmstoff-Abfälle aus Sanierungs- und Abbrucharbeiten gegenwärtig nicht sortenrein erfasst. Selektive Rückbauverfahren, die eine Trennung der Materialverbünde direkt an der Anfallstelle ermöglichen, würden sich zwar in Versuchen als technisch möglich erweisen. Die werkstoffliche Verwertung sei jedoch aufgrund der hohen Logistik- und Reinigungskosten unwirtschaftlich, sodass die Abfälle in der Regel der **thermischen Verwertung** zugeführt würden.⁶⁴

Für HBCD-haltige Dämmmaterialien aus WDVS-Abfällen stehe Beobachtern zufolge aktuell kein etabliertes Recyclingverfahren zur Verfügung.⁶⁵ Diese Abfälle würden daher zum jetzigen Zeitpunkt in **Abfallverbrennungsanlagen** thermisch verwertet.⁶⁶

Zu diesem Ergebnis gelangte auch die Studie „Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS“ des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik und des Forschungsinstituts für Wärmeschutz e.V. aus dem Jahr 2014.⁶⁷ Bis sich andere Verwertungsverfahren etabliert haben, solle auf die energetische Verwertung von EPS-Abfällen aus dem Baubereich zurückgegriffen werden. Dieses Vorgehen erlaube sowohl die Nutzung des hohen Brennwerts des Polystyrols als auch die sichere Ausschleusung des Flammschutzmittels HBCD.⁶⁸

Da andere WDVS-Komponenten nicht brennbar seien oder einen schlechten Heizwert besäßen (Mörtel, Putz), erachten Beobachter für eine gute thermische Verwertung eine Trennung vom EPS-Hartschaum für notwendig.⁶⁹

62 Fehn/Teipel (Fn. 59), S. 433.

63 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 14.

64 UBA (Fn. 4), S. 89.

65 LAGA (Fn. 55), S. 50. Fehn/Wolf/Schreiber/Teipel (Fn. 5), 1792.

66 LAGA (Fn. 55), S. 50.

67 Albrecht/Schwitalla (Fn. 16).

68 Albrecht/Schwitalla (Fn. 16), S. 81.

69 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 15.

6.2. Entsorgung von HBCD-freien Polystyrolabfällen

Nach Darstellung des UBA ist für HBCD-freien Verschnitt von expandiertem oder extrudiertem Polystyrol eine **werkstoffliche Verwertung** grundsätzlich möglich. Der gesammelte Verschnitt könne zur Erzeugung eines **Polystyrol-„Re-Granulats“** verwendet werden.⁷⁰

Die bei der Produktion anfallenden Abfälle seien sortenrein, unverschmutzt, von bekannter und homogener Additivierung und könnten ohne großen logistischen Aufwand zwischengelagert und erneut der Produktion zugeführt werden. Gemäß einer aktuellen Veröffentlichung des UBA sei daher dort ein Recycling gut möglich und bereits etabliert. Unverschmutzte, sortenreine Baustellenzuschnitte würden zum Teil von den Herstellern zurückgenommen, sofern ein entsprechendes Logistikkonzept vorliege, sodass hier ein Recycling ebenfalls möglich sei.

Produktionsabfälle sowie sortenreine und saubere **Verschnittabfälle** aus EPS könnten mit Rezyklatanteilen von 5 % für Fassadendämmplatten bis hin zu 30 % für Fußboden- oder Flachdach-Dämmplatten erneut zur Produktion eingesetzt werden. Dazu würden die Abfälle vermahlen, entstaubt und die freigesetzten Schaumperlen zusammen mit Perlen aus Neumaterial mit Wasserdampf verschweißt. Nach dem gleichen Verfahren könnten Baustellenabfälle recycelt werden, wobei zuvor eine Reinigung von groben Verunreinigungen erfolge. Hier würden Rezyklatanteile bis 100 % erzielt, jedoch würden die für eine Fassadendämmung erforderlichen Qualitäten noch nicht erreicht, sodass in diesem Bereich aktuell ein Downcycling vorliege.

Auch bei XPS-Dämmstoffen könnten Produktionsabfälle hochwertig recycelt werden. Rezyklatanteile im zweistelligen Prozentbereich bei gleichwertiger Qualität seien möglich. Die Abfälle würden zerkleinert, gesiebt, entstaubt und erneut dem Extruder zugeführt. Baustellenabfälle könnten theoretisch auf die gleiche Weise recycelt werden, was allerdings aufgrund der starken Verunreinigungen und einer fehlenden Sammellogistik in der Praxis nicht geschehe.⁷¹

Weitere Informationen zu Entsorgungsoptionen für EPS- und XPS-Dämmplatten sind einem aktuellen Forschungsbericht des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (ifeu) und des natureplus e.V. zu entnehmen.⁷²

⁷⁰ UBA (2021), Prüfung möglicher Ansätze zur Stärkung des Recyclings, zur Schaffung von Anreizen recycelbarer Materialien und zur verursachergerechten Zuordnung von Entsorgungskosten im Bereich der Bauprodukte, TEXTE 05/2021, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_01_11_texte_05-2021_bauprodukte_recycling.pdf, S. 81.

⁷¹ Zum Ganzen: UBA (Fn. 4), S. 88 f.

⁷² Reinhardt/Veith/Lempik/Knappe/Mellwig/Giegrich/Muchow/Schmitz/Voß (2019), Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen, Forschungsprojekt gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, https://www.natureplus.org/fileadmin/user_upload/pdf/Bericht_Daemmstoffe_23032020.pdf, S. 106 ff.

7. Entsorgungskosten

Einen Überblick einschließlich grober pauschaler Orientierungswerte zu den anfallenden Entsorgungskosten von Dämmstoffen bietet der Leitfaden Dämmstoffe 3.0 des Bauzentrums München.⁷³ Dieser weist für das stoffliche Recycling sowohl von EPS als auch von XPS einen Entsorgungspreis von 200 Euro/t aus.

Für die Entsorgung von sortenreinen EPS-Abfällen nach dem Abfallschlüssel 170604 beziffert etwa Berlin Recycling Kosten von 650,00 Euro für die Leerung eines Muldencontainers von 5,5 m³ Volumen.⁷⁴

Mit der zum 1. August 2017 in Kraft getretenen Verordnung zur Überwachung von nicht gefährlichen Abfällen mit persistenten organischen Schadstoffen und zur Änderung der Abfallverzeichnis-Verordnung werden Abfälle mit einem HBCD-Gehalt über dem Grenzwert der EU-POP-Verordnung nicht mehr als gefährlicher Abfall eingestuft. Infolgedessen muss dieser Abfall nicht mehr in für gefährliche Abfälle zugelassenen Vorbehandlungs- und Verbrennungsanlagen entsorgt werden, sodass die für gefährlichen Abfall anfallenden Entsorgungskosten vermieden werden.⁷⁵ Nach Einschätzung betroffener Betriebe würden die Kosten für die Entsorgung HBCD-haltiger Dämmstoffe aufgrund der Trennungs-, Sammel-, und Nachweispflichten gleichwohl hoch bleiben.⁷⁶

Beobachtern zufolge ließen sich die Entsorgungskosten bei richtiger Anwendung des stofflichen Recyclings mittelfristig reduzieren.⁷⁷ Unter Anwendung des CreaSolv-Verfahrens (siehe unter Ziff. 8) entstehe mit dem rohstofflichen Recycling eine Alternative zur thermischen Verwertung. Neben dem Beitrag zur Ressourcenschonung werde ein zweiter Verwertungsweg auch einen Kostensenkungseffekt bei der derzeitigen Entsorgungspraxis erreichen.⁷⁸

Die Rückbaumengen von Dämmstoffen dürften in den kommenden Jahrzehnten steigen, sodass auch die Relevanz eines hochwertigen Recyclings zunehmen wird. Beobachter gehen davon aus,

73 Bauzentrum München (F. 35), S. 86.

74 Berlin Recycling, EPS entsorgen, <https://www.berlin-recycling.de/entsorgung/sondermuell/styropor-entsorgen/eps-entsorgen>.

75 Vgl. Verordnungsbegründung in BR-Drucks. 488/17 (Fn. 51), S. 54. Siehe auch Darstellung der vorherigen Rechtslage in BMUV (2017), Verordnung über die Getrenntsammlung und Überwachung von nicht gefährlichen Abfällen mit persistenten organischen Schadstoffen, <https://www.bmuv.de/gesetz/verordnung-ueber-die-getrenntsammlung-und-ueberwachung-von-nicht-gefaehrlichen-abfaellen-mit-persistenten-organischen-schadstoffen>.

76 Landesverband Bayerischer Bauinnungen (2018), Merkblatt mit Dokumentationshilfen zur Umsetzung der Geberabfallverordnung bei Bau- und Abbruchmaßnahmen, <https://www.lbb-bayern.de/fileadmin/merkblaetter/20180514-LBB-Merkblatt-GewAbfV.pdf>, S. 5.

77 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 19.

78 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 15.

dass durch Skaleneffekte die Errichtung und der Betrieb von geeigneten Recycling-Infrastrukturen wirtschaftlich attraktiver werden.⁷⁹

8. Innovationen in der Verwertung und Entsorgung

Eine aktuelle Veröffentlichung der Deutschen Umwelthilfe (DUH) stellt Innovationen im Bereich der Wärmedämmung vor, die von der DUH als besonders vielversprechend angesehen werden.⁸⁰ Hinsichtlich der Wärmedämmung mit Polystyrol (EPS/XPS) betreffen dies insbesondere Technologien zum

- sortenreinen Rückbau von Wärmedämmverbundsystemen,
- werkstofflichen Recycling von EPS- und XPS-Abfällen aus dem Abbruch,
- Abreichern von Schadstoffen in Polystyrol-Kunststoffen.

8.1. PolyStyreneLoop und CreaSolv

Für HBCD-haltige Polystyrolschäume biete die PolyStyreneLoop Demonstrationsanlage eine Recyclinglösung, mit der erstmalig Flammschutzmittel und andere Additive ausgeschleust und das Polystyrol zurückgewonnen werden könne.⁸¹ Die Anlage wurde am 16. Juni 2021 in Terneuzen (NL) in Betrieb genommen.⁸² Die verwendete **CreaSolv-Technologie** ist eine Entwicklung des Fraunhofer-Instituts in Zusammenarbeit mit der CreaCycle GmbH und der EPC Engineering & Technologies GmbH.⁸³

Bei dem Recycling-Prozess werde zunächst das Polystyrol in einem speziellen CreaSolv-Betriebsmittel aufgelöst. Anschließend würden grobe Verunreinigungen abfiltriert. Durch Zugabe einer weiteren Flüssigkeit werde das Polystyrol ausgefällt, wodurch das HBCD im Lösemittel zurückbleibt. Anschließend werde das Polystyrol-Gel von den Prozessflüssigkeiten separiert, getrocknet und wieder in ein granuliertes Polymer überführt. Das so zurückgewonnene Polystyrol besitze die Eigenschaften von Kunststoff-Neuware und sei für die Herstellung von expandiertem Polystyrol-Hartschaum geeignet. In einem weiteren Schritt könne aus dem HBCD-haltigen Lösemittel das HBCD zerstört und das enthaltende Brom zurückgewonnen werden.⁸⁴

79 UBA (Fn. 4), S. 89.

80 DUH (Fn. 12).

81 Ebenda, S. 67.

82 <https://www.bvse.de/gut-informiert-kunststoffrecycling/nachrichten-recycling/7302-niederlaendische-polystyrenloop-recycling-anlage-geht-am-16-juni-in-betrieb.html>.

83 DUH (Fn. 12), S. 68.

84 Ebenda, S. 68 f.

Beobachter erkennen in dem zurückgewonnenen Brom ein hohes ökonomisches Potenzial, welches die Wirtschaftlichkeit des CreaSolv-Verfahrens steigere.⁸⁵

8.2. Projekt „WDVS-Deaktiv“

Im Projekt „WDVS-Deaktiv“ des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie konnte ein lösbarer Klebstoff entwickelt werden, welcher durch Mikrowellenstrahlung aktiviert werden kann, um EPS-Platten vom Mauerwerk zu lösen und so ein sortenreines Recycling zu ermöglichen.⁸⁶

8.3. Forschung an der TH Nürnberg

In den vergangenen Jahren konnten nach Angaben der beteiligten Wissenschaftler an der TH-Nürnberg erste Chargen an WDVS-Abbruchmaterialien aufbereitet und ein effizienter Recyclingweg entwickelt werden. Die rückgewonnenen Sekundärrohstoffe sollen anschließend in Form von innovativen Hochbauanwendungen, wie Schüttungen für den Wärme- und Schallschutz, Agglomeraten oder neuartige Geopolymer-Produkte, an den Markt rückgeführt werden.⁸⁷ So könnte der Stoffkreislauf von WDVS langfristig und nachhaltig geschlossen werden.⁸⁸

9. Fazit

Angesichts des enormen Einsparpotentials durch die energetische Gebäudesanierung kommt der Wärmedämmung eine zentrale Bedeutung für die Energiewende im Gebäudesektor zu.⁸⁹ Umweltgefährliche Flammschutzmittel, die Verunreinigung des Regenwassers durch Biozidauslaugung aus Putzen für Wärmedämmverbundsysteme und der Umgang mit WDVS-Abfällen sind Aspekte, die den Klimaschutzzvorteilen der Wärmedämmung gegenüber stehen. Die rechtlichen Rahmenbedingungen berücksichtigen diese Aspekte. Zudem erarbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler innovative Technologien und Forschungsansätze, die in Zukunft zur Lösung der noch bestehenden Probleme beitragen können.

85 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 15.

86 Sims/Urban/Stier (2019), Deaktivierbare Klebstoffe zur Wiederverwertung von Wärmedämmverbundsystemen - DVS-Deaktiv, Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, <https://www.irbnet.de/aten/rswb/19109010686.pdf>.

87 Fehn/Wolf/Schreiber/Teipel (Fn. 5), S. 1793.

88 Ebenda, S. 1802.

89 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Fn. 1), S. 3.