

Nicole Kambeck und Moritz Grunow*

Recycling von HBCD-haltigen Dämmstoffen als Entsorgungsoption im Sinne der „Circular Economy“

Im Gegensatz zu den derzeit üblichen Entsorgungsoptionen, insbesondere der energetischen Verwertung, könnte ein Recycling von Polystyrolschaumstoff-Abfällen aus Dach- und Fassadendämmungen weitgehend geschlossene Materialkreisläufe im Sinne der „Circular Economy“ ermöglichen. Der Beitrag beleuchtet die wesentlichen stoff- und abfallrechtlichen Anforderungen an ein Recycling von solchen Dämmstoffen, die mit dem bromhaltigen Flammschutzmittel HBCD ausgerüstet sind.

I. Einleitung

Dämmstoffe aus geschäumtem Polystyrol¹ werden seit vielen Jahrzehnten erfolgreich bei der thermischen Isolierung von Gebäuden eingesetzt. Um Brandschutzanforderungen für Gebäude erfüllen zu können, wurden Dämmstoffe aus Polystyrol in der Vergangenheit mit dem bromierten Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan (gängige Abkürzung: HBCD) ausgerüstet.² Seit 2015 wird HBCD in Deutschland aufgrund einer Listung als sog. Persistent Organic Pollutant (POP) nicht mehr bei der Produktion neuer Dämmstoffe eingesetzt. Hierzulande sind derzeit noch etwa 7,2 Millionen Tonnen HBCD-haltiger Polystyrol-Dämmstoffe in Gebäuden verbaut.³ Studien belegen, dass im Baubereich gesammelte Dämmstoffe nahezu vollständig der Verbrennung zugeführt werden und damit dem Wirtschaftskreislauf werkstofflich verloren gehen.⁴ Polystyrolschaumstoffe können als Recycling-Material zur Schonung fossiler Rohstoff- und Energiereserven beitragen. Die Herausforderung besteht darin, dass das HBCD infolge der Listung als POP nach Maßgabe der einschlägigen rechtlichen Vorgaben bei der Entsorgung zerstört oder unumkehrbar umgewandelt werden muss (dazu nachfolgend unter II.). Diese Herausforderung muss

beachtet werden, wenn man in die Diskussion über eine stoffliche Verwertung HBCD-haltiger Dämmstoffabfälle eintritt (vgl. dazu nachfolgend unter III. und IV.).

II. Anforderungen des Stoffrechts

Bereits seit 2015 wird HBCD in Deutschland nicht mehr bei der Produktion neuer Dämmstoffe eingesetzt.⁵ 2013 wurde diese Industriechemikalie wegen ihrer Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit völkerrechtlich durch die Vertragsparteien des Stockholmer Übereinkommens⁶ als sog. Persistent Organic Pollutant (kurz: POP) eingestuft. Als persistente organische Schadstoffe (dt.) werden Chemikalien bezeichnet, die bestimmte Eigenschaften aufweisen, u.a. Langlebigkeit (Persistenz), Anreicherung in der Nahrungskette und Giftigkeit für Mensch und Tier.⁷ Die Europäische Union war als eine der Vertragsparteien des Stockholmer Übereinkommens verpflichtet, die HBCD-Listung nach einer Übergangszeit in ihr Chemikalienrecht und damit die Verordnung (EG) 850/2004 (sog. POP-Verordnung)⁸ zu übernehmen, deren Anhang I die Anlage A des Stockholmer Übereinkommens nachvollzieht. Die genaue Umsetzung des völkerrechtlichen Verbotsbeschlusses in die EU-POP-Verordnung erforderte rechtliche Klärungen, die das Verhältnis zur REACH-Verord-

* Die Autorin Kambeck arbeitet als Umweltspezialistin für die Geschäftseinheit Styrolschaumstoffe der BASF SE. Die Beiträge in dem Artikel spiegeln ausschließlich die Meinung der Autorin wider und vertreten daher nicht zwingend die Meinung der BASF SE. Der Autor Grunow gehört als Rechtsanwalt der Kanzlei Kopp-Assenmacher & Nusser am Standort Düsseldorf an.

1 Dämmstoffe aus geschäumtem Polystyrol sind neben der Abkürzung EPS vor allem unter dem Begriff „Styropor“ bekannt.

2 UBA-Texte 34/2015, Ermittlung von potentiell POP-haltigen Abfällen und Recyclingstoffen – Ableitung von Grenzwerten, S. 99; Kropp, AbfallR 2017, S. 22 (S.29 f.).

3 EUWID Recycling und Entsorgung Nr. 41/2017, S.15.

4 EUWID Recycling und Entsorgung Nr. 41/2017, S.15.

5 Industrieverband Hartschaum e.V.: <http://www.ivh.de/IVH-Mitglieder_produzieren_seit_Ende_2014___Anfang_2015_HBCD-freies_EPS_12950.whml?lcr=ru> (letzter Zugriff 17.12.2018).

6 Vollständiger Titel: Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe, BGBl. II vom 16.4.2002, S. 804.

7 Vgl. bereits Wilke, AbfallR 2007, 159.

8 Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29.4.2004 über persistente organische Schadstoffe, ABl.EU vom 29.6.2004 Nr. L 229, S. 5 zuletzt geändert durch Verordnung (EU) 2016/460, ABl.EU vom 31.3.2016 Nr. L 80, S. 17.

nung⁹ betrafen. HBCD war nämlich unabhängig von der Stockholmer Konvention bereits als zulassungspflichtiger Stoff in Anhang XIV der REACH-Verordnung gelistet. Dieser Anhang enthält eine Liste von besonders Besorgnis erregenden Stoffen (sog. Substances of Very High Concern – SVHC), deren Anwendung schrittweise reguliert oder verboten werden soll. SVHC werden mit einem Ablauftermin versehen (auch „Sunset date“ genannt, nach dem englischen Text der REACH-Verordnung), bis zu dessen Verstreichen eine Verwendung des Stoffes ohne weitere Einschränkungen unter dem Regime der REACH-Verordnung erlaubt bleibt. Für HBCD war dieser Ablauftermin laut Anhang XIV der REACH-Verordnung der 21.8.2015. Weil HBCD erst mit Wirkung vom 22.3.2016 in Anhang I Teil A der EU-POP-Verordnung aufgenommen wurde, FUßNOTE 11 NICHT GEFUNDEN kam es zu keinem Konflikt mit dem „Sunset date“ der REACH-Verordnung.

Gemäß Art. 3 Abs. 1 EU-POP-Verordnung ist „die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung“ von in Anhang I der Verordnung gelisteten Verbotstoffen „als solche, in Zubereitungen oder als Bestandteile von Artikeln“ verboten. Art. 3 Abs. 1 EU-POP-Verordnung enthält also Herstellungs-, Verwendungs- und Vertriebsverbote, und zwar auch für mit gelisteten Stoffen belastete Artikel. Nach der Listung von HBCD in der EU-POP-Verordnung durfte ein Artikel mit HBCD als Bestandteil nicht in Verkehr gebracht, d.h. nicht vertrieben werden. Für einige Stoffe enthält Anhang I der EU-POP-Verordnung zeitlich befristete Ausnahmen vom Verwendungsverbot. Für HBCD wurde eine solche Ausnahme nur – unter hohen Auflagen und mit Wirkung bis maximal 21.8.2017 – für die Produktion und Verwendung von HBCD in Dämmplatten für Gebäude gewährt,¹¹ nicht aber für andere Verwendungszwecke.¹²

Die Inhalte und Vorgaben der EU-POP-Verordnung stellen in den EU-Mitgliedstaaten unmittelbar gültiges Recht dar, also auch in Deutschland, das lediglich ergänzend Sanktionsregelungen zur EU-POP-Verordnung erlassen hat; § 1 ChemSanktionsV¹³ sanktioniert Verstöße gegen Herstellungs-, Inverkehrbringungs- und Verwendungsverbote von in Anhang I der EU-POP-Verordnung gelisteten Stoffen. Rechtssystematisch gehört die POP-Verordnung zum Chemikalienrecht. Sie enthält aber auch Vorgaben für die Entsorgung von POP-haltigen Abfällen. Bereits die völkerrechtlichen Vorgaben treffen hierzu einschlägige Aussagen: Nach Art. 6 des Stockholmer Übereinkommens haben die Vertragsparteien geeignete Maßnahmen zu ergreifen, damit POP-haltige Abfälle grundsätzlich so entsorgt werden, dass die POP zerstört oder unumkehrbar umgewandelt und damit aus dem Wirtschaftskreislauf ausgeschleust werden. Diese völkerrechtlichen Vorgaben werden in Art. 7 EU-POP-Verordnung i.V.m. Anhang IV und V der Verordnung nachgezeichnet. Art. 7 Abs. 1 EU-POP-Verordnung verlangt, dass Hersteller und Besitzer von Abfällen alle sinnvollen Anstrengungen unternehmen, um die Verunreinigung dieser Abfälle mit den in Anhang IV aufgelisteten Stoffen zu ver-

meiden. Art. 7 Abs. 2 EU-POP-Verordnung bestimmt i.V.m. Anhang V Teil 1, welche Verfahren für die Entsorgung von POP-haltigen Abfällen zugelassen sind. Art. 7 Abs. 3 EU-POP-Verordnung verbietet Beseitigungs- oder Verwertungsverfahren, die zur Verwertung, Wiedergewinnung, Rückgewinnung oder Wiederverwendung von den in Anhang IV aufgelisteten Stoffen führen können.

In der Vergangenheit wurde EPS/Styropor mehr als 1.000 mg/kg HBCD beigegeben. Das Technical Adaption Committee (TAC) der EU-Kommission beschloss im September 2015 einen Schwellenwert von 1.000 mg/kg (gemäß Art. 7 Abs. 4 POP-Verordnung) für HBCD. Dieser Grenzwert wurde vom HBCD-haltigen Dämmstoffen aus Polystyrol folglich überschritten. Der Schwellenwert fand im März 2016 Eingang in eine Änderungsverordnung der EU-POP-Verordnung, die Verordnung (EU) 2016/460¹⁴ mit einer Übergangsfrist bis zum 30.9.2016.

Die Frage wie zu Abfall gewordene Dach- und Gebäudedämmung ordnungsgemäß und schadlos zu entsorgen ist, die in der Produktion mit dem Flammschutzmittel HBCD beaufschlagt wurde, führte nach dem Stichtag des 30.9.2016 zu großer Verunsicherung und Problemen bei Handwerkern, Baubetrieben und Entsorgern (vgl. dazu nachfolgend unter III.).

III. Aspekte des Abfallrechts

Wärmedämmstoffe werden gegenwärtig nahezu vollständig zusammen, d.h. im Gemisch,¹⁵ mit anderem Abfall in

9 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 [Kurztitel], ABl.EU vom 30.12.2006 Nr. L 396, S. 1 zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 836/2012 der Kommission vom 18.09.2012 (ABl.EU Nr. L 252, S. 4).

11 Ein Firmenkonsortium hatte aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit des alternativen Flammschutzmittels PolymerFR um eine Ausnahmeregelung gebeten.

12 HBCD fand in der Vergangenheit z.B. auch in Textilien (Matratzen, Möbel, Vorhänge) oder vereinzelt in Verpackungen Verwendung, *Kropp*, POP-Abfall-Überwachungs-Verordnung Praxiskommentar, 2018, § 2 Rn. 17.

13 Vollständiger Titel: Verordnung zur Sanktionsbewehrung gemeinschafts- oder unionsrechtlicher Verordnungen auf dem Gebiet der Chemikaliensicherheit (Chemikalien-Sanktionsverordnung), BGBl. I vom 24.4.2013, S. 944.

14 Verordnung (EU) 2016/460 der Kommission vom 30.3.2016 zur Änderung der Anhänge IV und V der Verordnung (EG) Nr. 850/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates über persistente organische Schadstoffe C/2016/1719, ABl.EU vom 31.3.2016 Nr. L 80, S. 17.

15 Voraussetzung für eine erfolgreiche energetische Verwertung ist bei Styropor wegen der geringen Dichte i.V.m. einem hohen Heizwert (bis zu 30.000/40.000 kJ/t) und einem ungünstigen Brandverhalten (Schmelzen und Tropfeigenschaften) eine Durchmischung mit anderen Abfällen. Eine Durchmischung im Rahmen der Bunkerbewirtschaftung ist dabei laut *Kropp* zeitaufwändig und beeinflusst häufig die Betriebsabläufe (Annahme anderer Abfälle), vgl. *Kropp*, POP-Abfall-Überwachungs-Verordnung Praxiskommentar, 2018, Einführung, Rn. 9.

Müllverbrennungsanlagen verbrannt¹⁶ – und zwar als ungefährlicher Abfall. Auf Betreiben des Bundesrates galten allerdings ab dem Stichtag des 30.09.2016 HBCD-haltige Dämmstoffe für eine kurze Zeit als gefährlicher Abfall i.S.v. § 3 Abs. 5 Satz 1 KrWG¹⁷, der so von den bisher genutzten Müllverbrennungsanlagen nicht angenommen werden durfte, wenn deren immissionsschutzrechtlicher Genehmigungsbestand dies nicht ausdrücklich zuließ. Betroffene, die Dämmplatten im Gemisch mit anderen Bauabfällen entsorgen wollten, konnten nicht mehr ohne Weiteres die bisherigen Entsorgungswege nutzen. Denn infolge eines dynamischen Verweises auf die fortgeschriebene EU-POP-Verordnung in der Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)¹⁸ wurden alle Abfälle, die in der EU-POP-Verordnung aufgeführte POP oberhalb der dort genannten Konzentrationswerte enthielten, als gefährlicher Abfall i.S.v. § 3 Abs. 5 Satz 1 KrWG eingestuft. Dies betraf auch Dämmstoffabfälle, die den POP-Stoff HBCD enthielten. Eine zwingende Einstufung von POP-haltigen Abfällen als „gefährlich“ und damit als *Abfall i.S.v. § 3 Abs. 1 S. 1 AVV wird durch die EU-POP-Verordnung allerdings nicht vorgeschrieben. Der Gesetzgeber hob daraufhin – und infolge des sich abzeichnenden „Entsorgungsnotstandes“¹⁹ – die Einstufung als „gefährlicher Abfall“ auf und erließ die Verordnung über die Getrennsammlung und Überwachung von nicht gefährlichen Abfällen mit persistenten organischen Schadstoffen (POP-Abfall-Überwachungs-Verordnung – POP-Abfall-ÜberwV).²⁰ Damit konnte HBCD-haltiges Dämmmaterial wieder einer energie-

tischen Verwertung in herkömmlichen Verbrennungsanlagen zugeführt werden.²¹

Die thermischen Prozesse in Sonderabfall- oder Hausmüllverbrennungsanlagen bzw. Mitverbrennungsanlagen (Verwertungsverfahren R1 oder Beseitigungsverfahren D10) gewährleisten eine sichere Zerstörung von POP und stehen damit im Einklang mit den Anforderungen der EU-POP-Verordnung.²² Bei Einhaltung dieser Vorgaben, nämlich einer Ausschleusung der POP aus dem Wirtschaftskreislauf (vgl. dazu vorstehend unter II.), sind jedoch auch Entsorgungsoptionen zulässig, die auf eine stoffliche Verwertung des HBCD-haltigen Dämmmaterials setzen und damit dem Gedanken der Kreislaufwirtschaft („Circular Economy“) Rechnung tragen (vgl. zu dem Begriff der Kreislaufwirtschaft § 3 Abs. 19 KrWG). Nicht zuletzt gebietet die sog. Abfallhierarchie einen grundsätzlichen Vorrang der stofflichen Verwertung vor der Verbrennung (Art. 4 Abs. 1 AbfRRL).²³

Derzeit fehlt es zwar noch an Recycling-Anlagen, die im großtechnischen Maßstab HBCD-haltige Dämmstoffabfälle im Einklang mit den stoff- und abfallrechtlichen Anforderungen verarbeiten können. Hier zeichnen sich jedoch aktuelle Entwicklungen ab (vgl. dazu nachfolgend unter IV.).

IV. Das PolyStyreneLoop-Recycling-Verfahren (PS Loop)

Das u.a. mit EU LIFE-Mitteln geförderte *PolyStyreneLoop Recycling Verfahren* (PS Loop) ist eine Technologie zur stofflichen Verwertung HBCD-haltiger Dämmstoffe in Form eines Lösemittelverfahren (CreaSolv²⁴ Verfahren). Die PolyStyreneLoop Cooperative U.A. ist eine von den Unternehmen ICL-IP und BEWi Synbra in den Niederlanden gegründete Non-Profit-Organisation, die nachweisen möchte, dass Polystyrol-Schaumstoffe zu einer Kreislaufwirtschaft beitragen können. Industrievertreter der gesamten Wertschöpfungskette sowie Entsorger sind Mitglieder der Gesellschaft. Ziel ist der Bau und Betrieb einer Pilotanlage in Terneuzen/Niederlande für das Recycling von HBCD-haltigen Polystyrol-Schaumstoffabfällen. 2019 soll diese Pilotanlage in Betrieb gehen und jährlich rund 3.000 Tonnen HBCD-haltige Dämmstoffabfälle verarbeiten. Abbildung 1²⁵ zeigt schematisch das CreaSolv-Verfahren als lösemittelbasierte stoffliche Rückgewinnung, konkret: Die vollständige Zerstörung des POP HBCD mit gleichzeitiger Wiedergewinnung von Polystyrol und Brom.

Der Recyclingprozess erfolgt in drei Schritten:

1. Der Polystyrol-Schaumstoffabfall wird zunächst in Becken mit Polystyrol-spezifischen Lösemittel aufgelöst. Feste Verunreinigungen (z. B. Schmutz, Zement) werden herausgefiltert und verbrannt oder deponiert.
2. Durch Zugabe einer weiteren Flüssigkeit verwandelt sich das Polystyrol in ein Gel, während das Additiv (HBCD)

16 EUWID Recycling und Entsorgung Nr. 41/2017, S.15.

17 Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) vom 24.2.2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 9 Gesetz vom 20.7.2017 (BGBl. I S. 2808).

18 Vom 10.12.2001 (BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert durch Art. 2 Verordnung vom 17.7.2017 (BGBl. I S. 2644).

19 Dippel/Ottensmeier, AbfallR 2017, 186; Grunow/Franßen, AbfallR 2017, 101.

20 Vom 17.7.2017 (BGBl. I S. 2644). Ausführlich zu der Verordnung Kropp, POP-Abfall-Überwachungs-Verordnung Praxiskommentar, 2018, § 2 Rn. 17.

21 H. Dresch et al. (2014): Verwertung von Polystyrol-Schaumstoffabfällen mit HBCD. Untersuchung zur energetischen Verwertung von expandiertem Polystyrol-Schaumstoff (EPS) und extrudiertem Polystyrol-Schaumstoff (XPS), die als Flammenschutzmittel Hexabromcyclododecan (HBCD) enthalten, durch die Mitverbrennung in der Abfallverbrennungsanlage für kommunale Abfälle der Stadt Würzburg. Technischer Bericht.

22 Kropp, POP-Abfall-Überwachungs-Verordnung Praxiskommentar, 2018, Einführung Rn. 8.

23 Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.11.2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (ABl.EU Nr. L 312, S. 3), zuletzt geändert durch Art. 1 Änderungs-Richtlinie (EU) 2018/851 vom 30.5.2018 (ABl.EU Nr. L 150, S. 109).

24 CreaSolv ist eine eingetragene Marke der CreaCycle GmbH.

25 Kambeck/Grunow, Anforderungen an eine stoffliche Verwertung von POP-haltigen Abfällen, Tagungsband Düsseldorfer Abfallrechtstag 7.6.2018, Lexxion Verlag, Berlin 2018.

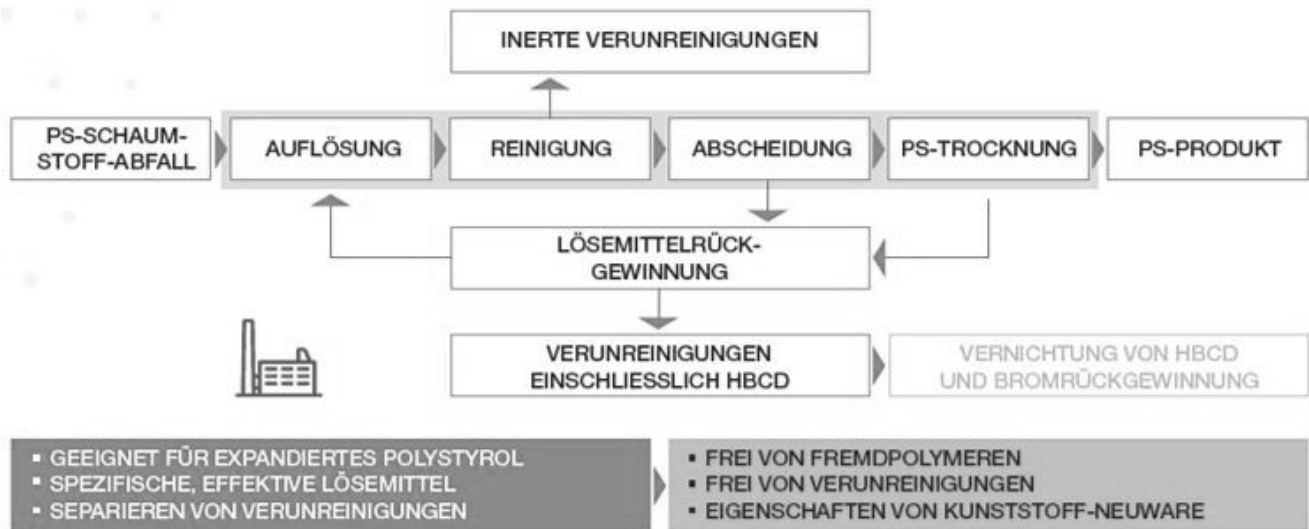


Abbildung 1: PS-Loop-CreaSolv-Prozess, lösemittelbasierte stoffliche Rückgewinnung.

in der Restflüssigkeit verbleibt. Das Polystyrol-Gel wird dann von den Prozessflüssigkeiten getrennt und zu Polymergranulat verarbeitet. Die Restflüssigkeit, die das Additiv enthält, wird destilliert und in einem geschlossenen Kreislauf weiterverarbeitet. Das Additiv bleibt als Schlamm zurück.

3. Anschließend wird das im Schlamm enthaltene Additiv HBCD in einer genehmigten und bereits in Betrieb befindlichen Hochtemperatur-Verbrennungsanlage vernichtet und zuletzt das Brom zurück gewonnen. Die Nutzung des Broms als modernes Flammschutzmittel für neue Produkte schließt den Kreislauf.

Somit wird also über eine *werkstoffliche* Verwertung, mithilfe des CreaSolv-Verfahrens, ein Polystyrol-Rezyklat gewonnen, welches z.B. auch wieder für die Herstellung neuer Dämmstoffe verwendet werden kann. Parallel dazu entfernt dieser Vorgang sicher das flammhemmende HBCD, das dann in einer Brom-Rückgewinnungseinheit behandelt wird. Dabei gewonnene Grundchemikalien werden dem Stoffkreislauf wieder zugeführt.²⁶

V. Schlussbemerkungen

Die Relevanz eines Denken in Kreisläufen im Bereich Dämmmaterialien wird in dem Maße weiter zunehmen, in dem der Bestand von heutzutage verbauter Dach- und Fassadendämmung aus Polystyrol ihr technisches Lebensende erreicht und entsorgt werden muss. Herstellerseitig wird eine kontinuierliche Zunahme des jährlich anfallenden Polystyrol-Bauabfalls bis 2050 auf ca.100 kt prognostiziert.²⁷ Daher ist es für die Zukunft wichtig, dass die Entsorgung von HBCD-haltigen Dämmstoffen unter Beachtung der Abfallhierarchie für alle Beteiligten, wie z.B. der Industrie, Entsorger, Handwerker und Behörden im Sinne der Nachhaltigkeit nicht nur umweltverträglich sondern auch wirtschaftlich und in der Praxis umsetzbar ist.

26 PolyStyreneLoop (2018): Circular Economy – Kreislaufwirtschaft in der Praxis. Rückgewinnung von Polystyrolschaumstoff und Brom im geschlossenen Kreislauf.

27 BKV GmbH (2017): Aufkommen und Management von EPS- und XPS-Abfällen in Deutschland 2016 in den Bereichen Verpackung und Bau.