



Bundesinstitut  
für Bau-, Stadt- und  
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen  
und Raumordnung



Eine Zusammenfassung derzeit aktueller Diskussionspunkte

Dämmstoffe sind aus dem Baualltag nicht mehr wegzudenken. Ihre Einsatzgebiete reichen von der Fassadendämmung bis zu Spezialanwendungen in der Versorgungstechnik. Die Kritik an Dämmstoffen konzentriert sich stark auf die Fassadendämmung mit Wärmedämmverbundsystemen auf Polystyrolbasis. Die vorliegende Analyse setzt sich deshalb aus Sicht der der Bau-forschung mit dieser Kritik auseinander. Sie betrachtet diejenigen Themen, die immer wieder diskutiert werden:

- Wirtschaftlichkeit
- Brandschutz
- Umwelt und Gesundheit
- Rückbau, Entsorgung, Recycling
- Baukultur

## Dämmmaßnahmen an Gebäudefassaden

**Autor**

Claus Asam

## Vorwort



Liebe Leserinnen und Leser,

„Deutschland im Dämmwahn“ – zuspitzende Schlagzeilen wie diese zeigen, wie aufgeheizt die Debatte um die Energieeinsparung bei Gebäuden mitunter geführt wird. Wärmedämmung sei schlicht unwirtschaftlich für Hausbesitzer, sagen die einen. Andere sind sich sicher, dass Einsparpotenziale nicht ausgeschöpft werden, weil Gebäudenutzer nach einer energetischen Sanierung ihr Verbrauchsverhalten nicht ändern. Auch Umwelt- und Gesundheitsrisiken von Dämmstoffen sind Diskussionsgegenstand, ebenso Fragen des Brandschutzes und der Entsorgung der Materialien.

Die Kritik an Dämmmaßnahmen richtet sich derzeit vor allem auf das Wärmedämmverbundsystem und den Dämmstoff Polystyrol. Ingenieurtechnischer Sachverstand kann sich in diesem Diskurs leider nur schwer durchsetzen. Das Heft fokussiert sich bei der Auseinandersetzung mit den von Kritikern angeführten Aspekten deshalb auf die baufachliche Betrachtung – ohne dabei Fragen der Wirtschaftlichkeit und baukulturelle Aspekte auszusparen. Sie liefert Zahlen und Fakten, welche die Diskussion versachlichen können.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre.

Dr. Robert Kaltenbrunner  
Stellvertretender Leiter des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung

# Einsparpotenziale durch energetische Gebäudesanierung

Ohne eine flächendeckende energetische Modernisierung von Wohngebäuden ist das Ziel gefährdet, einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 zu erreichen. Der Wärmedämmung kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu.

Für die Energiewende spielt der Gebäudesektor eine entscheidende Rolle, da die Gebäudehüllen für einen erheblichen Verlust von Wärmeenergie verantwortlich sind. Eine Optimierung der bestehenden Gebäudehüllen birgt ein enormes Einsparpotenzial (Abbildung 1).

beheizten oder klimatisierten Räume, die Berührung zu nicht beheizbaren Innenräumen oder Außenklima haben, aber auch sämtliche Rohrleitungen, die inner- und außerhalb der Bauwerke temperierte Medien transportieren.

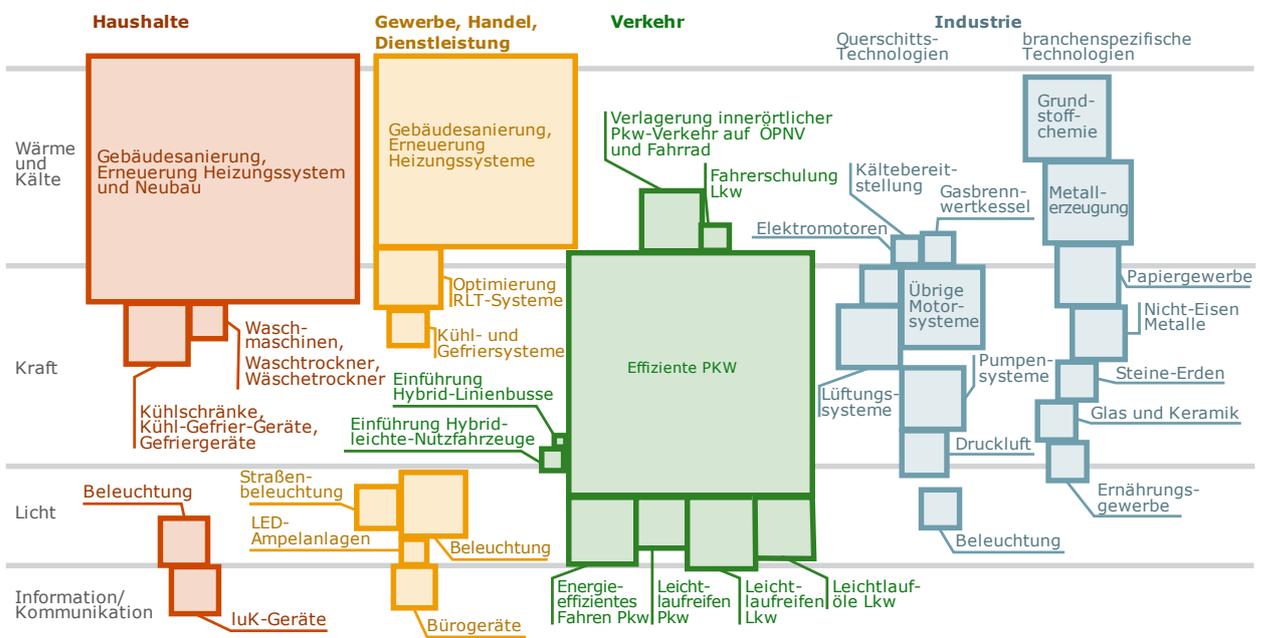
Spätestens mit Einführung der Wärmeschutzverordnung im Jahre 1977 hat sich der Fokus von Anforderungen an bauphysikalische Eigenschaften verschoben auf das Ziel, Energieverluste einzuschränken. Mit dieser Maßgabe werden heutzutage alle wärme- und kälteführenden Bauteile gedämmt. Darunter fallen alle

Darüber hinaus darf bei einer energetischen Verbrauchsoptimierung nicht außer Acht gelassen werden, dass neben dem Gebäude auch das Nutzerverhalten entscheidend den Energieverbrauch beeinflussen kann.

Allzu leicht wird bei aller Kritik vergessen, dass die überwiegende Mehrheit unserer Gebäude durch

Abbildung 1 Die Energieeffizienzlandkarte zeigt die bis 2030 realisierbaren Einsparpotenziale für Endenergienutzung in Deutschland

## Effizienzlandkarte



Ein Quadrat dieser Größe  entspricht einem Einsparpotenzial von 15 PJ/a. Deutschland verbrauchte 2010 rund 9000 PJ Endenergie.

Lizenz: Creative Commons by-nc-nd/3.0/de Bundeszentrale für politische Bildung, 2013, www.bpb.de



Quelle: Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg

energetische Modernisierungsmaßnahmen eine erhebliche Komfortsteigerung erfahren haben. Die vor Jahrzehnten noch übliche Einzelraumheizung (Ofenheizung) wurde wesentlich durch die Zentralheizung abgelöst. Dem Nutzer ist es nun möglich, statt einzelner Räume ganze Gebäude komfortabel zu temperieren.

Weil davon auszugehen ist, dass unsere Gesellschaft diese Annehmlichkeiten beibehalten möchte, sollen

hier die zentralen Diskussionspunkte aufgegriffen werden, mit besonderem Fokus auf das Thema Fassade mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS). Im Einzelnen geht es um

- den Überblick über Fassadenflächen und die wichtigsten Fassadensysteme in Deutschland;
- die Wirtschaftlichkeit von Dämmmaßnahmen;

- Umwelt und Gesundheit, insbesondere kritische Inhaltsstoffe wie Biozide und Flammschutzmittel;
- die brandschutztechnische Verschärfung der Vorschriften;
- Nachhaltigkeit, insbesondere die Recyclingfähigkeit (End of Life);
- die baukulturelle Bedeutung.

# Dämmstoffe und Fassadensysteme

Der folgende Abschnitt bietet einen Überblick über die eingesetzten Dämmstoffe, die Bedeutung von Fassadenflächen in Bezug zur gesamten Gebäudehüllfläche und die wichtigsten Fassadensysteme in Bezug auf Wärmedämmverbundsysteme.

## Dämmstoffarten

Der deutsche Dämmstoffmarkt wird seit Jahren durch die Mineralwolle dominiert: sie hält einen Marktanteil von gut der Hälfte bezogen auf die Produktionsmenge an Dämmstoffvolumen. Dahinter liegt die Polystyrol-dämmung (inklusive der expandierten Polystyrolhartschaumplatten XPS) mit über einem Drittel Marktanteil. Nachwachsende Dämmstoffe sind mit ca. 5 % vertreten.<sup>1</sup>

Anders verhält es sich bei Wärmedämmverbundsystemen (WDVS): In diesem Segment ist der Dämmstoff Polystyrol mit ca. 80 % Anteil das bevorzugte Dämmmaterial. Am zweithäufigsten wird Mineralwolle mit ca. 20 % Anteil verwendet. Weitere Dämmstoffarten wie Holzfaserdämmplatten, Mineralschaumplatten, Mineralwolleplatten mit Aerogel,

Phenolharzplatten und PU-Hartschaumplatten sind für WDVS ebenfalls am Markt verfügbar, spielen jedoch mengenmäßig bisher eine untergeordnete Rolle.

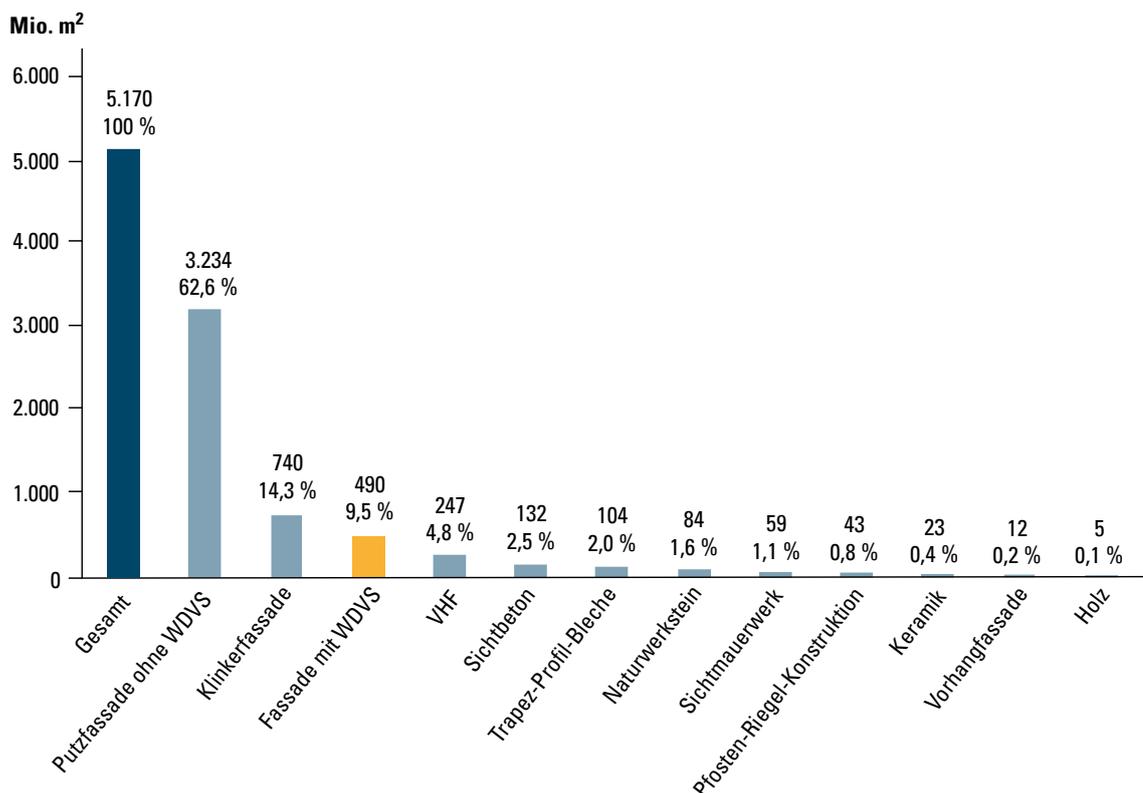
## Fassadensysteme und WDVS

Die Hüllfläche von Gebäuden wird üblicherweise aufgeteilt in Dach-, Fassade- und Kellerflächen bzw. erdberührte Flächen. Der Anteil der Fassade an der gesamten Hüllfläche ist abhängig von der Größe und Geometrie des Gebäudes und beläuft sich für Einfamilienhäuser auf ca. 30 bis 35 %, für Mehrfamilienhäuser auf ca. 45 bis 50 % der gesamten Hüllfläche. Dämmmaßnahmen an Fassaden tragen somit maßgebend zur Energieeinsparung bei.

(1) Baustoffinformationssystem WECOBIS: <http://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe.html>, abgerufen am 26.07.2017.

Abbildung 2

Flächenmäßiger Fassadenbestand in Deutschland nach Fassadensystemen



Quelle: Fassadenmarktstudie des Fachverbandes VHF und Produktionsstatistik des Fachverbandes WDVS

Die in Deutschland verbauten Fassadensysteme wurden letztmals 2001 in einer Marktstudie des Fachverbandes Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF) umfangreich untersucht.<sup>2</sup> Dafür wurde der Fassadenbestand in elf Haupttypen gruppiert (Abbildung 2). Für das in dieser Studie nicht separat ausgewiesene System Fassade mit WDVS (oranger Balken in Abbildung 2) wurden Daten der Produktionsmengen gemäß Angaben des Fachverbandes Wärmedämm-Verbundsysteme e.V. verwendet.<sup>3</sup>

Auf Basis der Daten der Fachverbände sind in Abbildung 2 die flächenmäßigen Anteile der Fassadensysteme in Mio. m<sup>2</sup> dargestellt. Die gesamte Fassadenfläche in Deutschland wird demnach mit 5.170 Mio. m<sup>2</sup> angegeben. Die vier häufigsten Systeme decken gut 90 % aller Fassadenflächen ab: Klassische Putzfassaden ohne WDVS liegen mit einem Anteil von 62,6 % (3.234 Mio. m<sup>2</sup>) an der

Spitze, gefolgt von Klinkerfassaden mit 14,3 % (740 Mio. m<sup>2</sup>), dem WDVS mit 9,5 % (490 Mio. m<sup>2</sup>) und den vorgehängten hinterlüfteten Fassaden (VHF) mit 4,8 % (247 Mio. m<sup>2</sup>).

Während das WDVS im Jahr 2001 flächenmäßig für ca. knapp 10 % aller Fassadensysteme in Deutschland eingesetzt wurde, zeigen neuere Zahlen aus den Produktionsstatistiken des Fachverbandes WDVS und dem Fachverband VHF, dass sich der WDVS-Anteil zwischen 2002 und 2012 nahezu verdoppelt hat. Die jährlichen Produktionsraten von 30 bis 40 Mio. m<sup>2</sup> liegen beispielsweise im Vergleich zu VHF mit ca. 6 Mio. m<sup>2</sup> für denselben Zeitraum deutlich höher. Derzeit wird bei WDVS-Fassaden von einer Bestandsfläche von ca. 1 Mrd. m<sup>2</sup> ausgegangen. Diese überdurchschnittliche Zunahme der WDVS-Fassaden in den letzten Jahren erklärt eventuell die Fokussierung der öffentlichen Debatte auf diesen Fassadentyp beim Thema Wärmedämmung.

Die Zahlen zeigen, dass WDVS und insbesondere WDVS auf Polystyrolbasis zwar einen wichtigen Anteil an der Gesamtfassadenfläche und auch am gesamten Dämmstoffmarkt haben, aber nicht derartig flächendeckend eingesetzt werden, wie es die Berichterstattungen über Fassadendämmmaßnahmen – im speziellen die Maßnahmen mit WDVS – teilweise darstellen. Deshalb stellt sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit von Fassaden-Dämmmaßnahmen, welche nachfolgend betrachtet wird.

- 
- (2) Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e.V. (FVHF): Fassadenmarktstudie II, Version 06.06.2002, M&V Marketing- und Vertriebsberatung und Partner, Saarbrücken.
- (3) Albrecht, W.; Schwitalla, C.: Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS. Endbericht des Zukunft-Bau-Antragsprojekts F20-11-1-094 im Auftrag des Fachverband Wärmedämm-Verbundsysteme e.V., Stuttgart 2014.





## Sicherheitsbelange – Stichwort Brandschutz

Brandschutzvorschriften sorgen dafür, dass polystyrolbasierte WDVS mit hohen Dämmstoffdicken sicher und dauerhaft als schwer entflammbare Fassade ausgeführt werden.

Über die Brandgefahr von WDVS auf Polystyrolbasis wurde in letzter Zeit einseitig berichtet. Ausschlaggebend war ein spektakuläres Brandereignis in Frankfurt am Main, bei dem ein im Bau befindliches WDVS vollständig abbrannte. Problematisch an diesem Fall war, dass die schützende Putzschicht noch nicht aufgebracht war. Da die Brandschutzanforderungen an das Gesamtsystem WDVS gestellt werden, war somit strittig, ob wirklich das Produkt WDVS in Frage zu stellen ist.

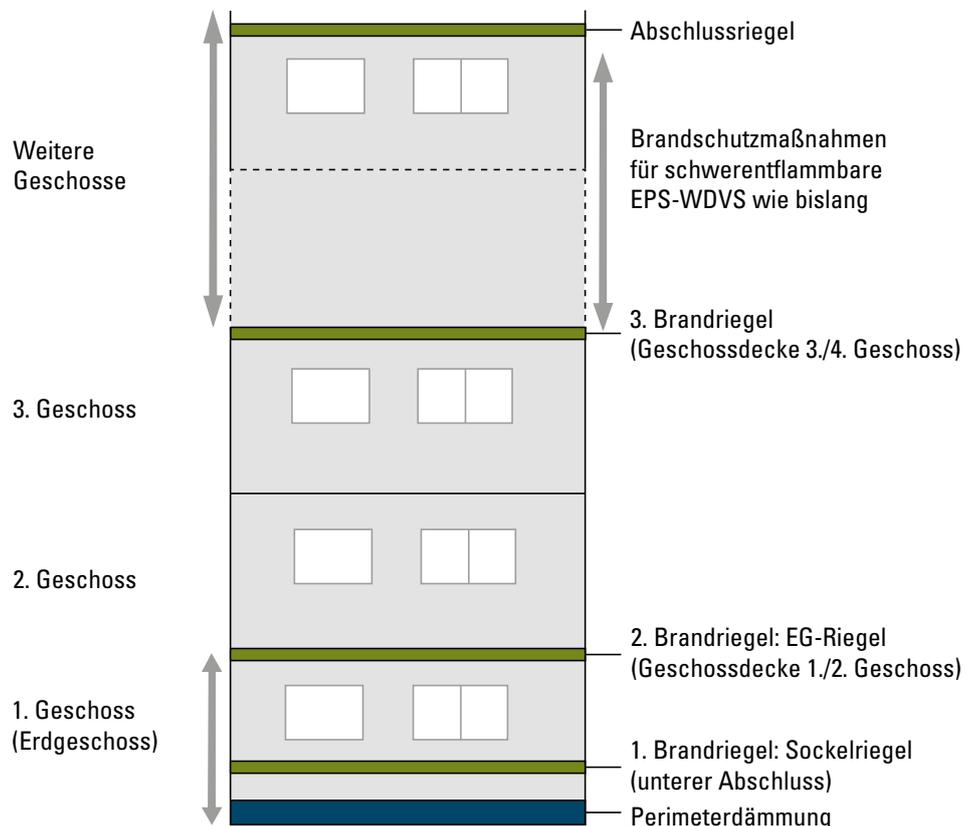
Auf Betreiben der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in der Bundesrepublik Deutschland (AGBF Bund) wurde ein Melderegister bei der Feuerwehr Frankfurt am Main eingerichtet. Dort werden Gebäudebrände, die in

Zusammenhang mit WDVS stehen, aus dem ganzen Bundesgebiet dokumentiert und veröffentlicht. Im Zeitraum von 2001 und 2016 wurden dort ca. 90 Brände registriert. Demgegenüber stehen nach Zahlen des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. jährlich ca. 120.000 Brandereignisse. Ein signifikantes Gefährdungsrisiko durch WDVS lässt sich somit statistisch nicht nachweisen.

Dennoch waren die dokumentierten Brandereignisse in Zusammenhang mit WDVS Anlass, sich auf Länderebene eingehend mit dem Thema Brandschutz und WDVS auf Basis von Polystyrol-Hartschaum zu beschäftigen. Die beauftragten Untersuchungen führten im Weiteren zur Verschärfung der Vorschriften für

Abbildung 6

Zusätzliche Brandschutzmaßnahmen für schwer entflammbare WDVS auf Basis von Polystyrol bei Gebäuden



die Neuerrichtung von Gebäuden mit WDVS. Darin wurde vor allem dem Brandangriff von außen Rechnung getragen, wie er zum Beispiel bei Mülltonnen- oder Kfz-Bränden auftreten kann. Unter anderem wurde festgelegt, dass zwei zusätzliche horizontale Brandriegel unmittelbar über dem Sockel sowie über dem Erdgeschoss eingebaut werden müssen. Bisher galt, dass Brandriegel nur nach dem zweiten Geschoss und nachfolgend im Abstand von zwei Etagen einzubauen sind (Abbildung 6).

Eine Nachrüstungsverpflichtung für den Baubestand wurde aus Gründen der Verhältnismäßigkeit nicht gefordert. Bei Bestandsänderungen an Bauwerken/Gebäuden mit WDVS ist jedoch eine Anpassung an die neuen Vorschriften vorzunehmen.

Besonderes Augenmerk gilt für die Zeit der Errichtungsphase von Bauwerken/Gebäuden mit WDVS auf Polystyrolbasis, in der die schützende Putzschicht noch nicht aufgebracht

wurde. Denn nur als Gesamtsystem erfüllen WDVS die bautechnischen Anforderungen. Hier gilt es, die vorhandenen Anforderungen aus der Musterbauordnung, Baustellenverordnung und die Verordnungen zum Arbeitsschutz konsequent umzusetzen.

Für die Umsetzung und Verbreitung der verschärften Ziele wurden vom zuständigen Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) folgende Maßnahmen ergriffen:

- Schriftliche Stellungnahme mit konstruktiven Details zur Verbesserung des Brandverhaltens von WDVS auf Polystyrolbasis
- Merkblatt „Empfehlungen zur Sicherstellung der Schutzwirkung von WDVS aus Polystyrol“ mit Informationen über Präventivmaßnahmen im Baubestand
- Einrichtung einer öffentlichen FAQ-Liste, die fortlaufend aktualisiert wird

Mit den zusätzlichen Maßnahmen können polystyrolbasierte WDVS mit hohen Dämmstoffdicken sicher und dauerhaft als schwer entflammbare Fassade ausgeführt werden. Die neuen Vorschriften sind seit 1. Januar 2016 auf der Baustelle umzusetzen. WDVS mit anderen Dämmstoffarten sind von der Regelung nicht betroffen.



Bei Dämmstoffen aus Polystyrol (sowohl beim expandierten Polystyrol EPS als auch beim extrudierten XPS) wurde als Flammenschutzmittel üblicherweise Hexabromcyclododecan (HBCD) eingesetzt. HBCD erfüllt gemäß europäischer Chemikalienverordnung REACH die Kriterien für PBT-Stoffe, d. h. persistente (dauerhaft in der Umwelt verbleibend), bioakkumulierende (sich in Organismen anreichernde) und toxische (giftig für Mensch, Ökosysteme oder Organismen) Stoffe.

HBCD wurde in das Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe (Anhang XIV) der REACH-Verordnung (EG-Verordnung Nr. 1907/2006) aufgenommen und ab dem 21. August 2015 zulassungspflichtig. Ferner ist HBCD mit Beschluss der 6. Vertragsstaatenkonferenz des Stockholmer Übereinkommens in der sogenannten POP-Liste (POP – Persistent Organic Pollutants) als persistenter organischer Abfall eingetragen. Für diese Stoffe gilt ein weltweites Herstellungs- und Verwendungsverbot. Die Stockholmer Konvention verabschiedete aber zusätzlich, dass die Vertragsstaaten zeitlich begrenzte Ausnahmen für die Verwendung von HBCD in EPS- und XPS-Dämmstoffplatten zulassen können.

Als Ersatzstoff zu HBCD steht PolyFR (Polymeric Flame Retardant) zur Verfügung, welches keine PBT-Einstufung hat. Viele deutsche Dämmstoffhersteller haben ihre Produktion bereits umgestellt. Ein Konsortium aus 13 überwiegend ausländischen Firmen hat eine zeitlich befristete Zulassung nach der REACH-Verordnung beantragt. Mit Beschluss vom 8. Januar 2016 wurde entschieden, dass Formulierungen von flammhemmenden EPS unter Verwendung von HBCD für Bauzwecke noch bis 21. August 2017 verwendet werden dürfen. Nähere Informationen können dem Hintergrundpapier „Hexabromcyclododecan (HBCD): Antworten auf häufig gestellte Fragen“ (Fassung Januar 2016) des Umweltbundesamtes entnommen werden.<sup>8</sup>

Für Bauherren, Planer und Bauausführende führt dies zu Mehraufwand im Planungs- und Bauprozess. Eine einheitliche Farbkennzeichnung der HBCD-freien Produkte, so wie sie auch vom BBSR gefordert wird, wurde bis heute nicht umgesetzt. Daher bleibt als Informationsweg derzeit gemäß REACH-Verordnung lediglich die Anfrage beim Hersteller, ob in einem Dämmstoff HBCD eingesetzt wurde oder nicht. Zudem muss nach der Bauproduktenverordnung die

Information über die Verwendung von HBCD zusammen mit der Leistungserklärung zum CE-Zeichen für Dämmstoffe, die nach einer harmonisierten technischen Spezifikation hergestellt wurde, zur Verfügung gestellt werden. Dies erfolgt in der Regel durch Weitergabe des Sicherheitsdatenblattes des Dämmstoffes.

Der Bund als Bauherr verlangt seit 2011 über das BNB ab Qualitätsniveau 3 einen Verzicht auf HBCD-haltige Bauprodukte und verschärfte dies ab 2014 auf das Qualitätsniveau 2. Des Weiteren werden die eingesetzten Bauprodukte über die technischen Merkblätter und gegebenenfalls Sicherheitsdatenblätter dokumentiert.

(8) Umweltbundesamt (Hrsg.): Hexabromcyclododecan (HBCD): Antworten auf häufig gestellte Fragen. Hintergrundpapier, Berlin 2016, Download unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/haeufig-gestellte-fragen-antworten-zu-abgerufen-am-26.07.2017>.

## Rückbau, Entsorgung, Recycling

Die Beseitigung von Polystyrol über die thermische Verwertung in Müllverbrennungsanlagen ist unbedenklich. Aber auch Recyclingverfahren sind vielversprechend.

Über das Nutzungsende von WDVS liegen im Vergleich zur Erstellungs- und Nutzungsphase weit weniger Informationen vor. Grund dafür sind die geringen Rückbauraten und die Langlebigkeit der Produkte, die überwiegend in den letzten 10 bis 15 Jahren verbaut wurden. In einem zuwendungsgeförderten Forschungsprojekt unterstützten BMUB und BBSR deshalb das Forschungsprojekt „Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS“, das diese Aspekte betrachtet.<sup>9</sup> Die Datenlage stellt sich danach wie folgt dar:

Die Mehrzahl der verbauten WDVS hat ihr Nutzungsende noch nicht erreicht; selbst frühe WDVS-Konstruktionen aus den 1960er-Jahren befinden sich noch im Bestand. Der typische Rückbau von WDVS erfolgt zurzeit beim Komplettumbau oder Rückbau von Gebäuden. Die Menge der Polystyrol-Abfälle aus dem Bauwesen konnte nicht ermittelt werden. Daten des Statistischen Bundesamts geben lediglich Auskunft über die Gesamtmenge der jährlich anfallenden Dämmstoffe (85.000 t), eine Differenzierung nach einzelnen Dämmstoffarten ist nicht möglich. Eine Studie zur Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen gibt für 2011 eine jährliche EPS-Bauabfallmenge von 42.000 t an.<sup>10</sup> Wie viel davon aus WDVS stammt, ist unbekannt.

Eine Umfrage bei den Verbänden ergab EPS-Bauabfälle aus WDVS in Größenordnungen von 3.000 t pro Jahr. Zwischen den statistischen Daten und den von den Verbänden genannten Daten aus der Praxis klafft eine erhebliche Lücke, die auf dieser Datengrundlage nicht geschlossen werden kann. Es wird vermutet, dass eine bedeutende Menge an Dämmstoffabfällen über den Baumischabfall entsorgt wird. Eine Getrennthaltung von Polystyrolabfällen, wie es über die Abfallverzeichnisverordnung

vorgesehen ist, wird diese Datenlücke größtenteils in den kommenden Jahren füllen.

### Rückbau

Der Rückbau von WDVS erfolgt derzeit in der Regel maschinell. Mit einem Tieflöffelbagger wird das Gesamtsystem von der Wand abgeschabt. Eine sortenreine Trennung von Dämmung und sonstigen Bestandteilen wie Putz, Putzgewebe und Dübel ist dabei nur bedingt möglich.

Liegen Anforderungen an den Erhalt der Bausubstanz vor, wird das WDVS händisch mit Stoßeisen, Spaten und Spachteln gelöst. Dabei ist eine Trennung von Putz und Dämmung möglich. Mit dem sogenannten Strippen, bei dem das Putzsystem in schmalen Bahnen an der Fassade eingeschnitten wird, gelingt geübten Fachkräften ein Abziehen des Putzsystems ohne nennenswerte Anhaftung von Putzresten aus dem EPS. Das anschließende Abtrennen des EPS erfolgt dann maschinell oder händisch.

Derzeit befinden sich noch keine speziellen Geräte für WDVS-Rückbau auf dem Markt. Ein industrielles Verfahren oder eines, das flächendeckend handwerklich angewendet werden kann, steht nicht zur Verfügung. Das oben genannte Forschungsprojekt zeigte, dass bei entsprechender Nachfrage in absehbarer Zeit geeignete Verfahren entwickelt werden könnten. Negativ wirken sich jedoch die geänderten Konstruktionsregeln von WDVS in Folge der erhöhten Brandschutzanforderungen aus. Zum Beispiel erhöhen zusätzliche Dübelverbindungen den Aufwand des Abschälens, aber auch die höhere Anzahl von Brandschutzriegeln aus nicht brennbaren Dämmstoffen trägt dazu bei, den Sortieraufwand der einzelnen Abfallstoffe zu erhöhen.

(9) Schwitalla C.; Albrecht, W.: Rückbau, Recycling und Verwertung von WDVS. Endbericht des Zukunft-Bau-Antragsprojekts F20-11-1-094, November 2014.

(10) Lindner, C.: Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2011. Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH, Alzenau 2012.

Ein weiteres Manko ist die Einstufung von Polystyrol mit dem Flammschutzmittel HBCD als gefährlicher Abfall seit dem 1. Oktober 2016. Seitdem ist sicherzustellen, dass dieses Material beim Rückbau aus dem Produktkreislauf ausgeschleust wird und sich nicht in der Umwelt anreichern kann. Da eine Unterscheidung zwischen HBCD-freiem und HBCD-haltigem Polystyrol aufgrund der fehlenden einheitlichen optischen Produktkennzeichnung nur mit chemischer Analyse möglich ist, werden Rückbau- und Beseitigungsaufwände erheblich steigen. Es ist davon auszugehen, dass durch ihre Langlebigkeit und die Möglichkeit von Aufdopplungen alter WDVS HBCD-haltige Polystyrol-dämmstoffe über viele Jahrzehnte im Rückbau anfallen werden.

### Thermische Verwertung/ Entsorgung

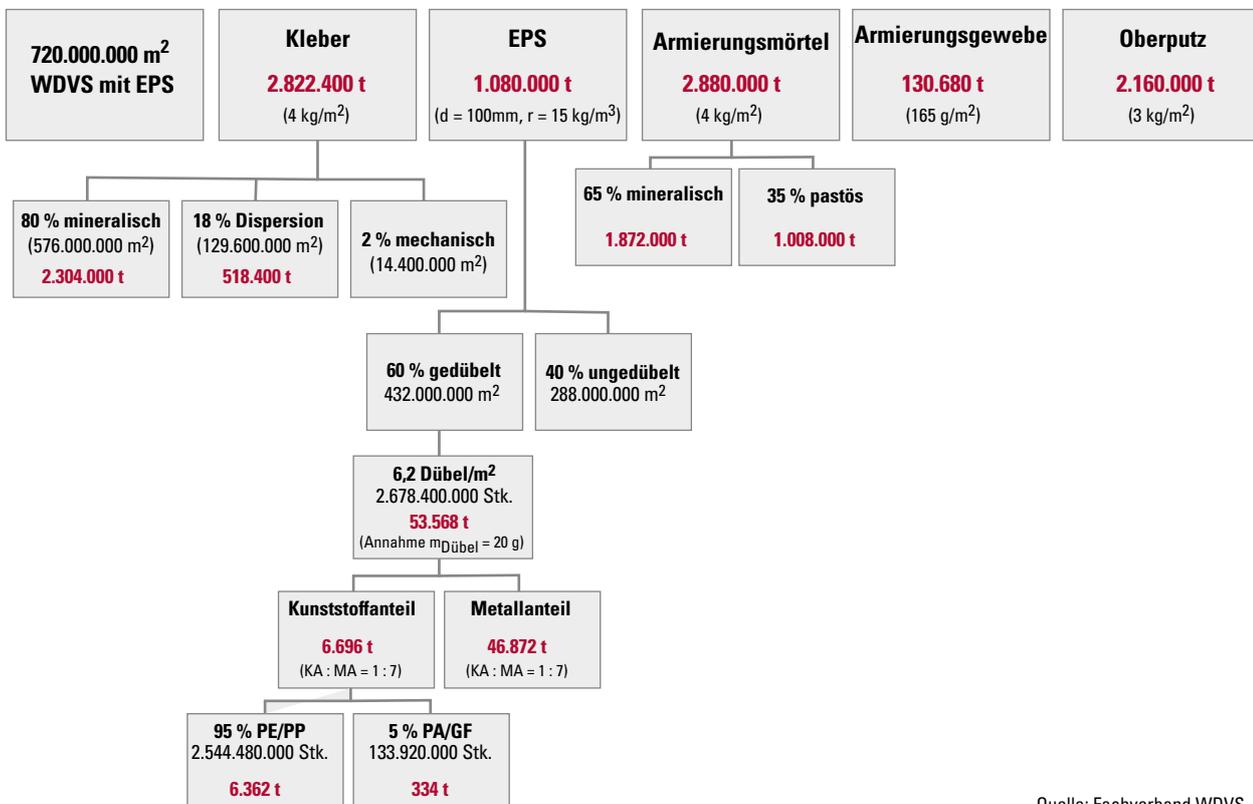
Die in Deutschland von 1960 bis 2012 produzierte Menge an Polystyrol-Hartschaum wird mit ca. 5,8 Mio. t angegeben. Davon wird heutzutage ca. 1 Mio. t den WDVS zugewiesen (Abbildung 7). Mit der Einstufung von HBCD-haltigem Polystyrol als POP (Persistent Organic Pollutant) besteht eine weltweite Verpflichtung der Ausschleusung dieser Produkte aus dem Stoffkreislauf. Bauprodukte, die in diese Kategorie fallen, müssen mit für die Ausschleusung genehmigten Verfahren behandelt und beseitigt werden.

Derzeit ist lediglich die Verbrennung anerkannt. Als Verbrennungsweg

wurde in Deutschland die Hausmüllverbrennung gewählt. 2014 konnte in einem Großversuch in der Müllverbrennungsanlage Würzburg HBCD-haltiges Polystyrol nachgewiesen werden, dass in einer Maximalkonzentration von 2 % der Masse verbrannt werden kann. Das Ergebnis zeigte eine vollständige Zerstörung von HBCD. Die Grenzwerte für das Abgas wurden eingehalten. Bei einem derzeitigen Bestand von 69 Müllverbrennungsanlagen mit einer Kapazität von ca. 20 Mio. t/a ergibt sich bei einem maximalen Leichtstoffanteil von 2 % der Masse eine Kapazität von 400.000 t/a. In der Praxis wird von maximalen Polystyrol-Konzentrationen von 1 % der Masse ausgegangen, da auch andere Abfallstoffe zur Leichtfrak-

Abbildung 7

Berechnete Massen der von 1960 bis 2012 eingebauten WDVS-Komponenten bezogen auf die in diesem Zeitraum mit EPS-Hartschaumstoff gedämmte Fassadenfläche nach Angabe des Fachverbandes WDVS



Quelle: Fachverband WDVS

tion beitragen. Somit stehen derzeit 200.000 t jährlicher Verbrennungskapazität 42.000 t statistischem Bau-EPS gegenüber, das in den nächsten Jahren deutlich zunehmen kann.

Aus energetischer Sicht ist die Verbrennung von Polystyrol sinnvoll, da der Brennwert mit dem von Erdöl gleichgesetzt werden kann. Dabei darf jedoch nicht vergessen werden, dass das Gesamtsystem WDVS neben dem Dämmmaterial die Komponenten Mörtel, Putz, Armierungsgewebe und Dübel enthält. Mörtel und Putz alleine machen etwa 5 Mio. t aus. Das Dämmstoffverhältnis in WDVS beträgt somit 1:5. Da Mörtel und Putz in der Regel nicht brennbar sind oder aber einen schlechten Heizwert besitzen, ist für eine gute thermische Verwertung eine Trennung von der Dämmschicht nötig. Die Kapazitäten aller zu erwartenden Materialströme aus WDVS werden vom Fachverband WDVS, wie in Abbildung 7 dargestellt, eingeschätzt.

## Recycling

Eine Alternative zur thermischen Verwertung ist das rohstoffliche Recycling. Das vom Fraunhofer Institut für Verpackung entwickelte Crea-

Solv-Verfahren ist in der Lage, auch schwach verunreinigtes und HBCD-haltiges Polystyrol in einem Löse- und Reinigungsprozess wieder in Styrol umzuwandeln und Verschmutzungen und HBCD weitestgehend auszufiltern. Das so recycelte Styrol ist dem herkömmlich erzeugten Material gleichwertig. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist die Möglichkeit des stofflichen Recyclings von HBCD. Ziel dabei ist es, das enthaltene Brom, das ein hohes ökonomisches Potenzial besitzt, wiederzugewinnen.

Das Zusammenspiel von Styrol- und Bromrückgewinnung steigert die Wirtschaftlichkeit von CreaSolv, da die Wertschöpfung über das noch relativ günstige Styrol am Markt noch nicht erzielt werden kann. Das Fraunhofer Institut versucht seit längerem, eine Pilotanlage in Deutschland aufzubauen. Ein Hemmnis ist bisher die unsichere Versorgung mit einer ausreichenden Menge von Polystyrol. Benötigt wird eine Mindestmenge von ca. 500 t/a, die derzeit nicht an einem Ort kontinuierlich gewährleistet werden kann.

CreaSolv hat das Potenzial, neben der Verbrennung ein weiteres Verfahren für die Ausschleusung von

HBCD zu werden. Neben dem Beitrag zur Ressourcenschonung wird ein zweiter Verwertungsweg auch einen Kostensenkungseffekt bei der derzeitigen Entsorgungspraxis erreichen. Die effizienteste stoffliche Verwertung ist ein kombiniertes Styrol- und Bromrecycling. Insbesondere das Brom aus den Flammschutzmitteln ist wirtschaftlich attraktiv. Damit kann sowohl das gefährliche HBCD als auch das neue ungefährliche Flammschutzmittel PolyFR (Polymeric Flame Retardant) zur rentablen Bromquelle werden. Verfahrenstechnisch hilfreich für die Separation von Styrol und Brom ist die Vorsortierung der drei unterschiedlichen Polystyrolarten (Polystyrol ohne Flammschutz, Polystyrol mit HBCD und mit PolyFR). Ohne eine Farbkennzeichnung der HBCD-freien Polystyrolprodukte scheint eine einfache Separation der drei Chargen nur schwer möglich. Somit steigt das Risiko, dass Brom rentabel rückgewonnen werden kann.

## Baukulturelle Auseinandersetzung

Konflikte mit der Gestaltqualität gibt es vor allem bei der Dämmung von Bestandsgebäuden. Dabei zeigt sich oft: eine architektonisch anspruchsvolle Lösung ist nicht zwingend mit hohen Kosten verbunden. Auf gute fachliche Beratung kommt es an.

Die Anforderungen zur Verbesserung des Wärmeschutzes wirken sich zwangsläufig auf die Baukonstruktion und somit in der Regel auch auf das Erscheinungsbild von Gebäuden aus. Die Außenwand ist in diesem Diskurs deshalb nicht nur der Raumabschluss eines Gebäudes nach außen hin, sondern auch architektonisches und baukulturelles Element. Gerade bei energetischen Ertüchtigungen von Fassaden, die zum historisch wertvollen Gebäudebestand gerechnet werden, entzündeten sich baukulturelle Debatten über die Sinnhaftigkeit entsprechender Dämmmaßnahmen. Ganze Straßenzüge werden vielerorts mit Wärmedämmung und einer oftmals als gestalt- und lieblos empfundenen Putzfassade bedeckt. Architekten sehen die Baukultur in Gefahr.

Objektiv betrachtet sind Bauweisen oder Baumaterialien aus baukultureller Sicht Mittel zum Zweck; eine pauschale Unterscheidung in hochwertige und minderwertige Bauprodukte gibt es hier nicht. Das gilt auch

für Wärmedämmverbundsysteme, die oft symbolhaft für ein baukulturelles Manko und eine eingeschränkte architektonische Freiheit in Verbindung mit Energieeinsparmaßnahmen stehen. Die technischen und ökonomischen Vorteile von WDVS führten zu einer flächendeckenden Anwendung. Dass dabei baukulturell und architektonisch nicht immer optimal gehandelt wurde, wird zunehmend als problematisch empfunden. Aus Sicht von Kritikern gaukelt ein WDVS einen monolithischen Wandaufbau mit Putzfassade vor. Der hohle Ton beim Dagegenklopfen könne das Gefühl einer fehlenden Wertigkeit bzw. billigen Anmutung des Systems attestieren. Die sensorische Einordnung des optischen und akustischen Abbilds passe nicht zur tradierten Erfahrung, obwohl eine Putzfassade rein optisch als baukulturell unkritisch gilt.

Was im Neubau beim Erstentwurf berücksichtigt werden kann, führt im Bestandsbau sehr schnell zu Konfliktsituationen. Insbesondere bei historisch wertvollen Gebäuden treten eher baukulturelle oder architektonische Unstimmigkeiten auf, wie zum Beispiel die Veränderung der Gestalt durch die Überdämmung von Ornamenten, Mustern oder Strukturen oder die Änderung der Proportion beispielsweise durch die Verkleinerung von Fensteröffnungen und Erhöhung der Laibungstiefen. Hier kann als Energieeinsparmaßnahme ein Innendämmsystem gewählt werden. Bei ebenen Bestandsfassaden, deren Materialität prägend wirkt wie zum Beispiel Sichtbeton, Klinker oder Keramik, müssen nicht zwangsläufig Nachteile durch das Anbringen einer neuen Fassade entstehen. So können bei der Fassadengestaltung Ideen aus dem Erstentwurf aufgegriffen werden und bereits Verlorengangenes dem Gebäude einen neuen Charakter verleihen (Abbildung 8).

Abbildung 8

**Neue Putzfassade: Mit der Relieferung wird die originale, nicht mehr vorhandene Stuckfassade zitiert**



Fassade: Hild und K Architekten, Foto: Claus Asam

Auch die Beachtung von Bauwerksproportionen wie Dachüberstände, Fenster- und Türgrößen oder Laibungen können zu einem stimmigen Gesamteindruck führen (Abbildung 9).

Bei der Materialität der Oberfläche sind WDVS nicht auf Putze beschränkt und die leicht zu bearbeitende Dämmschicht erlaubt eine dreidimensionale Formgebung (Abbildung 10). Den Architekten und den Bauherren öffnet sich dadurch ein mannigfaltiger Gestaltungsspielraum.

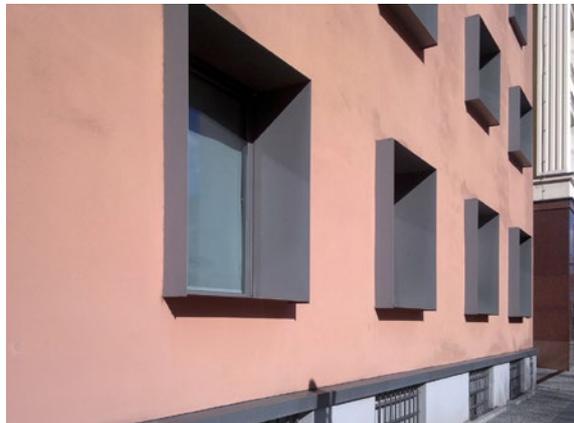
So wie „Kleider Leute machen“ prägen Fassadenbekleidungen das Erscheinungsbild von Bauwerken. Die Auswahlmöglichkeiten unterschiedlicher Materialien und Bauprodukte für die Gestaltung von Fassaden ist heutzutage ähnlich umfangreich wie

die Auswahl von Bekleidung. Die Entscheidung trifft in der Regel der Bauherr, der mehr oder weniger frei über die Architektur seiner Fassade entscheiden kann. Begrenzungen sind zwar vorhanden, wie zum Beispiel die finanziellen Möglichkeiten oder auch Vorschriften wie kommunale Gestaltungssatzungen. Trotz allem bleiben zahlreiche Möglichkeiten, die am besten von einem professionellen „Gestaltungsberater“ überblickt werden können. Seit vielen Jahrhunderten haben sich die Architekten ein Know-how erarbeitet, dass in dieser Situation dringend benötigt wird und auch für baukulturell schwierige Baumaßnahmen die beste Lösung findet. Auf diesem Weg zeigt sich häufig, dass eine architektonisch anspruchsvolle Lösung nicht zwingend mit hohen Kosten verbunden sein muss.

Im Bundesbau ist es üblich, dass bereits in der frühen Planungsphase – im Wettbewerb – Architekten und Fachplaner gemeinsam an Lösungen arbeiten. Über die Systematik für Nachhaltigkeitsanforderungen in Planungswettbewerben (SNAP) werden neben den architektonischen Attributen auch Baustoffe und Energiebedarf an Fassaden abgefragt. Dies ist ein wichtiger Schritt. Denn nur, wenn sich frühzeitig alle am Bau Beteiligten mit architektonischen, bautechnischen und umweltbezogenen Aspekten beschäftigen, ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, dass aus baukultureller Sicht ein Optimum erzielt wird. Das BBSR wird diesen Prozess weiter verfolgen und aktiv mit allen Akteuren fortentwickeln.

Abbildung 9

**Bürotrakt des Bundespresseamts, Dorotheenstraße Berlin: Das Bestandsgebäude (Plattenbau) wurde mit einer neuen Fassade (WDVS) versehen. Besonderes Gestaltungselement sind die gerahmten Laibungen.**



Fassade: KSP Engel und Zimmermann Architekten, Fotos: Claus Asam

Abbildung 10



**Links: Strukturierte, dreidimensionale Gestaltung mit WDVS am Bikinihaus in Berlin. Rechts: Büro und Geschäftshaus mit strukturierter WDVS-Fassade, Welfenstraße München.**

Fassade und Fotos: Hild und K Architekten

## Fazit

Das Bauen ohne Dämmstoffe ist auch in Zukunft nicht vorstellbar. Gerade für das deutsche Klima sind Gebäudehüllen aus einer Kombination von Dämmung und wärmespeicherfähiger Masse besonders effizient. Defizite am Dämmen sind deshalb aus Sicht des nachhaltigen Bauens zu beseitigen, das Positive ist verstärkt anzuwenden.

Die Kritik an Dämmmaßnahmen, die sich häufig symbolisch über das Wärmedämmverbundsystem und den Dämmstoff Polystyrol ausdrückt, äußerte sich in letzter Zeit häufig als wenig sachgerechte Haltung, in dem das Dämmen prinzipiell abgelehnt wird. Ingenieurtechnischer Sachverstand kann sich in diesem Diskurs nur unzureichend durchsetzen. Die Kernfrage „Warum dämmen wir unsere Gebäude?“ sollte deshalb wieder in den Fokus gerückt werden, ohne freilich die baukulturelle Problematik zu vernachlässigen.

Dämmstoffe werden im Bauwesen überwiegend eingesetzt, um den Wärmedurchgang zu bremsen und dadurch Energie für die Beheizung- und Warmwasserbereitung zu sparen. Vergleichbar mit der Kleidung des Menschen, die er wie selbstverständlich dem Umgebungsklima anpasst und die deshalb auch als zweite Haut bezeichnet wird, dient die Gebäudehülle als dritte Haut. Aus Praktikabilitäts- und Kostengründen kann dem Haus kein wechselndes Winter- oder Sommerkleid „angezogen“ werden. Deshalb wird für die deutschen Klimaverhältnisse eine Konstruktion angestrebt, die über das Jahresmittel ein Optimum findet. Für das in Deutschland vorherrschende kühlgemäßigte Klima ist es von Vorteil, wenn Gebäude sowohl eine gut gedämmte Gebäudehülle als auch Speichermasse erhalten. Die Dämmung sorgt dabei für die Energieeinsparung, die Masse des Gebäudes dient dem Ausgleich von extremen Temperaturschwankungen.

Eine konstruktive Spezialisierung von Dämmschicht und Speicherschicht hat sich dabei als sehr effizient herausgestellt. Gerade Dämmstoffe zeigen aus Sicht der Energiebilanz, dass selbst bei energieintensiven Ausgangsstoffen für die Herstellung der Produkte die Energieeinsparung während der Gebäudenutzung in wenigen Jahren amortisiert werden. Es ist zu erwarten, dass aus Sicht der Energieeffizienz zukünftig Mehrschichtkonstruktionen mit klarer Funktionsteilung an Stellenwert gewinnen werden. Um auch die Rohstoffeffizienz im selben Maße zu steigern, sind Montage- und Demontagekonzepte der Schichtverbünde mit integrierten Stoffkreisläufen anzustreben.

Die in den letzten Jahren überdurchschnittliche Zunahme von WDVS in der Gesamtschau der Fassadentypen zeigte auch Fehlentwicklungen, über die gesprochen und an denen gearbeitet werden muss. Vieles hat sich bereits verbessert. So wurde der Brandschutz für schwer entflammbare WDVS konsequent optimiert. Umweltbelange wie die biozide Ausrüstung von Putzen und Farben sind im Fokus. Die Hersteller arbeiten an verbesserten Produkten und der Verbraucher hat die Wahl, sich für alternative Produkte zu entscheiden.

Die aktuelle Flammschutzproblematik und die damit verbundene Einstufung von Bau-Polystyrolen mit dem Flammschutzmittel HBCD wurden in der letzten Zeit als nachteilig eingestuft. Der Bundesrat hat am 7. Juni 2017

einer Verordnung zugestimmt, die für den zukünftigen Entsorgungsweg von HBCD-haltigen Dämmplatten Klarheit schafft. HBCD-haltige Dämmstoffabfälle werden damit als nicht gefährlich eingestuft. Somit können Polystyrolabfälle wie bisher thermisch verwertet werden. Der Entsorgungsvorgang bleibt jedoch überwachungspflichtig, so dass die Dämmstoffe getrennt gesammelt werden müssen. Der zusätzliche Aufwand für die Getrenntsammlung, der von Seiten der Bauindustrie mit Skepsis gesehen wird, bietet jedoch mittelfristig gute Voraussetzungen für das stoffliche Recycling.

Die technischen Anlagen zur Wiedergewinnung von Styrol und HBCD sind seit Jahren entwickelt, können jedoch aufgrund der zu geringen Sammelraten von Polystyrolabfällen nicht wirtschaftlich betrieben werden. Die Getrennthaltung von Polystyrolabfällen ist Voraussetzung für das stoffliche Recycling. Die befürchteten Steigerungen der Entsorgungskosten könnten sich bei richtiger Anwendung des stofflichen Recyclings mittelfristig sogar reduzieren. Eine weitere Voraussetzung dafür ist eine eindeutige Kennzeichnung von HBCD-freiem Polystyrol. Dann könnte aus gefährlichem Abfall sogar eine

gefragte Rohstoffquelle der Zukunft werden.

Dämmmaßnahmen verändern unsere gebaute Umwelt. Die Maßnahmen bergen sowohl Risiken als auch Chancen. Es entsteht der Eindruck, dass die positiven Aspekte der Energieeinsparmaßnahmen viel zu selten voll ausgeschöpft werden. Insbesondere für die Zukunftsfähigkeit der Bestandgebäude bieten sich neben wirtschaftlichen auch architektonisch-baukulturelle Potenziale, die es im Sinne des nachhaltigen Bauens mit allen am Bau Beteiligten gemeinsam zu entwickeln und umzusetzen gilt.

