

TEXTE

73/2026

Abschlussbericht

Weiterentwicklung des Produktportfolios des Umweltzeichens Blauer Engel – Dämmstoffe und Dämmsysteme für die Wärmewende

von:

Raphaela Ivanica, Christina Boberach, Kerstin Lohr, Christoph Sprengard
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München (FIW München)

Johannes Schwaiger, Oliver Tröppner
SKZ - KFE gGmbH, Würzburg

Corvin Veith, Joachim Reinhardt
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (ifeu)

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 73/2026

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3722 37 303 0

Abschlussbericht

Weiterentwicklung des Produktportfolios des Umweltzeichens Blauer Engel – Dämm- stoffe und Dämmsysteme für die Wärme- wende

von

Raphaela Ivanica, Christina Boberach, Kerstin Lohr, Chris-
toph Sprengard
Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München (FIW
München)

Johannes Schwaiger, Oliver Tröppner
SKZ - KFE gGmbH, Würzburg

Corvin Veith, Joachim Reinhardt
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (ifeu)

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
Bürgerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München (FIW München)
Lochhamer Schlag 4
82166 Gräfelfing

In Zusammenarbeit mit
SKZ - KFE gGmbH, Würzburg und
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (ifeu)

Abschlussdatum:

September 2025

Redaktion:

Fachgebiet III 1.4 Stoffbezogene Produktfragen
Dr. Berit Schumann

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-8219>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Mai 2026

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Weiterentwicklung des Produktportfolios des Umweltzeichens Blauer Engel – Dämmstoffe und Dämmsysteme für die Wärmewende

Das vorliegende Projekt befasst sich mit der Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel für Dämmstoffe und Dämmsysteme im Kontext der Wärmewende. Hintergrund des Projekts ist das gesetzlich verankerte Ziel, dass Deutschland bis spätestens 2045 treibhausgasneutral sein soll. Der Gebäudesektor spielt dabei eine zentrale Rolle, denn er ist unter anderem für rund 40 Prozent des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Umweltzeichen wie der Blaue Engel sollen dabei helfen, die ökologische Qualität von Bauprodukten transparent zu bewerten und die Verwendung nachhaltiger Materialien zu fördern. Ziel des Projekts war es, die bestehenden Vergabekriterien (DE-UZ 132 und DE-UZ 140) an aktuelle technische, ökologische und regulatorische Anforderungen anzupassen und zu erweitern bzw. Vorschläge für Anpassungen und Erweiterungen zu machen.

Im Rahmen des Projekts wurden eine Marktanalyse, Fachgespräche, Workshops und eine Umfrage zur Außenwahrnehmung des Zeichens durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, dass eine materialoffene, anwendungsbezogene Vergabestruktur zu empfehlen ist. Bei der Erweiterung werden die Integration von Kreislaufwirtschaftsaspekten, die Einführung bilanzierender Umweltindikatoren (z. B. GWP) sowie verbesserte Verbraucherinformationen als von zentraler Bedeutung angesehen. Die Kriterien sollen für alle Dämmstofftypen anwendbar sein und eine ökologische Optimierung fördern. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Recyclingfähigkeit, dem Rezyklateinsatz und der Vermeidung von Kunststoffemissionen. Darüber hinaus wird ein Fokus auf die Bewertung der Flammschutzmittel im Bereich der allgemeinen stofflichen Anforderungen gesetzt. Die Erkenntnisse sollen eine transparente, wissenschaftlich fundierte Grundlage für die Anpassung der Vergabekriterien bieten. Langfristig soll der Blaue Engel Hersteller, Planende und Verbraucher:innen umfassender bei der Wahl des Dämmstoffs unterstützen und somit die Transformation des Gebäudesektors hin zur Klimaneutralität vorantreiben.

Abstract: Further development of the Blue Angel ecolabel product portfolio: insulation materials and systems for energy transition in heating

This project focuses on the development of the Blue Angel ecolabel for insulation materials and systems in the context of the energy transition in heating. The project is based on the legally enshrined goal of making Germany greenhouse gas neutral by 2045 at the latest. The building sector plays a central role in this, being responsible for around 40 per cent of final energy consumption. Environmental labels such as the Blue Angel aim to transparently assess the ecological quality of building products and promote the use of sustainable materials. The project aimed to adapt and expand the existing award criteria (DE-UZ 132 and DE-UZ 140) in line with current technical, ecological, and regulatory requirements, and to suggest adjustments and expansions.

As part of the project, a market analysis was conducted, along with expert discussions, workshops and a survey on the external perception of the label. The results show that an award structure that is open to different materials and application-oriented is recommended. The expansion will focus on integrating circular economy aspects, introducing balancing environmental indicators (e.g. GWP) and improving consumer information. The criteria should apply to all types of insulation material and promote ecological optimisation. Particular attention will be paid to recyclability, the use of recycled materials, and avoiding plastic emissions. Additionally, the evaluation of flame retardants within general material requirements will be a focus. These findings aim to provide a transparent, scientifically sound basis for adapting the award criteria. Ultimately, the Blue Angel aims to offer manufacturers, planners and consumers more comprehensive guidance on choosing insulation materials, thereby accelerating the transition of the building sector towards climate neutrality.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	11
Tabellenverzeichnis	12
Abkürzungsverzeichnis.....	14
Zusammenfassung.....	16
Summary	25
1 Einführung.....	34
2 Zielsetzung.....	36
3 Methodik / Aktivitäten im Projekt	37
4 Marktanalyse Dämmstoffe.....	39
4.1 Auflistung der auf dem deutschen Markt verfügbaren Dämmstoffe	39
4.2 Vorstellung der häufigsten Dämmstofftypen	40
4.2.1 Mineralwolle	41
4.2.1.1 Rohstoffbasis und Herstellung.....	41
4.2.1.2 End-of-Life und mögliche Entsorgungswege	41
4.2.1.3 Rohstoffverfügbarkeit und Entwicklungspotential.....	42
4.2.2 Nachwachsende Rohstoffe	45
4.2.2.1 Rohstoffbasis und Herstellung.....	45
4.2.2.2 End-of-Life und mögliche Entsorgungswege	45
4.2.2.3 Rohstoffverfügbarkeit und Entwicklungspotential.....	46
4.2.3 Kunststoffbasierte Dämmstoffe.....	48
4.2.3.1 Rohstoffbasis und Herstellung.....	48
4.2.3.2 Abfallaufkommen kunststoffbasierte Dämmstoffe.....	53
4.2.3.3 Rückholssysteme für Baustellenabfälle (Verschnitt).....	55
4.2.3.4 Entsorgungs- und Verwertungswege von Abriss- und Rückbauabfällen.....	55
4.2.3.5 Recyclingfähigkeit, Verfahren und Kapazitäten.....	56
4.2.3.6 Rohstoffverfügbarkeit und Entwicklungspotential.....	57
4.3 Anforderungen durch Gesetze, Regelungen und Normen	58
4.4 Analyse der Verbreitung und Nutzung.....	62
4.4.1 Verteilung nach Dämmstofftypen	62
4.4.2 Verteilung der Dämmung nach Anwendung	64
4.4.2.1 Außenwanddämmung inklusive WDVS	67
4.4.2.2 Steildachdämmung.....	68
4.4.2.3 Flachdachdämmung.....	69

4.4.2.4	Perimeterdämmung.....	69
4.4.2.5	Innendämmung von Außenwänden	69
4.4.2.6	Dämmung von Decken und Fußboden	70
4.4.2.7	Sandwichkonstruktionen und Metall-Leichtbau.....	70
4.5	Dämmstoffbedarf zur Erreichung der Energiewende.....	70
4.6	Zukünftige Bauweisen, neue Einsatzgebiete, neue Anforderungen.....	74
4.7	Weitere Anforderungen an Dämmstoffe und Systeme	75
4.7.1	Anforderungen aufgrund der Anpassung an den Klimawandel	75
4.7.2	Anforderungen aufgrund von Klimaschutzmaßnahmen	75
4.8	Analyse und Berücksichtigung der rechtlichen und normativen Rahmenbedingungen auf europäischer und nationaler Ebene.....	76
4.8.1	Novellierung der Bauprodukteverordnung (EU) 305/2011 zur (EU) 2024/3110.....	76
4.8.2	F-Gase Verordnung (Verordnung (EU) 2024/573).....	78
4.8.3	Kreislaufwirtschaft.....	79
4.8.4	Europäische Ziele, Initiativen und Strategien in Bezug auf den Einsatz von Kunststoffen.....	83
4.8.5	Weitere nationale Regelungen	84
5	Blauer Engel – Umweltzeichen und Außenwahrnehmung	85
5.1	Analyse Nutzung von Umweltzeichen, Zertifizierungen, Förderungen	85
5.1.1	Natureplus	85
5.1.2	Österreichisches Umweltzeichen.....	86
5.1.3	EU-Ecolabel	87
5.1.4	Blauer Engel	87
5.1.5	Vergleich der Vergabekriterien der Typ I Umweltzeichen.....	88
5.2	Außenwahrnehmung des Umweltzeichens Blauer Engel in der Öffentlichkeit.....	89
5.2.1	Erstes Stimmungsbild zur Außenwahrnehmung des Blauer Engel.....	89
5.2.2	Beschreibung der konzipierten Umfrage.....	90
5.2.3	Ergebnisse der Umfrage.....	91
5.2.3.1	Dämmstoffverbände und Dämmstoffhersteller	94
5.2.3.2	Bauhandwerk, Bauwirtschaft, Baufirmen, Abbruchverband.....	94
5.2.3.3	Umweltverband, Verbraucherverband.....	94
5.2.3.4	Wissenschaft, Vergabe von Labeln.....	94
5.2.3.5	Bauauftraggebende, Planer	94
5.3	Marktinteresse.....	95
5.3.1	Einflussfaktoren bei der Dämmstoffauswahl.....	95

5.3.2	Treiber für die Auswahl eines Dämmstoffs mit Blauem Engel	96
5.4	Weitere Parameter	97
5.4.1	Rechtliche und normative Rahmenbedingungen	98
5.4.2	Nutzungseffizienz.....	98
5.4.3	Aktive Oberflächen	99
5.4.4	Regionalität.....	99
5.4.5	Dauerhaftigkeit	99
6	Blauer Engel – Struktur der Vergabekriterien	101
6.1	Analyse zur Struktur der Vergabekriterien und mögliche Anpassungen.....	101
6.2	Empfehlungen zur Struktur der Vergabekriterien	104
7	Blauer Engel – Bestehende Vergabekriterien und mögliche Anpassungen	106
7.1	Kriterien mit Bezug zu enthaltenen Stoffen.....	106
7.1.1	Allgemeine stoffliche Anforderungen.....	106
7.1.2	Halogenierte organische Verbindungen	114
7.1.3	Flammschutzmittel	114
7.1.3.1	Allgemeines.....	114
7.1.3.2	Verbrauchte Mengen halogenhaltiger Flammschutzmittel.....	117
7.1.3.3	Flammschutzmittel in EPS/XPS Dämmstoffen	117
7.1.3.4	Flammschutzmittel in PUR- und PIR-Dämmstoffen.....	118
7.1.3.5	Flammschutzmittel in mineralischen Dämmstoffen und Dämmstoffen aus natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen.....	119
7.1.3.6	Kriterium	121
7.1.4	Biozide.....	121
7.2	Umweltproduktdeklaration (EPD) (DE-UZ 140)	122
7.3	Anforderungen an den Wärmeschutz (DE-UZ 140)	122
7.4	Innenraumlufthqualität (DE-UZ 132)	123
7.5	Kennzeichnung.....	126
7.5.1	Deklaration von Verbraucherinformationen	126
7.5.2	Werbeaussagen	126
7.5.3	Zeichenbenutzung.....	127
7.5.4	Erweiterung zur Förderung von Transparenzaspekten	127
7.6	Nachweishäufigkeit (Bestandteil jedes Kriteriums).....	130
7.7	Anforderungen des Umweltzeichens Blauer Engel an die Holzherkunft in Dämmstoffen.	131
8	Blauer Engel – Erweiterung der Vergabekriterien	132

8.1	Grundüberlegungen zur Lenkungswirkung im Blauen Engel	132
8.2	Kriterien im Zusammenhang mit der Kreislaufwirtschaft und Abfallvermeidung.....	133
8.2.1	Kriterien im Hinblick auf Produktinformationen	135
8.2.1.1	Installationsanleitung und -hinweise für selektiven Rückbau	135
8.2.1.2	Hinweise zu Förderung von Wiederverwendung	135
8.2.1.3	Hinweise zur Entsorgung von Verpackungen und Produktresten.....	136
8.2.2	Kriterien zur Etablierung eines Recyclingkonzeptes.....	137
8.2.2.1	Logistikkonzept für rückgebaute Dämmstoffe	139
8.2.2.2	Marktwirtschaftlich konkurrenzfähiges Rücknahmesystem	139
8.2.2.3	Konzept eines Recyclingverfahrens zukünftig anfallender Dämmstoffe.....	140
8.2.3	Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote	141
8.2.4	Weitere Kriterien in Bezug auf Recycling (nicht empfohlen).....	144
8.2.4.1	Recyclingfähigkeit von Dämmstoffen	144
8.2.4.2	Zerlegbarkeit von WDVS in Einzelkomponenten.....	144
8.2.4.3	Forschung im Bereich der Vorbereitung zur Wiederverwendung.....	145
8.2.5	Kriterien für das Brandverhalten	145
8.3	Integration von bilanzierenden Indikatoren	148
8.3.1	Kriterium produktspezifische Umweltproduktdeklaration.....	150
8.3.2	Kriterium GWP-Grenzwert.....	150
8.3.3	Weitere Kriterien zu bilanzierenden Indikatoren	153
8.3.3.1	Kriterien Versauerungs- und Eutrophierungspotenzial	153
8.3.3.2	Kriterium Erneuerbare Energie.....	153
8.4	Integration der Ressourceneffizienz bei der Herstellung	154
8.4.1	Weitere Kriterien zur Ressourceneffizienz	155
8.4.1.1	Kriterien zum primären und sekundären Ressourcenverbrauch.....	155
8.5	Massenbilanzverfahren.....	156
8.6	Kunststoffemissionen in die Umwelt – Makro-, Mikro- und Nanoplastik	157
9	Quellenverzeichnis	163
A	Wesentliche technische Eigenschaften und Anforderungen an Dämmstoffe	173
A.1	Wärmeschutz	173
A.2	Wärmespeicherfähigkeit.....	173
A.3	Diffusionswiderstand	173
A.4	Wasseraufnahmevermögen.....	174
A.5	Schalldämmung.....	174

A.6	Brandverhalten	175
A.7	Mechanische Eigenschaften.....	177
A.8	Elastizität	177
A.9	Temperaturbeständigkeit	177
A.10	Dauerhaftigkeit	177
B	Weitere Anforderungen an Dämmstoffe und Systeme aufgrund der Anpassungen an den Klimawandel	178
C	Anwendungstypen für die Gebäudedämmung nach DIN 4108-10:2021-02.....	183
D	Liste der Flammschutzmittel	184
E	Berechnungen zu Stoffströmen.....	197
F	Berechnungen zu Mikroplastik.....	199

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Marktanteile der wichtigsten Dämmstoffe im Jahr 2021 und Gesamtvolumen	17
Abbildung 2:	Empfehlung zur Strukturierung der Vergabekriterien des Blauen Engels.....	21
Abbildung 3:	Mineralwolle-Produktion von 2005-2022 in Tausend t aufgeteilt in Glaswolle und Steinwolle-Erzeugnisse; * Wert beinhaltet auch textile Glasfasern.....	43
Abbildung 4:	Anteile der Subsektoren an der Glas- und Glasfaserherstellung nach Produktionsmenge in Deutschland 2021 bei einer Gesamtproduktionsmenge von 7.220 Tausend t. *ohne Steinwolle	44
Abbildung 5:	Flächennutzung in Deutschland von 1992–2020	46
Abbildung 6:	Absatz der wichtigsten Dämmstoffgruppen in den Jahren 1987–2010	62
Abbildung 7:	Absatz der wichtigsten Dämmstoffgruppen in den Jahren 2012–2021	63
Abbildung 8:	Marktanteile der wichtigsten Dämmstoffe im Jahr 2021 und Gesamtvolumen	64
Abbildung 9:	Links: Verteilung der verwendeten Dämmstoffe auf die unterschiedlichen Bauteile; rechts: Anteile der Dämmstoffe in Wohn- und Nichtwohngebäuden, sowie in Renovierung und Neubau	65
Abbildung 10:	Verteilung häufig eingesetzter Dämmstoffarten nach Anwendung.....	67
Abbildung 11:	Dämmstoffbedarf pro Jahr zur Erreichung eines klimaneutralen Wohngebäudebestands 2045.....	72
Abbildung 12:	Kumulierter Dämmstoffbedarf in m ³ von 2023 bis 2045 zum Erreichen eines klimaneutralen Wohngebäudebestands	73
Abbildung 13:	Anwendungstypen nach DIN 4108-10; markierter Geltungsbereich des DE-UZ 132 für emissionsarme Dämmstoffe und Unterdecken für die Innenanwendung	101
Abbildung 14:	Übersicht des Dämmstoffmarkts und aktuell durch den Blauen Engel abgedeckte und nicht abgedeckte Dämmstoffanwendungen.....	103
Abbildung 15:	Empfehlung zur Strukturierung der Vergabekriterien des Blauen Engels.....	105
Abbildung 16:	Darstellung der empfohlenen Kriterien zur Erweiterung der Vergabekriterien.....	132
Abbildung 17:	Primäres Mikroplastik – Emissionen durch Dämmstoffe in Deutschland pro Jahr (abgeleitet aus Bertling et al. 2018)	160

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Liste der Kriterienempfehlungen.....	24
Tabelle 2:	Übersicht verschiedener Dämmstoffe	39
Tabelle 3:	Übersicht über Kunststoffe, die für die Herstellung von Dämmstoffen genutzt werden und deren Eigenschaften	49
Tabelle 4:	Verarbeitete Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Bauprodukte in Deutschland im Jahr 2021	50
Tabelle 5:	Verarbeitete Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021	50
Tabelle 6:	Auf den Markt gebrachtes Dämmstoffvolumen in Deutschland im Jahr 2021	51
Tabelle 7:	Mit kunststoffbasierten Dämmstoffen verknüpftes Abfallaufkommen (inkl. Nebenprodukte) in Deutschland im Jahr 2021	54
Tabelle 8:	Prognose des aus EPD-Dämmstoffen resultierenden Abfallaufkommens bis 2050	55
Tabelle 9:	Mindestanforderungen an das Brandverhalten von Dämmstoffen in Außenwänden	59
Tabelle 10:	Anwendungen von Dämmstoffen nach DIN 4108-10:2021-11.	61
Tabelle 11:	Übersicht der Typ I Umweltzeichen	89
Tabelle 12:	Die Auswahl von Dämmstoffen beeinflussende Aspekte unterschiedlicher Akteursgruppen.....	95
Tabelle 13:	Eigenschaften/Gefahren mit Grenzwerten, die für einen Ausschluss eines Stoffs oder Gemischs in Frage kommen	108
Tabelle 14:	Übersicht über Grenzwerte des DE-UZ 132 und AgBB-Bewertungsschemas zu VOC	124
Tabelle 15:	Materialinformationen zur Verbesserung der Transparenz...	128
Tabelle 16:	Empfehlung zum Kriterium Sicherstellung von Transparenz .	130
Tabelle 17:	Empfehlung zum Kriterium Installationsanleitung und -hinweise für den selektiven Rückbau	135
Tabelle 18:	Empfehlung zum Kriterium Hinweise zu Förderung von Wiederverwendung.....	136
Tabelle 19:	Empfehlung zum Kriterium Hinweise zur Entsorgung.....	137
Tabelle 20:	Empfehlung zum Kriterium Logistikkonzept für rückgebaute Dämmstoffe.....	139
Tabelle 21:	Empfehlung zum Kriterium Marktwirtschaftlich konkurrenzfähiges Rücknahmekonzept	140
Tabelle 22:	Empfehlung zum Kriterium Konzept eines Recyclingverfahrens	141

Tabelle 23:	Empfehlung zum Kriterium Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote.....	144
Tabelle 24:	Empfehlung zum Kriterium Produktspezifische EPDs und Energie.....	150
Tabelle 25:	Empfehlung zum Kriterium GWP-Benchmark	153
Tabelle 26:	Dämmstoffe und die als Mikroplastikquelle in Frage kommenden Bestandteile. Die Berechnungsgrundlagen können dem Anhang F entnommen werden.	159
Tabelle 27:	Zuordnung der in den deutschen Bauordnungen verwendeten bauaufsichtlichen Benennungen zu den europäischen Brandklassen nach EN 13501-1 und MVV TB	175
Tabelle 28:	Kurzbezeichnung der Kriterien zur Rauchentwicklung und zum brennenden Abtropfen nach EN 13501-1	176
Tabelle 29:	Anwendungsgebiete von Wärmedämmungen nach DIN 4108-10:2021-02.....	183
Tabelle 30:	Übersicht von eingesetzten Dämmstoffen und Flamschutzmitteln.....	184
Tabelle 31:	Berechnungsgrundlage für die Berechnung der verarbeiteten Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Bauprodukte in Deutschland im Jahr 2021	197
Tabelle 32:	Berechnungsgrundlage für die Berechnung der verarbeiteten Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021	197
Tabelle 33:	Berechnungsgrundlage für die Berechnung der Abfallströme	198
Tabelle 34:	Berechnungsgrundlage zur Berechnung der Menge der Bestandteile die als Mikroplastikquelle in Frage kommen	200

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
BauPVO	Bauproduktenverordnung (engl. Construction Products Regulation, CPR)
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BNB	Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
CEAP	Circular Economy Action Plan
CG	Schaumglas-Dämmstoff
CO₂-eq.	Kohlenstoffdioxid Äquivalent
CSS	Chemicals Strategy for Sustainability (Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit)
CPR	Construction Products Regulation (deutsch Bauproduktenverordnung, BauPVO)
DepV	Deponieverordnung
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DPP	Digital Product Passport
EFH	Einfamilienhaus
EH 40	Effizienzhaus 40
EPB	Blähperlite
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EPD	Umweltproduktdeklaration (engl. environmental product declaration)
EPS	Expandierter Polystyrol-Hartschaum
ESPR	Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte
F-Gas	Fluoriertes Treibhausgas
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff
FSM	Flammschutzmittel
GDI	Gesamtverband Dämmstoffindustrie
GEG	Gebäudeenergiegesetz
Gew.-%	Gewichtsprozent
GewAbfV	Gewerbeabfallverordnung
GWP	Globales Erwärmungspotenzial
HBCD	Hexabromcyclododecan
HFCKW	teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe
HFKW	Hydrofluorkohlenwasserstoffe

Abkürzung	Bedeutung
HFO	Hydroflourolefin
IC	Interconnection Consulting
ICB	expandierter Kork
KFN	Klimafreundlicher Neubau
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KSG	Klimaschutzgesetz
M-%	Massenprozent
MBO	Musterbauordnung (Fassung November 2002, geändert 2020)
MFH	Mehrfamilienhaus
MVA	Müllverbrennungsanlage
MVV TB	Veröffentlichung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2023/1
MW	Mineralwolle
NaWaRo-Dämmstoffe	Dämmstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe
PEF	Polyethylenschaum
PENRT	Totale nicht-erneuerbare Primärenergie
PF	Phenolharz-Schaum
PIR	Polyisocyanat-Hartschaum
PS	Polystyrol
PU oder PUR	Polyurethan-Hartschaum
QNG	Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude
THG	Treibhausgas
TVOC	Total Volatile Organic Compounds (Gesamtkonzentration flüchtiger organischer Verbindungen)
Vfm	Vorratsfestmeter
VHF	Vorgehängte hinterlüftete Fassade
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WF	Holzfaser
WW	Holzwolle
WW-C	Holzwolle-Mehrschicht
XPS	Polystyrol-Extruderschaum

Zusammenfassung

Hintergrund und Zielsetzung

Der vorliegende Bericht widmet sich der Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel für Dämmstoffe und Dämmsysteme im Kontext der Wärmewende. Ziel des Projekts war es, für die bestehenden Vergabekriterien (DE-UZ 132, Emissionsarme Dämmstoffe für Innenanwendungen und DE-UZ 140, Wärmedämmverbundsysteme) Vorschläge zur Anpassung und Erweiterung zu entwickeln, um sie an die aktuellen technischen, ökologischen und regulatorischen Anforderungen anpassen zu können. Die Weiterentwicklung soll dazu beitragen, die Auswahl umweltfreundlicher Dämmstoffe zu erleichtern und die Transformation des Gebäudesektors hin zur Klimaneutralität bis 2045 zu unterstützen.

Die Weiterentwicklung der Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Dämmstoffe und Dämmsysteme erfolgt vor dem Hintergrund ambitionierter Klimaziele auf EU- und Bundesebene. Mit dem Europäischen Klimagesetz und dem deutschen Klimaschutzgesetz ist die Treibhausgasneutralität bis spätestens 2050 (EU) bzw. 2045 (Deutschland) gesetzlich verankert. Der Gebäudesektor ist mit rund 40 % des Endenergieverbrauchs und etwa 300 Millionen Tonnen Treibhausgasemissionen (Stand 2020) ein zentraler Hebel zur Erreichung der Klimaziele. Die EU-Gebäuderichtlinie „Energy Performance of Buildings Directive“ (EPBD) unterstützt die Zielerreichung im Gebäudesektor. In Bezug auf die Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel für Dämmstoffe und Dämmsysteme im Kontext der Wärmewende ist insbesondere folgender Aspekt von Bedeutung: Mit der EPBD 2024 wird die verpflichtende Darstellung des sogenannten „Lebenszyklus-Treibhauspotenzials“ für neue Gebäude und die Einhaltung von Grenzwerten schrittweise eingeführt. Diese Maßnahme ist ein wesentlicher Bestandteil der Bemühungen, die Emissionen im Bauwesen zu reduzieren und klimafreundliche Baupraktiken zu fördern. Dämmstoffe sind ein wirksames Mittel zur Reduktion von Wärmeverlusten und leisten damit einen direkten Beitrag zur Energieeinsparung und Emissionsminderung. Ihre ökologische Bewertung ist jedoch komplex und muss für eine vollumfängliche Betrachtung den gesamten Lebenszyklus berücksichtigen – von der Herstellung über die Nutzung bis zur Entsorgung. Umweltzeichen wie der Blaue Engel bieten die Möglichkeit, diese Aspekte transparent zu bewerten und zu kommunizieren. In den aktuellen Vergabekriterien sind diese Aspekte nur in Teilen abgedeckt.

Zur Erarbeitung neuer und der Anpassung bestehender Vergabekriterien für das Umweltzeichen Blauer Engel für Dämmstoffe wurde ein mehrstufiges methodisches Vorgehen gewählt. Zunächst erfolgte eine umfassende Analyse des Dämmstoffmarktes in Deutschland und der EU. Sie basierte auf Literaturrecherchen zu Materialverfügbarkeit, Anwendungstypen und spezifischen Herausforderungen, insbesondere bei kunststoffbasierten Dämmstoffen. Ergänzend wurde die Außenwahrnehmung des Blauen Engels durch eine Umfrage unter Herstellern, Verbänden und Planungsbüros sowie durch Gespräche auf Fachmessen erhoben.

Im weiteren Projektverlauf fanden gezielte Fachgespräche mit Verbänden produzierender Unternehmen statt, um materialspezifische Anforderungen und Perspektiven zu erfassen. Zwei Workshops mit Vertreter:innen der Baubranche, Umweltverbänden und Herstellern dienten der Diskussion und Bewertung von Kriterienvorschlägen. Die Jury Umweltzeichen, welche abschließend über die Einführung der entwickelten Kriterien entscheiden wird, wurde in die Entwicklung eingebunden. Sie gab Rückmeldungen zur Struktur und Ausrichtung der Kriterien, insbesondere zu den Themen Kreislaufwirtschaft, Umweltwirkungen und Kunststoffdämmstoffen. Zusätzlich wurde der Austausch mit anderen Umweltzeichen gesucht, um deren Bewertungsansätze zu reflektieren und in die eigene Entwicklung zu integrieren. Dieses methodische Zusammenspiel gewährleistet eine wissenschaftlich fundierte, praxisnahe und breit abgestimmte Grundlage für die Weiterentwicklung des Blauen Engels.

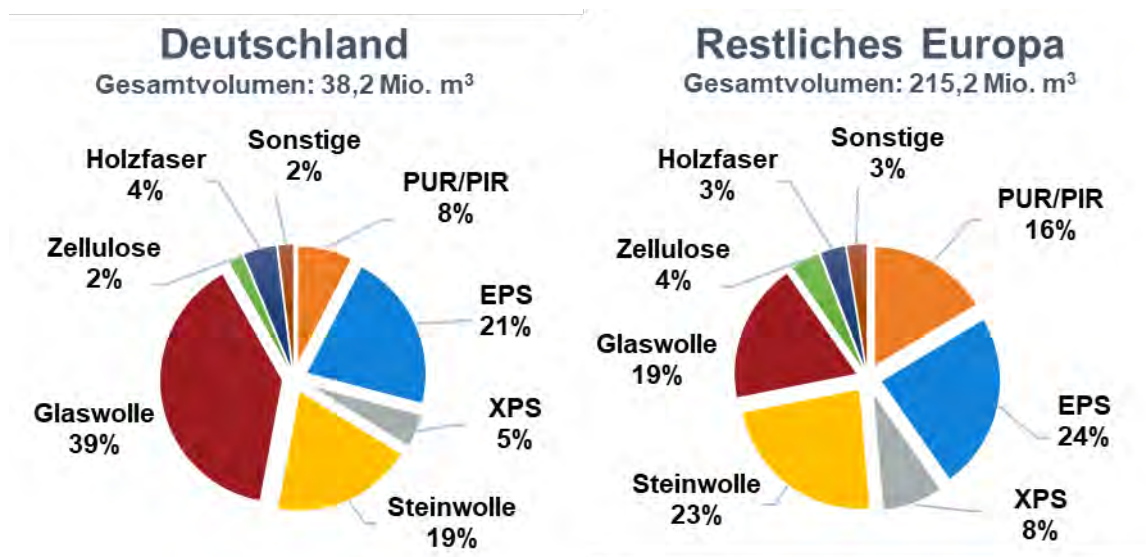
Abschließend formuliert der Bericht konkrete Empfehlungen für die Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel. Dazu zählen die Erweiterung der Vergabekriterien auf neue Anwendungen, die Integration von Aspekten der Kreislaufwirtschaft und der Umweltwirkungen über bilanzierende Indikatoren, sowie die Verbesserung der Informationsbereitstellung des Zeichens durch gezielte Kommunikationsmaßnahmen. Die Vergabe des Umweltzeichens soll materialoffen erfolgen und sich an wissenschaftlich fundierten Kriterien orientieren, um eine faire und transparente Auswahl umweltfreundlicher Dämmstoffe zu ermöglichen.

Marktanalyse von Dämmstoffen

Im Rahmen des Projekts wurde zunächst eine umfassende Marktanalyse durchgeführt. Der deutsche Dämmstoffmarkt umfasste im Jahr 2021 ein Volumen von rund 38,2 Millionen Kubikmetern (Abbildung 1). Der Dämmstoffmarkt lässt sich grundsätzlich in zwei Hauptgruppen unterteilen: mineralische Dämmstoffe wie Glas- und Steinwolle sowie organische Dämmstoffe einerseits aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holzfaser oder Hanf und andererseits aus synthetischen Dämmstoffen auf Kunststoffbasis wie expandierter Polystyrol Hartschaum (EPS), Polystyrol-Extruderschaum (XPS) und Polyurethan-Hartschaum (PUR)/Polyisocyanat-Hartschaum (PIR).

Mineralwolle, d.h. Stein- und Glaswolle zusammengefasst, dominiert mit etwa 22 Millionen Kubikmetern den Markt, gefolgt von EPS mit 8,2 Millionen, PUR/PIR mit 2,9 Millionen und XPS mit 1,8 Millionen Kubikmetern. Nachwachsende Dämmstoffe verzeichnen wachsende Marktanteile, bleiben aber mengenmäßig noch hinter den konventionellen Materialien zurück.

Abbildung 1: Marktanteile der wichtigsten Dämmstoffe im Jahr 2021 und Gesamtvolumen



Quelle: (Tremml et al. 2023) nach (IC 2021)

Glas- und Steinwolle wird aus mineralischen Rohstoffen wie Diabas, Dolomit, Kalkstein und Altglas hergestellt. Die Produktion ist energieintensiv, wobei bis zu 500 kWh vorrangig thermische Energie pro Kubikmeter benötigt werden. Zwar existieren Recyclingmöglichkeiten, insbesondere für Produktionsreste und sortenreine Baustellenabfälle, doch die stoffliche Verwertung am Lebensende ist bislang begrenzt. Aktuell ist die Deponierung der Regelfall am Ende des Lebenszyklus, auch da bei Altmaterial (bis 2000) die Fasern in der Regel als kanzerogen eingestuft sind. Heutzutage müssen alle Produkte in Deutschland eine Freizeichnung diesbezüglich aufweisen, welche die Ungefährlichkeit nachweist. Die Produktion von Mineralwolle in Deutschland zeigt eine stabile Entwicklung mit leichten Schwankungen, beeinflusst durch wirtschaftliche und

geopolitische Ereignisse. Das größte Ressourceneinsparpotenzial wird in Zukunft in Bezug auf das Post-Consumer Recycling gesehen.

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) gewinnen zunehmend an Bedeutung, insbesondere Holzfaserdämmstoffe und Zellulose. Die Herstellung von Holzfaserdämmstoffen erfolgt entweder im Nass- oder Trockenverfahren, wobei letzteres energieeffizienter ist. Herausforderungen für NaWaRo-Dämmstoffe bestehen jedoch in der Rohstoffverfügbarkeit, Flächenkonkurrenz und den Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldwirtschaft. Die stoffliche Verwertung dieser Materialien ist möglich, aber noch nicht weit verbreitet. Aktuell dominiert die thermische Verwertung. Perspektivisch könnten Recyclingdämmstoffe aus biogenen Reststoffen eine größere Rolle spielen.

Kunststoffbasierte Dämmstoffe wie EPS, XPS und PUR/PIR bestehen aus fossilen, synthetischen Rohstoffen und werden überwiegend in Form von geschäumten Platten eingesetzt. Ihre Herstellung erfolgt durch physikalisches oder chemisches Schäumen unter Einsatz von Treibmitteln wie Pentan, CO₂ oder Wasserdampf. Für alle kunststoffbasierten Dämmstoffe wurde bis 2016 das heute nicht mehr zulässige Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan (HBCD) eingesetzt. Diese Dämmstoffe sind hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen und Entsorgung daher kritisch zu bewerten. Mechanisches Recycling ist zukünftig somit vor allem bei sortenreinen Baustellenabfällen und für nach 2016 verbautes Material möglich, während lösemittelbasierte Verfahren wie CreaSolv® für HBCD-haltige Altmaterialien zwar grundsätzlich möglich, aber nur begrenzt verfügbar sind. Eine stoffliche Verwertung ist technisch möglich, aber noch nicht flächendeckend etabliert. Eine Reduktion des fossilen Ressourceneinsatzes wird darüber hinaus in kleinem Umfang über die Nutzung von biogenen Abfallstoffen wie Altspeiseöl realisiert. Insgesamt sind kunststoffbasierte Dämmstoffe weit verbreitet und technisch leistungsfähig, erfordern jedoch weitere Fortschritte in Recycling, Kreislaufführung und nachhaltiger Rohstoffbasis.

Die Auswahl geeigneter Dämmstoffe für konkrete Anwendungsfälle hängt maßgeblich von deren technischen Eigenschaften ab. Dazu zählen insbesondere die Wärmeleitfähigkeit, der Diffusionswiderstand, das Wasseraufnahmevermögen, das Brandverhalten sowie mechanische Kennwerte wie Druckfestigkeit und Elastizität. Diese Eigenschaften bestimmen die Eignung für spezifische Anwendungen wie Außenwanddämmung, Dach- oder Perimeterdämmung. Besonders entscheidend ist die Wärmeleitfähigkeit (λ -Wert), die die Dämmleistung eines Materials bestimmt. Je niedriger dieser Wert, desto besser die Dämmwirkung.

Die eingesetzten Materialien von Dämmstoffen variieren je nach Anwendung bzw. Bauteil. Im Steildachbereich dominiert Glaswolle, während bei Flachdächern XPS und Steinwolle und EPS verbreitet sind. Außenwände werden häufig mit EPS oder Mineralwolle im Wärmedämmverbundsystem (WDVS) gedämmt. Holzfaserdämmstoffe finden zunehmend Anwendung im Holzbau und bei Innendämmungen. Die Perimeterdämmung erfolgt fast ausschließlich mit XPS aufgrund seiner hohen Druckfestigkeit und Wasserresistenz, Schaumglas wird in deutlich weniger Fällen eingesetzt. Insgesamt zeigt sich, dass die Wahl des Dämmstoffs stark von den technischen Anforderungen der jeweiligen Anwendung abhängt. Wenn aus dem Baurecht Forderungen der Nicht-Brennbarkeit vorliegen (siehe Anhang A.6), ist der Einsatz von organischen Dämmstoffen nicht mehr, bzw. nur sehr eingeschränkt möglich.

Im Kontext der Energiewende wird der Dämmstoffbedarf in Deutschland deutlich steigen. Um bis 2045 einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, müssen jährlich rund 800.000 Wohneinheiten saniert werden. Dies entspricht einem jährlichen Bedarf von etwa 26 bis 28 Mio. Kubikmeter Dämmstoff für die thermische Gebäudehülle von Wohngebäuden, wobei über 75 % auf die Bestandssanierung entfallen. Serielle Sanierungskonzepte wie Energiesprong setzen auf vorgefertigte Fassadenelemente in Holzständerbauweise und nutzen vor allem Zellulose und

Mineralwolle als Dämmstoffe. Insgesamt gewinnt der Holzbau an Bedeutung, was neue Einsatzmöglichkeiten für biogene Dämmstoffe eröffnet.

Neben der Einhaltung technischer Eigenschaften ergeben sich zukünftige Anforderungen an Dämmstoffe nicht nur aus dem Klimaschutz, sondern auch aus der Anpassung an den Klimawandel. Extremwetterereignisse wie Starkregen, Hitze und Sturm erfordern widerstandsfähige Materialien, die feuchteunempfindlich und formstabil sind. Die Anforderungen an Dämmstoffe steigen entsprechend, insbesondere in flutgefährdeten Regionen und bei exponierten Bauteilen. Gleichzeitig rücken Umweltwirkungen wie das globale Erwärmungspotenzial (GWP) und der Verbrauch nicht-erneuerbarer Primärenergie (PENRT) stärker in den Fokus. Förderprogramme wie das Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG) setzen bereits Grenzwerte für diese Indikatoren.

Die regulatorischen Rahmenbedingungen für Dämmstoffe sind vielfältig. Auf nationaler Ebene gelten die Bauordnungen der Länder mit den Technischen Baubestimmungen sowie die DIN-Normenreihe 4108. Auf europäischer Ebene ist insbesondere die neue Bauprodukteverordnung (EU) 2024/3110 relevant, die ab 2026 eine verpflichtende Umweltdeklaration (Declaration of Performance and Conformity, DoPC) sowie einen digitalen Produktpass (DPP) vorsieht. Für Dämmstoffe gilt die Regelung erst ab Veröffentlichung der überarbeiteten technischen Produktspezifikationen. Im ersten Schritt muss die Auswirkung auf den Klimawandel (GWP) deklariert werden. Ab 2030 müssen weitere Umweltindikatoren wie Versauerungspotenzial, Eutrophierung und Ressourcenverbrauch ausgewiesen werden. Diese Ausweisung auf Produktebene wird auch für die überarbeitete EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) relevant, da diese ab 2028 die Berechnung des Lebenszyklus-GWP für neue Gebäude über 1.000 m² und ab 2030 für alle Neubauten verpflichtend macht.

Insgesamt zeigt die Marktanalyse, dass Dämmstoffe eine zentrale Rolle für die Erreichung der Klimaziele spielen. Während konventionelle Materialien wie Mineralwolle und kunststoffbasierte Dämmstoffe in den letzten Jahren dominieren, gewinnen Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und Recyclinglösungen an Bedeutung. Die zukünftige Entwicklung wird stark durch gesetzliche Vorgaben, ökologische Anforderungen und innovative Bauweisen geprägt sein.

Umweltzeichen und Außenwahrnehmung

Beim Blauen Engel handelt es sich um ein Typ I Umweltzeichen (entsprechend der Definitionen in DIN EN ISO 14024) in gleicher Art wie Natureplus und das österreichische Umweltzeichen. Die Struktur der Vergabekriterien in Bezug zu Dämmstoffen unterscheidet sich bei den jeweiligen Zeichen. Während der Blaue Engel Dämmstoffe nach Anwendungsbereichen (z. B. Innenanwendung, WDVS) gruppiert, fokussieren sich Natureplus und das österreichische Umweltzeichen stärker auf Materialarten (z. B. NaWaRo, mineralisch, polymer). Der Blaue Engel ist mit 89 zertifizierten Produkten im Bereich der Dämmstoffe (Stand 2025) eines der meist genutzten Umweltzeichen in Deutschland. DE-UZ 132 gilt für emissionsarme Dämmstoffe für Innenanwendungen und DE-UZ 140 für Wärmedämmverbundsysteme. Im Vergleich dazu umfasst das Natureplus-Zeichen 184 Produkte, mit einem Schwerpunkt auf nachwachsenden Rohstoffen, Klimaschutz und Wohngesundheit. Das österreichische Umweltzeichen listet 60 Produkte, während das EU-Ecolabel bislang keinen Kriterienkatalog für Dämmstoffe hat.

Im Rahmen einer Umfrage wurde die Außenwahrnehmung und Verbreitung des Blauen Engels abgefragt. Unter den Akteuren der Bau- und Dämmstoffbranche zeigte sich ein gemischtes Bild: Der Blaue Engel ist bekannt und wird von Endkund:innen geschätzt, hat aber bei Fachplaner:innen und Architekt:innen eine geringere Relevanz. Zudem zeigte die Umfrage, dass das Vertrauen in Umweltzeichen durch eine unabhängige Prüfung der Kriterien-Einhaltung gesteigert werden

kann. Hersteller zeigen teils hohe Bereitschaft zur Investition in die Umweltkennzeichnung, insbesondere wenn Förderprogramme oder Nachhaltigkeitszertifizierungen (z. B. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG)) Umweltzeichen wie den Blauen Engel als Nachweis akzeptieren.

Weitere diskutierte Parameter für die Erweiterung des Blauen Engels sind Nutzungseffizienz, Regionalität, Dauerhaftigkeit und die Förderung aktiver Oberflächen wie Gründächer. Der Blaue Engel wird als potenzielles Instrument zur ökologischen Orientierung und Marktlenkung gesehen, insbesondere wenn Kriterien transparent, differenziert und praxisnah gestaltet sind.

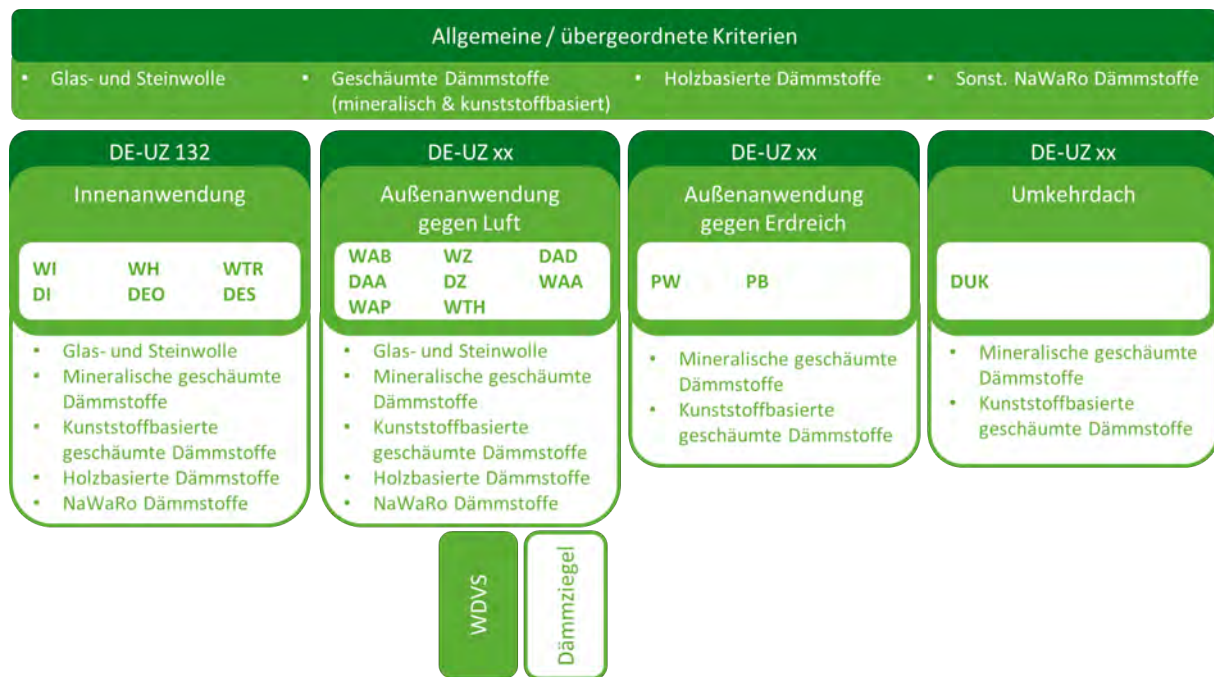
Struktur der Vergabekriterien des Blauen Engels

Die bestehende Struktur der Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Dämmstoffe basiert derzeit auf zwei getrennten Katalogen: dem DE-UZ 132 für emissionsarme Innenanwendungen und dem DE-UZ 140 für Wärmedämmverbundsysteme (WDVS). Diese Struktur orientiert sich an den Anwendungstypen gemäß DIN 4108-10. Eine Analyse zeigt, dass wesentliche Anwendungsbereiche wie vorgehängte hinterlüftete Fassade, Flachdach- und Perimeterdämmung bislang nicht abgedeckt sind. Bei den herstellenden Unternehmen besteht ein großes Interesse die Anwendungstypen zu erweitern.

Im Vergleich zu anderen Umweltzeichen, die ihre Kriterien nach Materialgruppen strukturieren, wird empfohlen, die Anwendungstypen als primäre Gliederung beizubehalten. Eine materialbezogene Struktur würde die Transparenz und Vergleichbarkeit innerhalb der Anwendung einschränken. Stattdessen sollen allgemeine Kriterien übergreifend für alle Materialien gelten, während materialspezifische Anforderungen innerhalb der jeweiligen Anwendung formuliert werden.

Zur Verbesserung der Abdeckung und Lenkungswirkung wird vorgeschlagen, die Vergabekriterien auf alle relevanten Anwendungsbereiche auszuweiten – darunter Außenanwendungen gegen Luft und Erdreich sowie Umkehrdächer. Das bestehende WDVS-Kriterium soll in die Außenanwendung integriert werden, um eine einheitliche Bewertung des Dämmstoffs zu ermöglichen und die Nutzung des Zeichens zu vereinfachen. Die vorgeschlagene Struktur der Vergabekriterien kann Abbildung 2 entnommen werden.

Abbildung 2: Empfehlung zur Strukturierung der Vergabekriterien des Blauen Engels



Quelle: Eigene Darstellung

Diese Erweiterung würde die Vergleichbarkeit innerhalb der Anwendung erhöhen, die Markttransparenz verbessern und eine ganzheitliche ökologische Bewertung fördern. Zudem könnten Fehlanreize in Förderprogrammen vermieden werden, die bestimmte Bauweisen bevorzugen, obwohl sie aus Rückbau- und Recyclingperspektive weniger geeignet sind.

Bestehende Vergabekriterien

Nach der Marktanalyse wurden die bestehende Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Dämmstoffe und Dämmsysteme analysiert. Folgende Anpassungsvorschläge werden unterbreitet:

Im Bereich der stofflichen Anforderungen soll der Einsatz von gefährlichen Stoffen so weit wie möglich ausgeschlossen werden. Dazu zählen beispielsweise Stoffe, die als persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT), sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB) oder krebserregend, erbgutverändernd oder reproduktionstoxisch (CMR) eingestuft sind. Die vorgeschlagenen Grenzwerte beziehen sich auf bestehenden gesetzlichen Regelungen Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH), Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP) und Technische Regeln für Gefahrstoffe 905 (TRGS 905). Die neue Systematik basiert auf klaren Grenzwerten für den Einsatz gefährlicher Stoffe. Der Nachweis erfolgt anhand von Sicherheitsdatenblättern und wird vorgeschlagen, um die Nachweisführung nachvollziehbarer zu machen und zu vereinfachen. Halogenierte organische Verbindungen sollen ausgeschlossen bleiben, jedoch Ausnahmen für einzelne Flammschutzmittel zugelassen werden.

Im Detail behandelt wird die Bewertung von Flammschutzmitteln (FSM). Es werden verschiedene FSM-Typen (halogenierte, phosphorhaltige, mineralische, stickstoffhaltige, borhaltige) hinsichtlich ihrer Wirkung, Umweltverträglichkeit und Rezyklierbarkeit analysiert. PolyFR wird als bromiertes polymeres FSM für eine Ausnahme vom Ausschluss halogener Verbindungen empfohlen und diese Empfehlung begründet.

Für die Innenraumluftqualität gelten im Rahmen von DE-UZ 132 strenge Emissionsgrenzwerte, etwa für TVOC (Total Volatile Organic Compounds $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und Formaldehyd

($\leq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Diese Werte sind strenger als die des AgBB-Bewertungsschemas. Da die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Produkten mit Blauem Engel nicht gegeben ist und das Kriterium für manche Produkte den Erhalt verhindert, wird eine weitergehende Vereinheitlichung, Überprüfung der Grenzwerte und Anpassung mit Blick auf die gewünschte Lenkungswirkung empfohlen.

Weitere behandelte Kriterien sind:

- ▶ **Wärmeschutz:** Die bisherige R-Wert-Anforderung wird kritisiert, da zur Sicherstellung des Wärmeschutzes die bauteilbezogene Größe von Relevanz ist; eine Streichung wird empfohlen und eine Umstellung auf einen Grenzwert der Wärmeleitfähigkeit vorgeschlagen, welcher den Anwendungsbereich des Umweltzeichens verdeutlicht.
- ▶ **Kennzeichnung und Transparenz:** Verbesserte Verbraucherinformationen, einheitliche Informationsblätter und klare Deklaration der Materialherkunft und Rezyklatanteile werden vorgeschlagen. Die Identifikation des Materials soll verbessert werden.
- ▶ **Nachweishäufigkeit:** Regelmäßige Prüfungen und Aktualisierungen der Nachweise sollen Vertrauen stärken. Eine einheitliche Regelung soll getroffen werden.
- ▶ **Holzherkunft:** Die Möglichkeiten einer Erhöhung der Quote zertifizierten Holzes und die Berücksichtigung regionaler Herkunft sollte weitergehend untersucht werden.

Insgesamt soll mit der Überarbeitung der Vergabekriterien eine stärkere Lenkungswirkung, eine verbesserte Transparenz sowie eine ökologisch fundierte Weiterentwicklung der Kriterien des Blauen Engels verfolgt werden.

Erweiterung der Vergabekriterien und Kriterienempfehlungen

Die geplante Erweiterung der Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Dämmstoffe verfolgt das Ziel, eine Lenkungswirkung in weiteren Bereichen zu erzielen und Herstellern Anreize zur ökologischen Optimierung ihrer Produkte und Prozesse zu geben. Die Kriterien sollen so gestaltet sein, dass sie von allen Dämmstofftypen erfüllt werden können, sofern die Anforderungen in der Herstellung und mit Wirkung auf die weiteren Lebenszyklusphasen erfüllt werden. Damit wird eine breite Marktabdeckung und eine wirksame Steuerung in der Planungs- und Beschaffungsphase in jeder Anwendung ermöglicht. Im entsprechenden Kapitel werden die Entscheidungen ausführlich hergeleitet und begründet, nachfolgend werden die wichtigsten Kriterien kurz dargestellt.

Ein zentraler Fokus liegt auf der Förderung der Kreislaufwirtschaft. Es werden klare Definitionen für Recycling und Rezyklateinsatz eingeführt, wobei nur Post-Consumer-Materialien als echte Rezyklate gelten. Aktuell wird empfohlen Baustellenverschnitt auch als Teil des Rezyklateinsatzes zu betrachten. Produktionsreste dürfen nicht im Rezyklatanteil angerechnet werden. Kriterien in Hinblick auf die Produktinformationsbereitstellung zur Rückbaubarkeit, Wiederverwendung und stofflichen Verwertung der Verpackung und Produktresten werden vorgeschlagen. Ziel ist dabei den Endkunden so weitgehend zu informieren, dass durch die Umsetzung die Kreislaufwirtschaft gefördert wird.

Zur Etablierung einer Anforderung an eine Rezyklateinsatzquote wird aktuell keine ausreichende Datenlage gesehen, dennoch soll der Anteil ausgewiesen werden. Zur weiteren Förderung der Kreislaufwirtschaft sollen Hersteller Logistik- und Rücknahmesysteme etablieren, die wirtschaftlich attraktiver sind als herkömmliche Entsorgungswege. Die Recyclingfähigkeit soll durch Konzepte zur Aufbereitung und durch die Entwicklung von Mindeststandards abgesichert werden. In Bezug auf die Zerlegbarkeit von Wärmedämmverbundsystemen, welche theoretisch

die Recyclingfähigkeit erhöhen könnte, wird aktuell kein Kriterium empfohlen. Hierbei fehlen marktverfügbare Alternativen mit einer praktischen Umsetzbarkeit in Kombination mit der notwendigen Funktionalität.

Zur Bewertung der Umweltwirkungen werden Grenzwerte auf Basis produktspezifischer Umweltproduktdeklarationen (EPDs) empfohlen. Das globale Erwärmungspotential (GWP) wird als Leitindikator eingeführt, ergänzt durch Angaben zum nicht-erneuerbaren Prozessenergiebedarf (angegeben als PENRE) und dem Prozessenergiebedarf aus erneuerbaren Energien (angegeben in PERE). Die Einführung von GWP-Grenzwerten soll zunächst auf Basis von Werten des österreichischen Umweltzeichens erfolgen. Dabei wird eine Unterscheidung nach Materialtyp umgesetzt und eine Lenkungswirkung für alle Produkte generiert. Weitere Umweltindikatoren wie Versauerungs- und Eutrophierungspotenzial sollen perspektivisch berücksichtigt werden, sobald belastbare Daten vorliegen. Die Veröffentlichung der produktspezifischen Daten greift zudem der zukünftigen Verpflichtung nach der Bauproduktenverordnung (BauPVO) vor und bereitet Hersteller:innen darauf vor.

Der Ressourcenverbrauch bei Dämmstoffen wird durch den Energieaufwand, den Rohstoffbedarf und den Anteil an eingesetzten Sekundärrohstoffen bestimmt. Ein möglicher Grenzwert für den kumulierten Energieaufwand oder den mineralischen Rohstoffindikator könnte theoretisch Hersteller dazu motivieren, den Einsatz von Primärmaterial zu reduzieren. In Teilen wird das Ziel schon über die oben beschriebene Rezyklatquote erreicht, wobei jedoch die Einführung von Grenzwerten aktuell nicht möglich ist. Die Anforderung an produktspezifischen Umweltdeklarationen (EPDs) könnte zur Verbesserung der Datenlage führen und zukünftig als Bewertungsgrundlage dienen.

Die Emission von Mikro- und Makroplastik durch Dämmstoffe wird als relevantes Umweltproblem identifiziert. Besonders bei Rückbau und Entsorgung entstehen erhebliche Mengen an Kunststoffemissionen. Zwei Kriterien werden vorgeschlagen: eine Zertifizierung nach „Operation Clean Sweep“ zur Vermeidung von Pelletverlusten wenn Kunststoffgranulat in der Herstellung eingesetzt wird sowie die Bereitstellung von Empfehlungen zur emissionsarmen Verarbeitung auf Baustellen. Dabei geht es z.B. um den Einsatz von Heißschneidegeräten oder Materialsisicherung. Schüttdämmstoffe auf Kunststoffbasis werden trotz ihres Potenzials zur Mikroplastikfreisetzung nicht gesondert reguliert, da sie gleichzeitig gut rückbaubar und recycelbar sind.

Weitere Kriterien wie Anforderungen an das Brandverhalten oder die Toxizität von Brandfolgeprodukten werden nicht empfohlen. Die Berücksichtigung möglicher toxischer Stoffe für den extrem seltenen Sonderfall „Brand“ würde potenziell ganze Materialgruppen ausschließen und damit die Lenkungswirkung des Umweltzeichens einschränken. Auch Kriterien zur Ressourceneffizienz und zum Rohstoffverbrauch sollten vorerst nicht eingeführt werden, da sie bereits durch andere Kriterien abgedeckt sind oder die Datenlage noch unzureichend ist.

Die vorgeschlagenen Erweiterungen zielen darauf ab, die ökologische Qualität von Dämmstoffen ganzheitlich zu verbessern, die Hersteller auf zukünftige gesetzliche Anforderungen vorzubereiten und die Transparenz für Planende und Verbraucher:innen zu erhöhen. Dabei wird ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Umweltwirkung, technischer Machbarkeit und Marktrealität angestrebt.

Kriterienempfehlungen für den Blauen Engel sind in der nachfolgenden Tabelle 1 gelistet und sind in den einzelnen Kapiteln detailliert beschrieben.

Tabelle 1: Liste der Kriterienempfehlungen

Kategorie	Empfohlenes Kriterium
Verbraucherinformation	Erweiterung der Transparenz des Umweltzeichens
Produktinformationen	Hinweise zur Entsorgung von Verpackungen und Produktresten
Produktinformationen	Hinweise zur Vermeidung von Kunststoffemissionen
Produktinformationen	Hinweise zu Förderung von Wiederverwendung
Produktinformationen	Installationsanleitung und -hinweise für selektiven Rückbau
Recyclingkonzept	Logistikkonzept für rückgebaute Dämmstoffe
Recyclingkonzept	Marktwirtschaftlich konkurrenzfähiges Rücknahmesystem
Recyclingkonzept	Konzept eines Recyclingverfahrens zukünftig anfallender Dämmstoffe
Recyclingkonzept	Rezyklat- / Sekundärrohstoffquote
Bilanzierende Indikatoren	Produktspezifische Umweltproduktdeklaration (EPD)
Bilanzierende Indikatoren	GWP-Grenzwert
Vermeidung von Kunststoffemissionen	Hinweise zur Vermeidung von Kunststoffemissionen
Vermeidung von Kunststoffemissionen	Zertifizierung nach Operation Clean Sweep
Anpassung bestehender Kriterien	Allgemeine stoffliche Anforderungen
Anpassung bestehender Kriterien	Flammschutzmittel

Summary

Background and objectives

This report focuses on the further development of the Blue Angel eco-label for insulation materials and insulation systems in the context of the energy transition. The aim of the project was to develop proposals for adapting and expanding the existing award criteria (DE-UZ 132, Low-emission insulation materials for interior applications, and DE UZ 140, Composite thermal insulation systems) in order to bring them into line with current technical, ecological, and regulatory requirements. The further development should help to facilitate the selection of environmentally friendly insulation materials and support the transformation of the building sector towards climate neutrality by 2045.

The further development of the award criteria for the Blue Angel eco-label for insulation materials and insulation systems is taking place against the backdrop of ambitious climate targets at EU and national level. With the European Climate Law and the German Climate Protection Act, greenhouse gas neutrality is anchored in law by 2050 (EU) and 2045 (Germany) at the latest. The building sector, which accounts for around 40 % of final energy consumption and approximately 300 million tons of greenhouse gas emissions (as of 2020), is a key lever for achieving climate targets. The EU Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) supports the achievement of targets in the building sector. With regard to the further development of the Blue Angel eco-label for insulation materials and insulation systems in the context of the energy transition, the following aspect is particularly important: EPBD 2024 will gradually introduce the mandatory presentation of the so-called “life cycle greenhouse potential” for new buildings and compliance with limit values. This measure is an essential part of efforts to reduce emissions in the construction industry and promote climate-friendly building practices. Insulation materials are an effective means of reducing heat loss and thus make a direct contribution to energy savings and emission reduction. However, their ecological assessment is complex and must take into account the entire life cycle for a comprehensive evaluation—from production to use to disposal. Environmental labels such as the Blue Angel offer the opportunity to assess and communicate these aspects transparently. The current award criteria only cover some of these aspects.

A multi-stage methodological approach was chosen to develop new award criteria and adapt existing criteria for the Blue Angel eco-label for insulation materials. First, a comprehensive analysis of the insulation materials market in Germany and the EU was carried out. It was based on literature research on material availability, types of application, and specific challenges, particularly for plastic-based insulation materials. In addition, the external perception of the Blue Angel was surveyed among manufacturers, associations, and planning offices, as well as through discussions at trade fairs.

As the project progressed, targeted technical discussions were held with associations of manufacturing companies in order to identify material-specific requirements and perspectives. Two workshops with representatives from the construction industry, environmental associations, and manufacturers served to discuss and evaluate proposed criteria. The Environmental Label Jury, which will make the final decision on the introduction of the developed criteria proposed by UBA, was involved in the development process. It provided feedback on the structure and orientation of the criteria, particularly on the topics of circular economy, environmental impacts, and plastic insulation materials. In addition, exchanges with other environmental labels were sought in order to reflect on their assessment approaches and integrate them into our own

development. This methodological interaction ensures a scientifically sound, practical, and broadly coordinated basis for the further development of the Blue Angel.

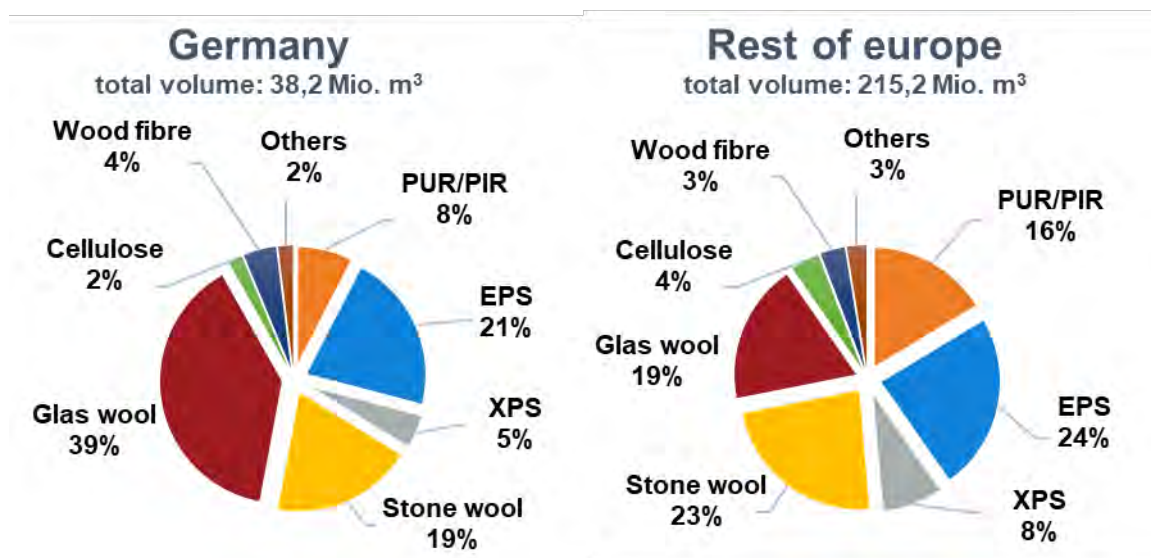
Finally, the report formulates specific recommendations for the further development of the Blue Angel eco-label. These include expanding the award criteria to include new applications, integrating aspects of the circular economy and environmental impacts via balancing indicators, and improving the provision of information about the label through targeted communication measures. The awarding of the eco-label should be material-neutral and based on scientifically sound criteria in order to enable a fair and transparent selection of environmentally friendly insulation materials.

Market analysis of insulation materials

The project began with a comprehensive market analysis. In 2021, the German insulation materials market had a volume of around 38.2 million cubic metres (Figure 1). The insulation materials market can basically be divided into two main groups: mineral insulation materials such as glass wool and rock wool, and organic insulation materials made from renewable raw materials such as wood fibre or hemp on the one hand, and synthetic plastic-based insulation materials such as expanded polystyrene rigid foam (EPS), extruded polystyrene foam (XPS) and rigid polyurethane foam (PUR)/rigid polyisocyanurate foam (PIR).

Mineral wool, i.e. rock wool and glass wool combined, dominates the market with around 22 million cubic metres, followed by EPS with 8.2 million, PUR/PIR with 2.9 million and XPS with 1.8 million cubic metres. Renewable insulation materials are gaining market share, but still lag behind conventional materials in terms of volume.

Figure 1: Market shares of the most important insulation materials in 2021 and total volume



Reference: (Tremel et al. 2023) according to (IC 2021), translated into English

Glass wool and rock wool are made from mineral raw materials such as diabase, dolomite, limestone and recycled glass. Production is energy-intensive, requiring up to 500 kWh of primarily thermal energy per cubic metre. Although recycling options exist, particularly for production residues and single-type construction site waste, material recycling at the end of life has been limited to date. Landfilling remains the standard disposal method, particularly for older

materials (pre-2000), which often contain fibres classified as carcinogenic. Nowadays, all products in Germany must be certified in this regard, proving that they are harmless. The production of mineral wool in Germany shows stable development with slight fluctuations, influenced by economic and geopolitical events. The greatest potential for resource savings in the future is seen in post-consumer recycling

Insulation materials made from renewable raw materials (German abbreviation NaWaRo for Na-chWacsende Rohstoffe) are becoming increasingly important, especially wood fibre insulation materials and cellulose. Wood fibre insulation materials are manufactured using either wet or dry processes, the latter being more energy-efficient. However, challenges for renewable raw material insulation materials include the availability of raw materials, competition for land and the effects of climate change on forestry. The material recycling of these materials is possible, but not yet widespread. Thermal recycling currently dominates. In the future, recycled insulation materials from biogenic residues could play a greater role.

Plastic-based insulation materials such as EPS, XPS and PUR/PIR consist of fossil-based synthetic raw materials and are mainly used in the form of foamed panels. They are manufactured by physical or chemical foaming using blowing agents such as pentane, CO₂ or steam. Until 2016, the flame retardant hexabromocyclododecane (HBCD), which is no longer permitted, was used in most plastic-based insulation materials. These insulation materials must therefore be critically assessed in terms of their environmental impact and disposal. In future, mechanical recycling will therefore be possible primarily for single-type construction site waste and for materials installed after 2016, while solvent-based processes such as CreaSolv® for waste materials containing HBCD are possible in principle but only available to a limited extent. Material recycling is technically possible, but not yet established across the board. A reduction in the use of fossil resources is also being achieved on a small scale through the use of biogenic waste materials such as used cooking oil. Overall, plastic-based insulation materials are widely used and technically efficient, but further progress is needed in recycling, closed-loop recycling and a sustainable raw material base.

The selection of suitable insulation materials for specific applications depends largely on their technical properties. These include, in particular, thermal conductivity, diffusion resistance, water absorption capacity, fire behaviour and mechanical characteristics such as compressive strength and elasticity. These properties determine the suitability for specific applications such as external wall insulation, roof or perimeter insulation. Thermal conductivity (λ value), which determines the insulating performance of a material, is particularly important. The lower this value, the better the insulating effect.

The materials used in insulation vary depending on the application or component. Glass wool dominates in pitched roofs, while XPS, rock wool and EPS are commonly used in flat roofs. Exterior walls are often insulated with EPS or mineral wool in an external thermal insulation composite system (ETICS). Wood fibre insulation materials are increasingly being used in timber construction and interior insulation. Perimeter insulation is almost exclusively carried out with XPS due to its high compressive strength and water resistance; foam glass is used in significantly fewer cases. Overall, it is clear that the choice of insulation material depends heavily on the technical requirements of the respective application. If building regulations require non-combustibility (see Appendix A.6), the use of organic insulation materials is no longer possible, or only to a very limited extent.

In the context of the energy transition, the demand for insulation materials in Germany will increase significantly. In order to achieve a climate-neutral building stock by 2045, around 800,000 residential units will have to be renovated each year. This corresponds to an annual demand of around 26 to 28 million cubic metres of insulation material for the thermal building envelope of residential buildings, with over 75 % of this being accounted for by the renovation of existing buildings. Serial renovation concepts such as *Energiesprong* rely on prefabricated facade elements in timber frame construction and primarily use cellulose and mineral wool as insulation materials. Overall, timber construction is gaining in importance, which opens up new applications for biogenic insulation materials.

In addition to compliance with technical properties, future requirements for insulation materials will arise not only from climate protection, but also from adaptation to climate change. Extreme weather events such as heavy rain, heat and storms require resistant materials that are insensitive to moisture and dimensionally stable. The requirements for insulation materials are increasing accordingly, especially in flood-prone regions and for exposed building components. At the same time, environmental impacts such as global warming potential (GWP) and non-renewable primary energy consumption (PENRT) are coming into sharper focus. Support programmes such as the Quality Seal for Sustainable Buildings (QNG) already set limits for these indicators.

The regulatory framework for insulation materials is diverse. At national level, the building regulations of the federal states apply, along with the technical building regulations and the DIN 4108 series of standards. At European level, the new Construction Products Regulation (EU) 2024/3110 is particularly relevant, which stipulates a mandatory environmental declaration (Declaration of Performance and Conformity, DoPC) and a digital product passport (DPP) from 2026 onwards. For insulation materials, the regulation will only apply once the revised technical product specifications have been published. In the first step, the impact on climate change (GWP) must be declared. From 2030, further environmental indicators such as acidification potential, eutrophication and resource consumption must be reported. This disclosure at product level will also be relevant for the revised EU Buildings Directive (EPBD), as this will make the calculation of the life cycle GWP mandatory for new buildings over 1,000 m² from 2028 and for all new buildings from 2030.

Overall, the market analysis shows that insulation materials play a central role in achieving climate targets. While conventional materials such as mineral wool and plastic-based insulation materials have dominated in recent years, insulation materials made from renewable raw materials and recycling solutions are gaining in importance. Future developments will be strongly influenced by legal requirements, ecological demands and innovative construction methods.

Ecolabels and External Perception

The Blue Angel is a Type I eco-label (in accordance with the definitions in DIN EN ISO 14024), similar to Natureplus and the Austrian eco-label. The structure of the award criteria for insulation materials differs between the respective labels. While the Blue Angel groups insulation materials according to areas of application (e.g. interior use, ETICS), Natureplus and the Austrian Ecolabel focus more on material types (e.g. renewable, mineral, polymer). With 89 certified products in the field of insulation materials (as of 2025), the Blue Angel is one of the most widely used environmental labels in Germany. DE-UZ 132 applies to low-emission insulation materials for interior applications and DE-UZ 140 to external thermal insulation composite systems. In comparison, the Natureplus label covers 184 products, with a focus on renewable raw materials,

climate protection and healthy living. The Austrian Ecolabel lists 60 products, while the EU Eco-label does not yet have a list of criteria for insulation materials.

A survey was conducted to gauge public perception and awareness of the Blue Angel label. The results among stakeholders in the construction and insulation materials industry were mixed: the Blue Angel is well known and valued by end customers, but is less relevant to specialist planners and architects. The survey also showed that confidence in eco-labels can be increased by independent verification of compliance with the criteria. Manufacturers are very willing to invest in environmental labelling, especially if subsidy programmes or sustainability certifications (e.g. German Sustainable Building Council (DGNB), Sustainable Building Assessment System (BNB), Quality Seal for Sustainable Buildings (QNG)) accept eco-labels such as the Blue Angel as proof.

Other parameters discussed for the expansion of the Blue Angel include efficiency of use, regionality, durability and the promotion of active surfaces such as green roofs. The Blue Angel is seen as a potential instrument for ecological orientation and market steering, especially if the criteria are transparent, differentiated and practical.

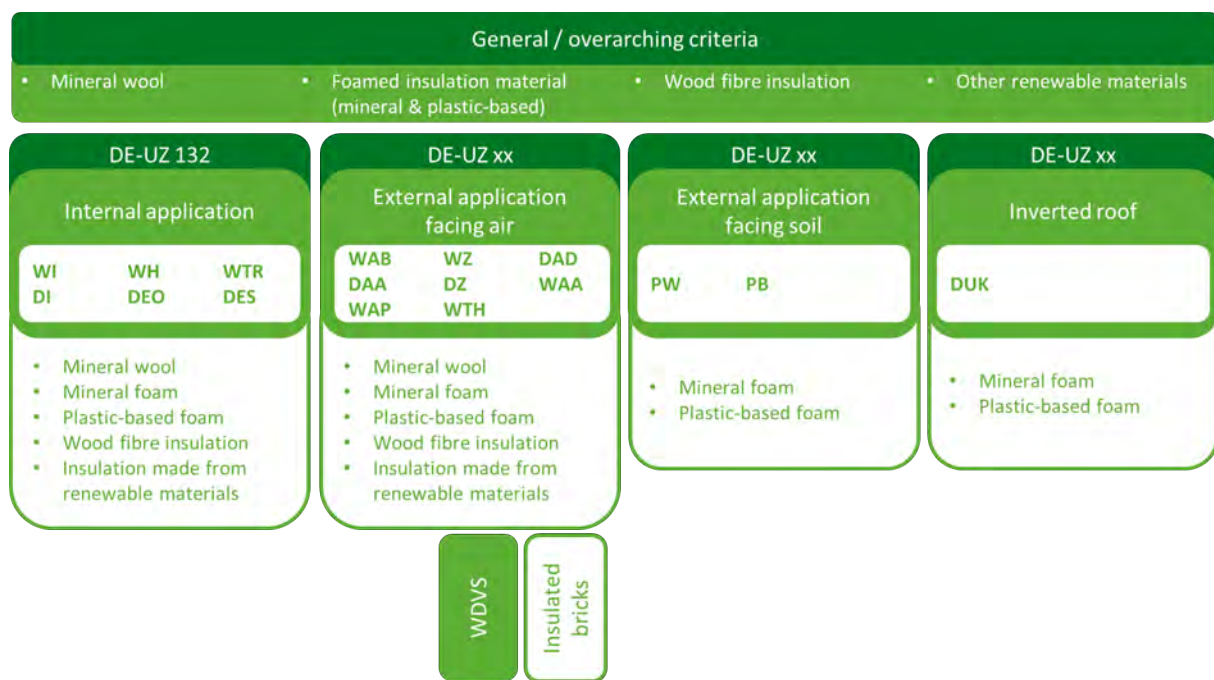
Structure of the Blue Angel Award Criteria

The existing structure of the award criteria for the Blue Angel eco-label for insulation materials is currently based on two separate catalogues: DE-UZ 132 for low-emission interior applications and DE-UZ 140 for external thermal insulation composite systems (ETICS). This structure is based on the application types specified in DIN 4108-10. An analysis shows that key areas of application such as ventilated facades, flat roof insulation and perimeter insulation are not currently covered. Manufacturing companies are very interested in expanding the types of application.

Compared to other eco-labels that structure their criteria according to material groups, it is recommended that the types of application be retained as the primary classification. A material-based structure would limit transparency and comparability within the application. Instead, general criteria should apply across all materials, while material-specific requirements are formulated within the respective application.

To improve coverage and steering effect, it is proposed to extend the award criteria to all relevant areas of application – including exterior applications against air and soil as well as inverted roofs. The existing ETICS criterion should be integrated into the external application to enable uniform assessment of the insulation material and simplify the use of the label. The proposed structure of the award criteria can be seen in Figure 3.

Figure 2: Recommendation for structuring the award criteria of the Blue Angel



Reference: Own representation

This extension would increase comparability within the application, improve market transparency and promote a holistic ecological assessment. In addition, it would be possible to avoid misguided incentives in subsidy programmes that favour certain construction methods even though they are less suitable from a deconstruction and recycling perspective.

Existing Award Criteria

Following the market analysis, the existing award criteria for the Blue Angel eco-label for insulation materials and insulation systems were analysed. The following adjustments are proposed:

In terms of material requirements, the use of hazardous substances should be excluded as far as possible. These include, for example, substances that are classified as persistent, bioaccumulative and toxic (PBT), very persistent and very bioaccumulative (vPvB) or carcinogenic, mutagenic or toxic to reproduction (CMR). The proposed limit values refer to existing legal regulations Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), Regulation (EC) No. 1272/2008 (CLP) and Technical Rules for Hazardous Substances 905 (TRGS 905). A new system is proposed, based on clear limit values for the use of hazardous substances. Verification is based on safety data sheets and is proposed in order to make verification more transparent and simpler. Halogenated organic compounds are to be excluded, but exceptions are to be permitted for individual flame retardants.

The assessment of flame retardants (FRMs) is discussed in detail. Various types of FSMs (halogenated, phosphorus-containing, mineral, nitrogen-containing, boron-containing) are analysed in terms of their effect, environmental compatibility and recyclability. PolyFR is recommended as a brominated polymeric FSM for an exception to the exclusion of halogenated compounds, and this recommendation is justified.

Strict emission limits apply to indoor air quality within the framework of DE-UZ 132, for example for TVOC (total volatile organic compounds $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) and formaldehyde ($\leq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

These values are stricter than those of the AgBB assessment scheme. Since there is no comparability between different products with the Blue Angel label and the criterion prevents some products from obtaining it, further standardisation, review of the limit values and adjustment with a view to the desired steering effect is recommended.

Additional criteria addressed include:

- ▶ Thermal insulation: The current R-value requirement is criticized, as the component-specific value is more relevant for ensuring thermal performance. A shift to a thermal conductivity threshold can be used instead to clarify the scope of the ecolabel.
- ▶ Labelling and transparency: Improved consumer information, standardised information sheets and clear declaration of material origin and recycled content are proposed. Material identification should be improved.
- ▶ Frequency of verification: Regular checks and updates of verification should strengthen confidence. A uniform regulation should be established.
- ▶ Wood source: The potential to increase the share of certified wood and consider regional origin should be further explored.

Overall, the revision of the award criteria is intended to achieve a stronger steering effect, improved transparency and an ecologically sound further development of the Blue Angel criteria.

Extension of Basic Award Criteria and Recommendations

The planned expansion of the award criteria for the Blue Angel eco-label for insulation materials aims to have a steering effect in other areas and to encourage manufacturers to optimise their products and processes in terms of environmental performance. The criteria are to be designed in such a way that they can be met by all types of insulation materials, provided that the requirements are met in terms of manufacture and with regard to the other life cycle phases. This will enable broad market coverage and effective control in the planning and procurement phase in every application. The decisions are explained and justified in detail in the relevant chapter; the most important criteria are briefly presented below.

A central focus is on promoting the circular economy. Clear definitions for recycling and the use of recycled materials are introduced, with only post-consumer materials being considered genuine recycled materials. It is currently recommended that construction site waste also be considered part of the use of recycled materials. Production residues may not be counted as part of the recycled content. Criteria are proposed with regard to the provision of product information on the dismantling, reuse and material recycling of packaging and product residues. The aim is to provide end customers with as much information as possible so that implementation promotes the circular economy.

There is currently insufficient data available to establish a requirement for a recycled content quota, but the proportion should nevertheless be reported. To further promote the circular economy, manufacturers should establish logistics and take-back systems that are more economically attractive than conventional disposal methods. Recyclability should be ensured through processing concepts and the development of minimum standards. With regard to the dismantlability of external thermal insulation composite systems, which could theoretically

increase recyclability, no criteria are currently recommended. Market-available alternatives that combine practical feasibility with necessary functionality are lacking.

To assess environmental impacts, limit values based on product-specific environmental product declarations (EPDs) are recommended. Global warming potential (GWP) is introduced as a key indicator, supplemented by information on the demand of non-renewable process energy (specified as PENRE) and process energy demand made from renewable energies (specified as PERE). Initially, GWP thresholds should be based on values from the Austrian Ecolabel. A distinction by material type is implemented to ensure steering effects across all products. Additional indicators such as acidification and eutrophication potential should be considered in the future once reliable data is available. The publication of product-specific data also anticipates the future obligation under the Construction Products Regulation (CPR) and prepares manufacturers for it.

The consumption of resources in insulation materials is determined by energy input, raw material demand, and the share of secondary raw materials used. A possible limit value for the cumulative energy demand or the mineral raw material indicator could theoretically motivate manufacturers to reduce the use of primary materials. In some respects, the target is already being achieved through the recycled content quota described above, although it is not currently feasible to introduce limit values. The requirement for product-specific environmental declarations (EPDs) could lead to an improvement in the data available and serve as a basis for assessment in the future.

The emission of microplastics and macroplastics from insulation materials has been identified as a significant environmental problem. Considerable amounts of plastic emissions are generated, particularly during demolition and disposal. Two criteria are proposed: certification according to 'Operation Clean Sweep' to prevent pellet loss when plastic granulate is used in production, and the provision of recommendations for low-emission processing on construction sites. This involves, for example, the use of hot cutting equipment or material securing. Plastic-based loose-fill insulation materials are not regulated separately despite their potential for microplastic release, as they are also easy to dismantle and recycle.

Further criteria such as requirements for fire behaviour or the toxicity of combustion by-products are not recommended. Taking into account potentially toxic substances for the extremely rare special case of 'fire' would potentially exclude entire groups of materials and thus limit the steering effect of the eco-label. Criteria on resource efficiency and raw material consumption are also not introduced at this stage, as they are already addressed by other criteria or lack sufficient data.

The proposed extensions aim to improve the ecological quality of insulation materials holistically, prepare manufacturers for future legal requirements and increase transparency for planners and consumers. The aim is to strike a balance between environmental impact, technical feasibility and market reality.

Recommendations for the Blue Angel criteria are listed in the following Table 1 and are described in detail in the individual chapters.

Table 1: List of Recommendations for the Blue Angel criteria

Category	Recommended Criterion
Consumer Information	Expansion of the transparency of the ecolabel
Product Information	Guidance on the disposal of packaging and product residues
Product Information	Guidance on the prevention of plastic emissions
Product Information	Guidance on promoting reuse
Product Information	Installation instructions and guidance for selective dismantling
Recycling Concept	Logistics concept for dismantled insulation materials
Recycling Concept	Economically competitive take-back system
Recycling Concept	Concept for a recycling process for future insulation waste
Recycling Concept	Recycled / secondary raw material content
Accounting Indicators	Product-specific Environmental Product Declaration (EPD)
Accounting Indicators	GWP threshold value
Prevention of Plastic Emissions	Guidance on the prevention of plastic emissions
Prevention of Plastic Emissions	Certification according to Operation Clean Sweep
Adjustment of Existing Criteria	General substance requirements
Adjustment of Existing Criteria	Flame retardants

1 Einführung

Mit der Verabschiedung des Europäischen Klimagesetzes (Europäische Kommission 2020) am 17. Dezember 2020 gibt die Europäische Kommission Treibhausgasneutralität bis 2050 als rechtsverbindliches Ziel vor. Dieses Gesetz ist ein wesentlicher Teil des im Dezember 2019 verkündeten Grünen Deals der EU (Europäische Kommission 2019) und soll dem übergeordneten Ziel dienen, Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen. Eine konkrete Umsetzung wird im Paket „Fit for 55“ der Europäischen Kommission erläutert und dargestellt (Europäische Kommission 2021). In Deutschland legt das Klimaschutzgesetz (KSG) die Ziele der Klimaneutralität bis 2045 fest und definiert Zwischenziele bis 2030 (BReg 2021). Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) unterstützt die Zielerreichung im Gebäudebereich durch Anforderungen auf Einzelgebäudeebene.

Für die Erreichung der klimapolitischen Ziele spielt der Gebäudebestand in Deutschland eine zentrale Rolle. 40 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland entfallen auf die schätzungsweise 22,5 Mio. beheizten Gebäude (dena 2018). Im Jahr 2020 haben 30 % bis 40 % aller Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) in Deutschland einen direkten bzw. indirekten Bezug zum Gebäude. Der Energieverbrauch für Gebäudekonditionierung, Trinkwassererwärmung, Prozessanwendungen sowie sonstige Nutzeranwendungen (z. B. Haushaltsstrom) in den Gebäudesektor-relevanten Gebäuden verursachte im Jahr 2020 rund 300 Mio. t THG-Emissionen (nach Verursacherprinzip). Davon werden nach Quellenprinzip 120 Mio. t im Gebäudesektor bilanziert (UBA und BMUV 2021). Außerdem werden ca. 180 Mio. t im Energiesektor unter Berücksichtigung der Vorketten berechnet. Zusätzlich verursacht der Gebäudesektor ca. 10 Mio. Tonnen THG-Emissionen im Industriesektor. Innerhalb weniger Wochen nach Bekanntwerden der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts über Klagen die das bestehende KSG als unzureichend einstufen, beschloss der Bundestag eine Änderung des KSG, welche 65 % THG-Einsparung bis 2030 und vollständige Klimaneutralität bis 2045 in Deutschland vorsieht. Für den Gebäudesektor ist dabei für das Jahr 2030 das Emissionsmaximum um weitere 3 Mio. t CO₂-eq. (Kohlenstoffdioxid Äquivalente) gesenkt worden und nun auf 67 Mio. t CO₂-eq. festgelegt.

Mit Dämmstoffen lassen sich die Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehülle beim Neubau sowie bei der thermischen Gebäudesanierung effizient und in den meisten Fällen auch ökonomisch vorteilhaft reduzieren. Während die ökonomischen Aspekte, unter den unsicheren Randbedingungen zukünftiger Energiepreisszenarien, im Wesentlichen durch die Faktoren Kosten und Rentabilität beschrieben werden, ist die Bewertung unter ökologischen Aspekten vielschichtiger und erfordert die Betrachtung unterschiedlicher Ebenen. Zunächst ist festzuhalten, dass praktisch alle Dämmmaßnahmen an Bauteilen aus allen am Markt verfügbaren Dämmstoffen im Laufe der Nutzung deutlich mehr Energie einsparen, als zu ihrer Herstellung aufgewendet wurde. Bei Renovierungsmaßnahmen im Gebäudebestand liegen die energetischen Amortisationszeiten je nach Dämmstoff und energetischem Ausgangszustand des gedämmten Bauteils (und des eingesetzten Heizenergieträgers) zwischen wenigen Wochen und wenigen Jahren (Tremml et al. 2023). Durch das beim GEG erreichte Neubauniveau im Bereich des Effizienzhaus 55 (EH 55) ergibt sich auch dort eine kurze energetische Amortisationszeit. Neben der energetischen Amortisation sind jedoch weitere, vielschichtige Fragestellungen zu beantworten, wenn es darum geht, die Interaktion zwischen Material, Umwelt und Mensch im Produktlebenszyklus von Herstellung, Montage, Nutzung und Verwertungs- bzw. Entsorgungsmaßnahmen am Ende der Nutzungsdauer zu bewerten.

Umweltzeichen wie der Blaue Engel bieten dabei eine Möglichkeit die komplexen Sachverhalte zu vereinen. Für Dämmstoffe bestehen bisher zwei Vergabekriterien für die Produktbereiche „Wärmedämmverbundsysteme“ (DE-UZ 140) und „Emissionsarme Wärmedämmstoffe und

Unterdecken für Innenanwendungen“ (DE-UZ 132). Aufgrund des steigenden Bedarfs an Dämmstoffen und dem Ziel, für möglichst viele Anwendungsfälle eine belastbare Entscheidungsgrundlage für Verbraucher:innen und die öffentliche Hand zu haben, besteht der Bedarf an einer zielgerichteten Weiterentwicklung des Produktportfolios „Blauer Engel“ für Wärmedämmstoffe.

Um die Weiterentwicklung zu ermöglichen wurde im Projekt konkret untersucht, welche Produktgruppen im Kontext der Energiewende unter technischen und ökologischen sowie gesundheitlichen Randbedingungen für eine Vergabe berücksichtigt werden sollten. Im Sinne einer umfassenderen Bewertung der einleitend beschriebenen Wirkungsbeziehungen zwischen Material, Umwelt und Mensch wurden die Kriterien von den Auftragnehmern überarbeitet und Empfehlungen zur Umsetzung an das UBA und die Jury Umweltzeichen ausgearbeitet. Die bestehenden Kriterien und Definitionen wurden analysiert und ggf. nachgeschärft. Neue Kriterien z. B. mit Informationen zu den Umweltwirkungen oder zur Recyclingfähigkeit der Dämmstoffe sind formuliert und werden zur Aufnahme in den Kriterienkatalog vorgeschlagen. Zusätzlich zu den inhaltlichen Anpassungen wurde der übergeordnete Rahmen der Vergabekriterien neu strukturiert. Je nach Anwendung (z. B. Innen- oder Außenanwendung, witterungsgeschützt oder -ungeschützt, Dach oder Perimeterbereich) und Typ/Material werden unterschiedliche Anforderungen an die Dämmstoffe gestellt oder müssen erfüllt werden. Dabei wurde geprüft ob eine Gliederung der Vergabekriterien anhand der Anwendungsgebiete bzw. Einbausituation sinnvoll erscheint. Die Entwicklung der von den Auftragnehmern vorgeschlagenen Anpassungen der Kriterien erfolgte in enger Zusammenarbeit mit einem Begleitkreis aus unterschiedlichen Interessensvertretern des nachhaltigen Bauens, verschiedener Verbände, Baustoffhandel und Herstellern.

Mit der Neukonzeption des Blauen Engels sollen private Anwender und kommerzielle Bauträger bei der Entscheidungsfindung bzw. der Wahl eines nachhaltigen Dämmstoffes angeleitet werden.

2 Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, eine wissenschaftsbasierte Entscheidungsgrundlage für die Überarbeitung und Anpassung der Vergabekriterien für Dämmstoffe und Dämmstoffsysteme des Umweltzeichens Blauer Engel zu schaffen. Das Umweltzeichen soll die öffentliche Hand, Planungsbüros und Architekt:innen sowie private Bauverantwortliche bei der Entscheidungsfindung für umweltschonende Dämmstoffe unterstützen. Und somit einen Beitrag bzw. eine Lenkungswirkung für den Neubau und die Sanierung von Gebäuden leisten.

Im Sinne der Energiewende müssen heute und zukünftig mehr Gebäude energetisch saniert werden. Sowohl energetische Sanierungen als auch Neubauten sollen mit möglichst umweltfreundlichen Produkten realisiert werden, um die Umweltwirkungen insgesamt so gering wie möglich zu halten. Zur Beurteilung der Umweltwirkungen soll der gesamte Gebäudelebenszyklus von der Herstellung, dem Einbau über die Nutzungsphase, dem Rückbau bis zur Wiederverwendung/-verwertung der Dämmstoffe und Dämmstoffsysteme berücksichtigt werden. Durch den Einsatz von Dämmstoffen in großen Dämmstoffdicken ist eine leichte Zunahme der Umweltwirkungen während der Herstellungsphase zu erwarten. Im Umkehrschluss wird durch den verbesserten Energiestandard der Transmissionswärmeverlust durch die Außenbauteile deutlich reduziert und somit während der Nutzungsphase Heizenergie eingespart, was damit eine der zentralen Umweltwirkungen deutlich senkt. Insgesamt ist damit durch den Einsatz von Dämmstoffen eine Reduzierung der Umweltwirkungen über den gesamten Gebäudelebenszyklus zu erwarten.

Gewünschte Produkteigenschaften und Umweltwirkungen unabhängig von der Einsparung in der Nutzungsphase sind bei den verschiedenen Dämmstoffen und Dämmsystemen unterschiedlich ausgeprägt und müssen für eine ausgewogene Betrachtung gegenübergestellt und bewertet werden. Eine Steuerungswirkung hin zu umweltwirksam optimierten Dämmstoffen und -systemen soll mit dem Umweltzeichen Blauer Engel erreicht werden. Dafür müssen die Bewertungskriterien angepasst und erweitert werden. Dies geschieht unter Einbeziehung von Recyclingmöglichkeiten und mit der Berücksichtigung von Rückbau und Zerlegbarkeit. Ausgewogene und produktneutrale Vergabekriterien sind die Voraussetzung, um die o. g. Ziele hinsichtlich einer Lenkungswirkung bei der Auswahl der Materialien für die Energiewende zu erreichen.

Ein wichtiges Ziel der Arbeit ist darüber hinaus die Beantwortung von Fragestellungen, die vor allem bei organischen Dämmstoffen relevant sind, wie z. B. die Art des Flammschutzmittels bei Kunststoffschäumen und -fasern, sowie Aspekte bei nachwachsenden organischen Faserdämmstoffen wie bspw. Holz- und Hanffasern. Weiterhin sollen Fragen der Verfügbarkeit sowie weitere kunststoffspezifische Besonderheiten in der Bewertung berücksichtigt werden.

Übergeordnet soll das Umweltzeichen Blauer Engel als Entscheidungshilfe für Planungsbüros, Architekt:innen oder Endkund:innen dienen. Der aktuell gesetzte Schwerpunkt auf emissionsarme und geruchsarme Dämmstoffe für die Innenanwendung und Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) soll erweitert und auf die aktuellen Anforderungen für die Erreichung der Wärmewende sowie der gesetzten Klimaziele abgestimmt werden. Mit der Überarbeitung der Vergabekriterien soll eine materialoffene und wissenschaftlich fundierte Grundlage für die Bewertung von Dämmstoffen auch in weiteren Anwendungen geschaffen werden. Durch die Vergabe des Blauen Engels werden Produkte ausgezeichnet, die im Vergleich zum Marktdurchschnitt besonders hervorzuheben sind und eine Vorreiterrolle für die zukünftigen Anforderungen an die Wärmedämmstoffe bieten können. Die Produktqualität der Dämmstoffe sowie deren sichere Verwendung werden als Grundvoraussetzung angesehen und nicht vollständig über das Umweltzeichen Blauen Engel abgedeckt.

3 Methodik / Aktivitäten im Projekt

Zur Erreichung der gesetzten Ziele, der Erweiterung und Nachschärfung der Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Wärmedämmstoffe, werden verschiedenen Methodiken und Vorgehen herangezogen.

Zunächst wird der aktuelle Stand des Dämmstoffmarktes in Deutschland und der EU abgebildet. Fragestellungen wie der Bedarf an Wärmedämmstoffen, die am häufigsten verwendete Dämmstoffe, die Verteilung der Dämmstoffe anhand der Anwendungen oder die Materialverfügbarkeit werden mit Hilfe einer Literaturrecherche dargelegt. Auch Fragestellungen speziell für geschäumte kunststoffbasierte Dämmstoffe werden mit der aktuell zur Verfügung stehenden Literatur dargelegt und analysiert.

Zu Beginn der Bearbeitung wurde die Außenwahrnehmung von Umweltzeichen im Allgemeinen und im Speziellen des Blauen Engels für Dämmstoffe abgefragt. Dazu wurde eine anonyme Umfrage erstellt und in den relevanten Kreisen wie z. B. bei Dämmstoffherstellern und -verbänden, Umweltverbänden oder Planungsbüros verteilt. Bei direkten Gesprächen mit Dämmstoffherstellern auf der BAU Messe in München 2023 konnte ein nicht repräsentatives Stimmungsbild zum Umweltzeichen Blauer Engel eingefangen werden.

Von Februar bis April 2024 wurden zusätzlich Fachgespräche mit Herstellverbänden durchgeführt. Bei insgesamt neun Gesprächen konnte ein materialspezifischer Austausch stattfinden, bei dem, neben der Diskussion von einzelnen Kriterien des aktuellen Vergabekatalogs, auch auf Chancen und Hemmnisse für zukünftige Kriterien des Blauen Engel eingegangen wurde. Durch den direkten und offenen Austausch mit den Dämmstoffverbänden konnte eine transparente Erarbeitung der neuen Vergabekriterien erfolgen. Zudem soll durch die Beteiligung der Herstellerunternehmen die Akzeptanz der zukünftigen Kriterien gesteigert werden.

Im zweiten und dritten Bearbeitungsjahr wurden von den Auftragnehmern zwei Workshops durchgeführt und die Jury Umweltzeichen einbezogen. Der erste Workshop im März 2024 war an Vertreter der Baubranche sowie Umweltverbände gerichtet (Begleitkreis). Ziel des Workshops war einerseits die Relevanz von verschiedenen Themenfeldern abzustimmen und andererseits das Stimmungsbild bzw. die Einschätzung und Position zu verschiedenen Themen aus verschiedenen Blickrichtungen abzufragen.

Im Juni 2024 fand in Düsseldorf die erste Sitzung der Jury Umweltzeichen für das Jahr 2024 statt. Die Auftragnehmer stellten den derzeitigen Arbeitsstand zur Überarbeitung der Vergabekriterien vor. Fokus der Vorstellung war zum einen auf die überarbeitete Struktur der Vergabekriterien gerichtet. Zum anderen wurde die Weiterentwicklungen einzelner Kriterien bzw. Bereiche vorgestellt. Der Schwerpunkt war dabei auf die Bereiche der Kreislaufwirtschaft, die Deklaration der Umweltwirkungen sowie die kunststoffbasierten geschäumten Dämmstoffe gelegt. Nach der Vorstellung gab es eine Diskussionsrunde mit Feedback von der Jury Umweltzeichen. Das Feedback der Jury Umweltzeichen wurde von den Auftragnehmern thematisiert und die Ausrichtung der Schwerpunkte bei der weiteren Bearbeitung berücksichtigt. Weitere Treffen zwischen den Auftragnehmern und der Jury Umweltzeichen sind nicht geplant. Der weitere Austausch mit der Jury Umweltzeichen erfolgt durch das Umweltbundesamt.

Der zweite Workshop im Februar 2025 wurde an die Dämmstoffverbände gerichtet. Neben den Verbänden wurden auch Herstellerunternehmen eingeladen, die bereits Zeichenträger des Blauen Engel für Dämmstoffe sind. Bei diesem Termin wurden vom Auftragnehmer erste Ideen für Kriterienvorschläge vorgestellt. Im Rahmen von Diskussions- und Feedbackrunden konnten die Hersteller und Verbände zu diesen Rückmeldungen geben und Hinweise in Bezug zur praktischen Umsetzbarkeit der Kriterienvorschläge im Herstellungsprozess gewonnen werden.

Neben dem Austausch mit den Akteuren der Dämmstoffindustrie wurde auch das Gespräch mit Zeicheninhaber anderer Umweltzeichen gesucht. Durch den Austausch konnte deren Herangehensweisen für die Erstellung ihrer Vergabekriterien hinterfragt bzw. nachvollzogen werden. Auch die Intention und Schlussfolgerungen für einzelne Kriterien konnten so dargelegt werden.

Das Zusammenspiel aller genannten Methoden und Vorgehensweisen ermöglicht es den Auftragnehmern ein vollumfängliches Bild zur Entwicklung des Blauen Engels für Dämmstoffe zu erhalten. Die erarbeiteten Kriterienvorschläge basieren auf wissenschaftlich fundierten Quellen und sollen eine Lenkungswirkung und Zukunftsfähigkeit generieren. Zudem soll die Praxistauglichkeit gewährleistet sein sowie deren Umsetzbarkeit von Herstellerseite.

4 Marktanalyse Dämmstoffe

4.1 Auflistung der auf dem deutschen Markt verfügbaren Dämmstoffe

Die auf dem deutschen Markt verfügbaren Dämmstoffe unterscheiden sich wesentlich in ihren technischen Eigenschaften. Daher sind diese entscheidend, um die Marktverteilung in Zusammenhang mit den möglichen Anwendungsfeldern zu sehen.

Dämmstoffe können aufgrund ihrer Rohstoffbasis in die Gruppe der anorganischen (mineralischen) und organischen Dämmstoffe unterteilt werden. Eine weitere Unterteilung kann in natürliche und synthetische Materialien erfolgen. In nachfolgender Tabelle 2 sind anhand dieses Schemas verschiedene Dämmstoffe zur Übersicht aufgelistet.

Tabelle 2: Übersicht verschiedener Dämmstoffe

Dämmstoffe			
anorganisch (mineralisch)		organisch	
synthetische Rohstoffe	natürliche Rohstoffe	synthetische Rohstoffe	natürliche Rohstoffe
Aerogel	Bims	Flexibler Elastomerschaum (FEF)	Baumwolle
Blähglas	Blähperlite (EPB)	Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum (UF)	Chinaschilf
Glaswolle (MW)	Blähglimmer	Melaminharzschäum (MF)	Flachs
Kalziumsilikatschaum	Vermiculite expandiert (EV)	Polyesterfasern	Getreidegranulat
Keramikfasern	Blähton	Polyethylenschaum (PEF)	Hanf
Keramikschaum	Wärmedämmziegel	Polystyrol-Extruderschäum (XPS)	Holzfasern (WF)
Pyrogene Kieselsäure		Phenolharz-Schaum (PF)	Holzspäne
Schaumglas (CG)		Polystyrol-Hartschaum (EPS)	Holzwohle (WW)
Schlackenwohle		Polyurethan-Hartschaum (PU)	Kokosfasern
Steinwohle (MW)		Polyurethan-Ortschaum (PU)	Kork, expandiert (ICB)
			Schafwohle
			Schilfrohr
			Seegrass
			Strohballen
			Torf
			Zellulosefaser

Quelle: Eigene Darstellung

Die Marktrelevanz von Dämmstoffen wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Übergeordnet stehen die Vorgaben der gesetzlichen Anforderungen durch eingeführte Normen, bauaufsichtlichen Zulassungen und länderspezifische Regelungen (Musterbauordnung (MBO) und Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)). Darin sind die technischen Rahmenbedingungen für die Anwendungsgebiete vorgegeben, die ein Dämmstoff erfüllen bzw. aufweisen muss.

Die wichtigste Kenngröße ist dabei der Wärmeschutz des Dämmstoffes, der durch die Wärmeleitfähigkeit λ ausgedrückt wird. Generell gilt: umso kleiner der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ_B , desto besser dämmt ein Stoff. Aus energetischer Sicht ist eine möglichst hohe Wärmedämmleistung anzustreben. Dabei berechnet sich der Wärmedurchlasswiderstand einer Dämmschicht aus seiner Dicke geteilt durch den Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit des Materials. Je höher der Wärmedurchlasswiderstand eines Bauteils, desto besser dämmt das Bauteil. Dabei ergeben sich zwei Stellschrauben für die Erhöhung des Wärmedurchlasswiderstands

einer Schicht: die Erhöhung der Dämmdicke und die Verminderung des Bemessungswerts der Wärmeleitfähigkeit. Der Wärmedurchgang durch ein Bauteil wird dabei aus dem Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstands (= Wärmedurchlasswiderstand plus innere und äußere Wärmeübergangswiderstände) berechnet. Diese Größe ist der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) eines Bauteils. Multipliziert mit der Fläche und der Temperaturdifferenz an dem Bauteil ergibt sich der Wärmedurchgang durch das Bauteil.

Aus der Kehrwertbildung resultiert die Nichtlinearität des Wärmedurchgangs im Verhältnis zur Dämmdicke. Jeder zusätzliche Zentimeter Dämmung trägt weniger zur Reduzierung des Wärmedurchgangs bei als der vorherige Zentimeter. Die Umweltwirkungen aus der Herstellung und der Entsorgung nehmen jedoch linear mit der Menge des Dämmstoffs – und damit mit der Dicke der Schicht - zu. Einsparungen in der Nutzungsphase und der Aufwand für die Herstellung und Entsorgung lassen sich somit gegenüberstellen und optimieren.

Eine detaillierte Beschreibung der technischen Eigenschaften von Dämmstoffen ist Anhang A zu entnehmen. Weitere materialspezifische Eigenschaften, Anwendungsgebiete sowie die rechtlichen Rahmenbedingungen sind den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

4.2 Vorstellung der häufigsten Dämmstofftypen

Der Absatz von Dämmmaterialien ist durch die Verfügbarkeit und durch die Sättigung des Marktes beschränkt. Die Verfügbarkeit ist direkt durch die Rohstoffe sowie die Herstellerkapazitäten beeinflusst, wobei der Bedarf an Dämmstoffen eine langfristige Änderung der Herstellkapazitäten hervorrufen kann.

Wenn für eine Anwendung einzelne Materialien bevorzugt eingesetzt werden, möglicherweise durch eine vermehrte Nutzung von Dämmstoffen, die mit einem Blauen Engel zertifiziert sind, kann eine Mengenverschiebung zwischen den Materialien stattfinden. Daher ist nicht nur die Dämmstoffverfügbarkeit in Summe (bezogen auf alle Dämmstoffarten) von Interesse, sondern auch die der einzelnen Dämmstoffarten (z. B. von Mineralwolle, EPS, usw.).

Im Folgenden werden die mit dem derzeit mit Abstand größten Marktanteil eingesetzten Dämmstoffgruppen Mineralwolle MW (Glaswolle und Steinwolle) und geschäumte Dämmstoffe auf Polystyrol-Basis (EPS und XPS) beschrieben. Zudem wird auf die Gruppe der Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (v. a. Holzfaserdämmstoffe WF) eingegangen, da diese oft als nachhaltige Alternative gesehen werden und deren Marktanteil tendenziell wächst.

Die hier angestellte Analyse der aktuellen Verfügbarkeit und Potenzialabschätzung der wichtigsten Materialgruppen unterliegt noch vielen anderen externen Zwängen und Randbedingungen, allen voran der Preisentwicklung bei der für den Herstellprozess notwendigen Energie, aber auch bspw. deren Verfügbarkeit, Besteuerung und CO₂-Bepreisung. Diese Randbedingungen sind aber für alle Materialgruppen annähernd vergleichbar bzw. sogar identisch, weswegen sie in der nachfolgenden Rohstoff- und Potenzialbetrachtung ausgeklammert werden. Gleiches gilt für den Bedarf an Fachkräften, der für einen möglichen Kapazitätsausbau notwendig ist, sowie die Verfügbarkeiten bei Maschinen- und Anlagenbauern.

4.2.1 Mineralwolle

4.2.1.1 Rohstoffbasis und Herstellung

Unter Mineralwollen werden anorganische Faserdämmstoffe aus Steinwolle oder Glaswolle zusammengefasst. Dabei weisen sie unterschiedliche Bestandteile und eine unterschiedliche Zusammensetzung auf. Steinwolle wird typischerweise aus den Rohstoffen Diabas, Dolomit und Kalkstein(-Sand) (jeweils ca. 20–30 Massenprozent (M-%)) sowie Eisenoxid und Zement (jeweils ca. 5–15 M-%) hergestellt. Dabei können bis zu 30 % der Gesteine durch Recyclingmaterial ersetzt werden (z. B. in Form von Formsteinen) (Tenzler 2021).

Glaswolle wird aus Altglas-Scherben (50–70 M-%), Quarzsand (10–20 M-%), Kalkstein & Soda (5–15 M-%) sowie Borax (5–10 M-%) hergestellt. Durch die Verwendung von Altglas können Primärrohstoffe eingespart werden.

Bei beiden Produkten werden Phenol-/Formaldehydharze als Bindemittel eingesetzt, wobei auch einige phenol- und formaldehydfreie Produkte auf dem Markt verfügbar sind. Zudem können einige Mineralwollen auch Hydrophobierungsmittel, z. B. Silikonöle, enthalten.

Für den Schmelzprozess bei der Herstellung von Mineralwolle werden Temperaturen von ca. 1.400 °C bei Glaswolle und über 1.500 °C bei Steinwolle benötigt. Um solch hohe Temperaturen zu erzeugen, werden große Energiemengen benötigt. Bei der Herstellung und der Lieferung von 1 m³ Mineralwolle werden gemäß dem FMI (2023) zwischen 150 kWh und 500 kWh Energie benötigt. Je nach Herstellungsverfahren sind die Hauptenergieträger für den Herstellungsprozess Koks, Gas oder Strom. Die Energieerzeugung erfolgt aktuell noch überwiegend fossil. Um die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren und die Anteile regenerativ erzeugter Energie im Herstellungsprozess zu erhöhen, sind einige Hersteller bereits dabei, ihre Produktionsprozesse umzustellen. Beispielsweise sollen anstelle von Kupolöfen Elektroschmelzöfen zum Einsatz kommen. Somit kann die Energieversorgung durch Strom (aus regenerativen Energien) erfolgen. Durch die Dekarbonisierung des Stromnetzes wird dann auch der Produktionsprozess der Mineralwolle-Herstellung dekarbonisiert. Ein Schweizer Mineralwolle-Hersteller betreibt beispielsweise seit April 2024 einen Elektroschmelzofen mit Strom aus regionaler Wasserkraft (Flumroc 2023, 2024).

4.2.1.2 End-of-Life und mögliche Entsorgungswege

Am Ende ihres Lebenszyklus, beispielsweise beim Rückbau von Gebäuden oder nach Erreichen der technischen Nutzungsdauer, wird Mineralwolle derzeit überwiegend der Deponierung zugeführt.

Als stofflicher Verwertungsweg von Steinwolle ist nach der Störstoffentfernung und anschließenden Zerkleinerungsschritten die Rückführung in die Produktion über Zementformsteine möglich, wobei das Altmaterial ca. 30 M-% am Neuprodukt ausmachen kann. (Reinhardt et al. 2022)

Ebenso kann Glaswolle nach Zerkleinerung zu einem Anteil von 10 M-% am Endprodukt direkt in die in Deutschland betriebenen Öfen zur Glaswolle-Herstellung rückgeführt werden. Höhere Anteile lassen sich über eine vorangehende Aufschmelzung der alten Glaswolle und anschließender Verarbeitung dieser zu Glasfritten realisieren (Reinhardt et al. 2022).

Für eine stoffliche Verwertung müssen die Dämmstoffe sauber und sortenrein vorliegen.

Was seit einigen Jahren in den Fokus rückt, ist das Thema Mineralwolle-Recycling. Das Pre-Consumer Recycling wurde in den Herstellwerken für Mineralwolle bereits optimiert. Die bei der Produktion entstehenden Verschnitte/Reste werden dem Produktionsprozess wieder zugeführt. Auch für Baustellenverschnitte gibt es von den großen Herstellern bereits Rücknahmekonzepte. Gemäß Broszies et al. (2023) werden die Rücknahmeoptionen noch nicht im großen Stil auf den Baustellen genutzt. Ein Grund könnte sein, dass die Option zur Rücknahme teilweise nur gewerblichen Kunden vorbehalten ist. So landen die Baustellenreste häufig weiterhin auf Deponien und bieten ein Potenzial für Ressourcenschonung in der Mineralwolle-Herstellung.

Das größte Ressourceneinsparpotenzial bietet jedoch das Post-Consumer Recycling durch Instandhaltungsmaßnahmen oder am Ende des Gebäudelebenszyklus, da hier der größte Anteil an Mineralwolle für das Recycling entsteht bzw. in den kommenden Jahrzehnten entstehen wird. Wenn Hersteller derzeit ein Post-Consumer Recycling für Mineralwolle anbieten, dann sind die Auflagen für die Rücknahme sehr streng, was vor allem auf die alten kanzerogenen Fasern zurückzuführen ist. So bleibt die Möglichkeit des Post-Consumer Recyclings oftmals ungenutzt und die Mineralwolle landet weiterhin auf Deponien. Auch aus wirtschaftlichen Aspekten bleiben Recyclingpotenziale aktuell zum Teil ungenutzt, da sich für herstellende Unternehmen eine Rücknahme erst bei größeren Mengen lohnt. Dies wurde auch beim Workshop mit den Herstellverbänden bestätigt. Neben der Umstellung auf regenerative Energieträger bei der Mineralwolle-Produktion besteht hier weiterer Handlungs- und Verbesserungsbedarf.

4.2.1.3 Rohstoffverfügbarkeit und Entwicklungspotential

Glas- und Steinwollen bestehen (bis auf die o.g. Bindemittel und die Hydrophobierung) aus mineralischen Rohstoffen. Der mineralische Rohstoffbedarf in Deutschland, unter anderem für die Bauindustrie, wird nahezu vollständig aus einheimischen Vorkommen gedeckt (Schwarzopp et al. 2022). Die Sicherung der mittel- und langfristigen Rohstoffversorgung in Deutschland (inkl. der in Deutschland abgebauten fossilen Energieträger) benötigt laut Untersuchungen der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) einen Flächenbedarf von ca. 1 % (BGR 2022). Für den gesamten Abbau von abiotischen Rohstoffen (z. B. Baumineralien, fossilen Energierohstoffen, etc.) in Deutschland wurden 2021 ca. 140.700 ha Landfläche benötigt. Diese entspricht etwa 0,4 % der deutschen Landesfläche (ca. 35.760.000 ha) (Destatis 2023a). Für die jeweiligen abiotischen Rohstoffe können Flächenäquivalente ermittelt werden, die für den Abbau einer bestimmten Rohstoffmenge notwendig ist. Im Jahr 2021 entsprach das Flächenäquivalent für den Abbau der tatsächlich genutzten Bau- und Industriemineralien gemäß (BGR 2022) 1.669 ha. Dies entspricht einem Anteil von 0,005 % der deutschen Landfläche. Der Ressourcen und Flächenverbrauch, der auf den Abbau von abiotischen Rohstoffen für die Mineralwolle-Produktion zurückgeht, werden nachfolgend ermittelt und eingeordnet.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Mineralwolle-Produktion von 2005 bis 2022 in Tausend Tonnen. Die mittlere Säule zeigt die Produktionsmenge an Glaswolle, die rechte Säule die Produktionsmenge an Steinwolle. Für die Jahre 2005 bis 2014 beinhaltet der Wert der Glaswolle auch textile Glasfasern. Eine Unterteilung fand erst ab 2015 statt, wobei der Anteil eher gering ist (vgl. linke Säule). Damit lässt sich der Rückgang in der Glaswolle-Produktion im Jahr 2015 erklären, der demnach in Realität nicht so signifikant ausfällt. Allgemein lässt sich, wenn ab 2015 die Summe aus textilen Glasfasern und Glaswolle zusammengezählt werden, ein leichter Anstieg in der Glaswolle-Produktion – mit vereinzelt jährlichen Schwankungen inkl. einem deutlichen Einbruch im Jahr 2009 bedingt durch die Wirtschaftskrise – seit 2005 erkennen. Ein etwas

stärkerer Zuwachs lässt sich bei der Steinwolle-Produktion erkennen. Von 2005 bis 2018 stieg die Produktionsmenge mit Ausnahme der Jahre 2008 bis 2010 (rund um die Wirtschaftskrise) kontinuierlich an. Im Jahr 2019 ging die Produktionsmenge deutlich zurück und sank im Jahr 2020 bedingt durch die COVID-19-Pandemie weiter, bevor sie 2021 wieder fast auf das Niveau von 2019 anstieg. Durch den Angriffskrieg Russlands gegen die Ukraine im Februar 2022 verhängte die EU-Sanktionen gegen Russland, die dazu führten, dass Russland seine Gaslieferungen nach Deutschland und in andere EU-Länder reduzierte bzw. einstellte. Zusätzlich stiegen die Energiepreise stark an, was wiederum zu höheren Herstellkosten sämtlicher Produkte und damit zu Preissteigerungen führte. Auch bedingte der Krieg in einigen Bereichen eine Ressourcenknappheit, welche zusätzlich zu steigenden Kosten beitrug. Diese Umstände führen u.a. zu steigenden Baukosten und zu einem deutlichen Rückgang der Bautätigkeit in Deutschland, was sich wiederum in der Dämmstoffnachfrage bemerkbar machte. Die Steinwolle-Produktion ging daher im Jahr 2022 gegenüber dem Vorjahr deutlich zurück.

Abbildung 3: Mineralwolle-Produktion von 2005-2022 in Tausend t aufgeteilt in Glaswolle und Steinwolle-Erzeugnisse; * Wert beinhaltet auch textile Glasfasern

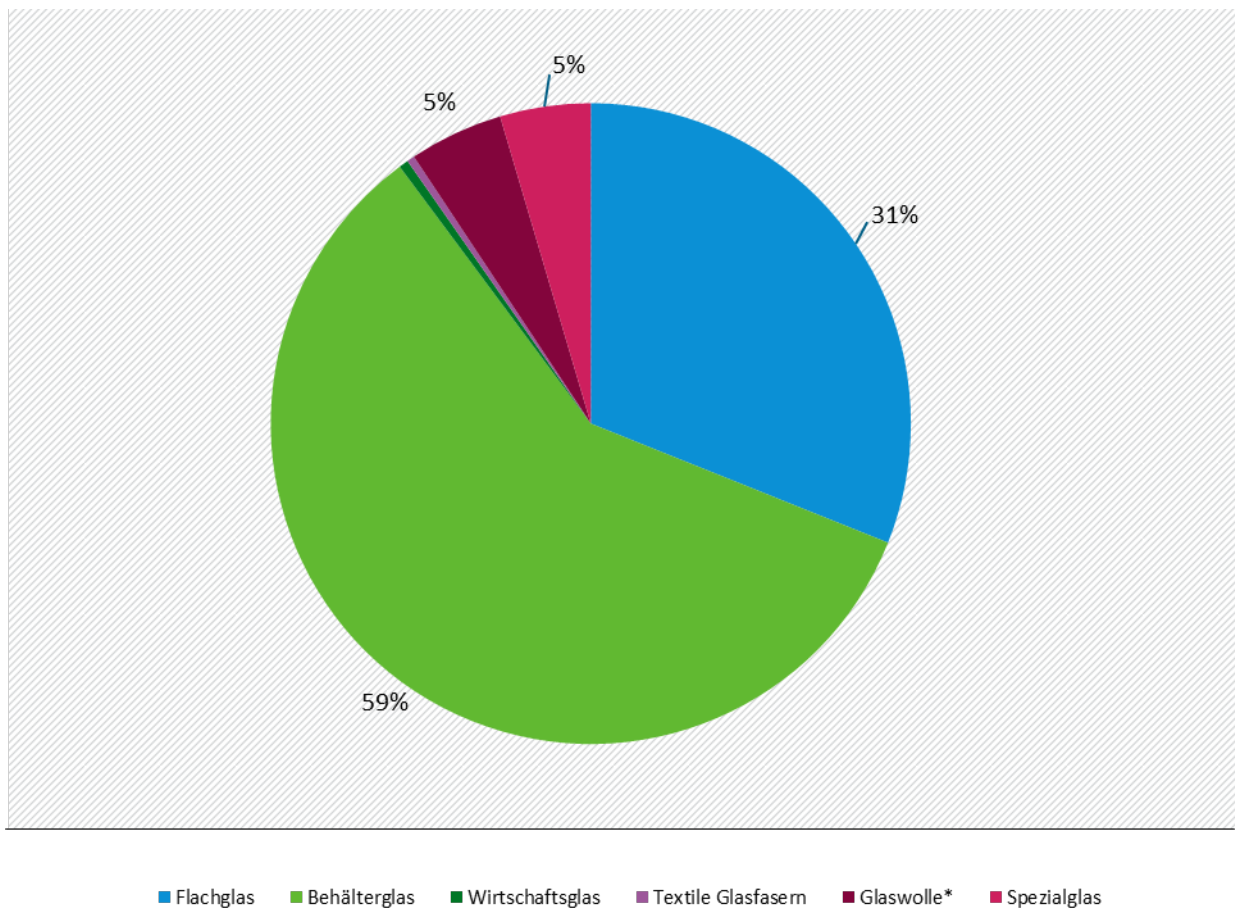


Quelle: eigene Darstellung nach (Destatis 2023b; BV Glas 2023b)

Im Jahr 2021 wurden 0,34 Mio. t Glaswolle produziert, was einem Anteil an allen Erzeugnissen der Glas- und Glasfaserindustrie von 5 % entspricht (vgl. Abbildung 4). Bei Ansatz einer durchschnittlichen Rohdichte von 25 kg/m³ für Glaswolle entspricht dies einer Produktionsmenge von ca. 14 Mio. m³ Glaswolle im Jahr 2021. Aus der Spanne für die typischen Rohdichten von Glaswolle (15–150 kg/m³) ergibt sich ein Volumen von 2 bis 23 Mio. m³ Glaswolle. Nach

Angaben von Interconnection Consulting (IC) (2021) lag die Absatzmenge von Glaswolle im Jahr 2021 bei 14,9 Mio. m³, wobei zu beachten ist, dass die Produktionsmenge nicht der Absatzmenge entsprechen muss, weil Lagerbestände auf- oder abgebaut werden können. Die vorläufigen Zahlen zur Produktionsmenge im Jahr 2022 beträgt 0,37 Mio. t, was bei einer angenommenen durchschnittlichen Rohdichte von 25 kg/m³ 14,9 Mio. m³ Glaswolle entspricht. Gemessen an den Erzeugnissen entspricht dies weiterhin einem Anteil von 5 % (BV Glas 2023a).

Abbildung 4: Anteile der Subsektoren an der Glas- und Glasfaserherstellung nach Produktionsmenge in Deutschland 2021 bei einer Gesamtproduktionsmenge von 7.220 Tausend t. *ohne Steinwolle



Quelle: eigene Darstellung nach (BV Glas 2023a).

Im Jahr 2021 wurden gemäß Destatis (2023b) 665.000 t Steinwolle hergestellt, was bei einer angenommenen durchschnittlichen Rohdichte von 110 kg/m³ einem Volumen von 6 Mio. m³ Steinwolle entspricht. Das von der Rohdichte (30–220 kg/m³) abhängige tatsächliche Produktionsvolumen lag demnach in einem Bereich von 3 Mio. m³ bis 22 Mio. m³. Nach IC (2021) lag die Absatzmenge für Steinwolle im Jahr 2021 bei 7,3 Mio. m³.

Für die nachfolgende Abschätzung der Rohstoffmengen für Mineralwolle wird angenommen, dass für die Herstellung einer bestimmten Menge (Masse) z. B. von einer Tonne Steinwolle dieselbe Menge an mineralischen Rohstoffen (eine Tonne) eingesetzt werden muss. Organische Zuschlagstoffe im Dämmstoff oder Verluste an mineralischen Rohstoffen bei der Herstellung werden hierbei vernachlässigt. Folglich ist anzunehmen, dass für die Herstellung von 0,67 Mio. t

Steinwolle dieselbe Menge an mineralischen Rohstoffen benötigt wird. Für die Bereitstellung von 0,37 Mio. t Glaswolle im Jahr 2021 werden 0,19 Mio. t primäre mineralische Rohstoffe benötigt. Die Berechnung erfolgt unter der Annahme, dass max. 50 % der verwendeten Rohstoffe für die Glaswolle-Produktion nicht aus Altglas stammen (unter Vernachlässigung von organischen Bindemitteln, etc.). Zur Produktion von Mineralwolle ergibt sich somit für das Jahr 2021 eine benötigte primäre mineralische Rohstoffmenge von 0,85 Mio. t.

In Deutschland wurden im Jahr 2021 insgesamt 593,8 Mio. t Baurohstoffe und Industriemineralien für die Bauwirtschaft benötigt (BGR 2022). Der benötigte Massenanteil an mineralischen Rohstoffen für die Herstellung von Mineralwolle beträgt somit 0,1 %. Dies entspricht bei Ansatz des durchschnittlichen Flächenäquivalents über alle Baustoffe und Industriemineralien 0,000007 % der deutschen Landesfläche im Jahr 2021. Demnach ist davon auszugehen, dass auch in Zukunft genügend mineralische Primärstoffe für die Mineralwolle-Produktion vorhanden sein werden.

4.2.2 Nachwachsende Rohstoffe

4.2.2.1 Rohstoffbasis und Herstellung

Unter Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo) werden i.d.R. Holzfaser, Holz- wolle, Zellulosefaser, expandierter Kork, Hanf, Schafwolle, Baumwolle, Flachs, Getreidegranulat, Schilfrohr, Koksfasern, Seegrass, Holzspäne, Chinaschilf, Torf und Strohballen (vgl. Tabelle 1 Spalte 4) verstanden, die primär aus organischen und nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Die wohl bedeutendsten und bekanntesten Vertreter sind Holzfaser- und Zellulose- dämmstoffe. Sie konnten sich in den vergangenen Jahren auf dem Dämmstoffmarkt erfolgreich positionieren, während andere NaWaRo-Dämmstoffe weiterhin eher als Nischenprodukte gelten.

Die Herstellung von Holzfaserdämmstoffen erfolgt hauptsächlich durch zwei Verfahren: Nass- verfahren und Trockenverfahren. Bei der Herstellung im Nassverfahren werden thermomecha- nische Methoden genutzt, um das Holz zu Fasern zu verarbeiten. Anschließend wird der erhal- tene Faserkuchen unter Wärmezufuhr (160–220°C) zum Abbinden gebracht. Es werden keine zusätzlichen Bindemittel benötigt. Dieses Herstellungsverfahren ist vergleichsweise energieein- tensiv. Das Trockenverfahren dagegen benötigt weniger Energie. Stattdessen wird nach der Zer- faserung und Trocknung des Holzes ein Bindemittel zugegeben. Das verwendete Bindemittel ist in der Regel ein Polyurethan-Harz.

Zellulosedämmstoffe werden überwiegend aus recyceltem Altpapier hergestellt. Dabei wird die- ses als erstes mechanisch zerkleinert und im Anschluss zur Verbesserung von Brandschutzzei- genschaften und der Dauerhaftigkeit mit pulverförmigen Borsalzen (ca. 5 %) oder Ammoniumpho- sphat (bis zu 8 %) als Zusatzstoffe vermischt. Die Fasern werden mit vorgeschalteten Ham- mermühlen aufgeschlossen. Nachdem der Feinanteil (Staub) abgetrennt wurde, kann das Mate- rial als loser Dämmstoff verwendet werden. Für den Transport wird es in der Regel zu Ballen ge- presst. Es kann allerdings auch weiter zu Dämmpellets oder Dämmstoffmatten verarbeitet wer- den. Dabei ist die Zugabe von Bindemitteln oder Stützfasern erforderlich. Die Flocken werden für die Herstellung von Matten unter Einwirkung von Wasserdampf zu Zellulosematten ver- presst. Nach der Trocknung lassen sich die Matten zuschneiden (Treml et al. 2023).

4.2.2.2 End-of-Life und mögliche Entsorgungswege

Dämmstoffe, die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt wurden, werden am Ende ihres Le- benszyklus aktuell größtenteils der thermischen Verwertung zugeführt. Dies kann über eine Müllverbrennungsanlage (MVA), ein Zementwerk oder Biomasse-Heizkraftwerk erfolgen.

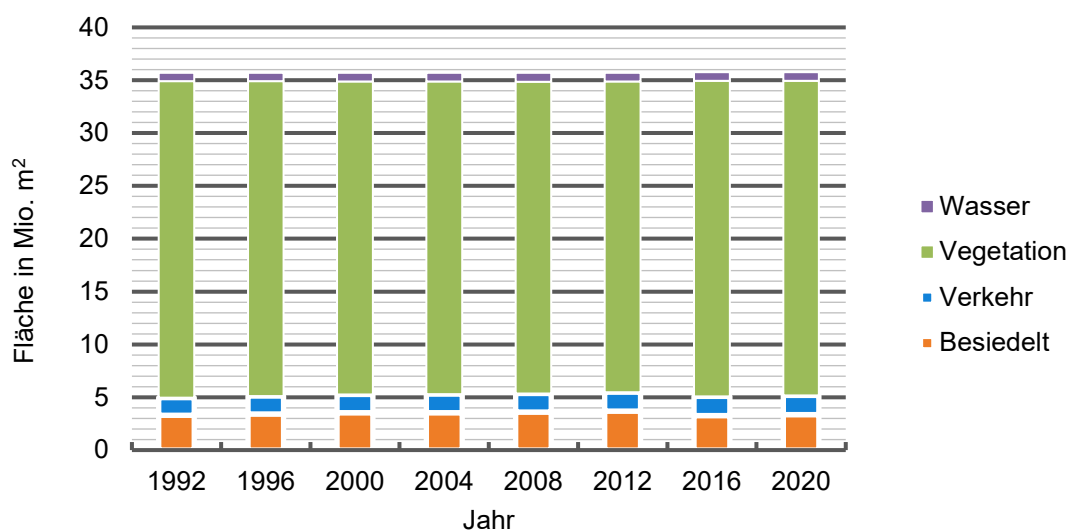
Eine stoffliche Verwertung ist perspektivisch über eine Rückführung in die Produktion möglich, wobei bis zu 10 M-% des alten Dämmstoffs (Herstellerangabe) im Produkt enthalten sein kann. Aus Qualitätsgründen werden Hersteller ggf. nur eigene alte Produkte rückführen. Wahrscheinlichere Wege sind Nutzungen in der Baustoffherstellung. Weiterhin ist die Produktion von neuen Recyclingdämmmaterialien denkbar, die nicht die volle Dämmwirkung wie Dämmmaterialien aus Primärholz entfalten, aber für bestimmte Anwendungen dennoch gut geeignet wären (Reinhardt et al. 2022). Die Dämmstoffe müssen sauber und sortenrein vorliegen, um stofflich verwertet werden zu können.

4.2.2.3 Rohstoffverfügbarkeit und Entwicklungspotential

Die Rohstoffverfügbarkeit und die Bedeutung von nachwachsenden Rohstoffen ist ausführlich in der „Metastudie Wärmedämmstoffe“ des FIW München beschrieben und kann dort nachgelesen werden (siehe (Tremel et al. 2023)). Nachfolgend werden Auszüge und Inhalte der Metastudie zu den nachwachsenden Dämmstoffen (NaWaRo-Dämmstoffen) wiedergegeben. In Teilen wurden zusätzliche Aspekte beleuchtet und ergänzt.

Bei nachwachsenden Rohstoffen gibt es Einschränkungen bezüglich der Verfügbarkeit, die sorgfältig bedacht werden müssen. Dies hängt in erster Linie mit der allgemeinen Begrenztheit des Raums und der Flächenkonkurrenz zwischen verschiedenen Nutzungsszenarien zusammen. Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der Flächennutzung in Deutschland von 1992 bis 2020 (Destatis 2021). Trotz einer Änderung der Datenstruktur ab 2015 nehmen im Mittel die Siedlungsfläche (+0,27 %/a), die Verkehrsfläche (+0,28 %/a) und die Wasserfläche (+0,41 %/a) zu, während die Vegetationsfläche mit rund -0,06 % pro Jahr konstant sinkt. Der Unterschied in den relativen Veränderungen ist auf den großen Unterschied in den absoluten Werten der Vegetation im Vergleich zu den anderen Landnutzungskategorien zurückzuführen. Generell sind aber nur geringe Veränderungen in der Landnutzung zu verzeichnen. Der größte Teil der Fläche in Deutschland ist von Vegetation bedeckt, die aus landwirtschaftlichen Flächen und Wäldern besteht.

Abbildung 5: Flächennutzung in Deutschland von 1992–2020



Quelle: (Tremel et al. 2023) nach (Destatis 2021).

Eine mögliche Konkurrenz zur Nutzung von Agrarpflanzen bzw. Wald besteht zwischen der stofflichen Nutzung (bspw. als Dämmstoff oder zur Herstellung biobasierter Chemikalien), der Nahrungsmittelproduktion und der Nutzung als Energiepflanze (Verbrennung oder Biogas).

Darüber hinaus schränkt eine beliebige Ausweitung von land-/forstwirtschaftlich genutzten Flächen ggf. auch den Lebensraum für Pflanzen und Tiere weiter ein und es können Umweltprobleme, bspw. durch eine Übernutzung der Flächen, landwirtschaftliche Düngung und ggf. den Einsatz von Pestiziden entstehen. In der EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 wird daher mehr Raum für Natur eingefordert, so sollen bis 2030 mindestens 30 % der Land- und Meeresgebiete der europäischen Union in Schutzgebiete umgewandelt werden, 10 % der Fläche sollen streng geschützt werden (EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 2020).

Wie bei den konventionellen Rohstoffen, so müssen also auch bei den nachwachsenden Rohstoffen prinzipiell mögliche Umweltprobleme kritisch hinterfragt werden. Dazu gehört die Verbesserung der Anbau- und Erntemethoden ebenso wie die Verringerung des Gehalts an Bindemitteln und Zusatzstoffen (Hydrophobierungsmittel und Flammschutzmittel) und das Ziel, eine langfristige, auf Wiederverwendung und Recycling basierende Kreislaufwirtschaft zu etablieren, um die Kohlenstoffsenke beim Einsatz biobasierter Rohstoffe möglichst zu verlängern.

Die beschriebene Flächen- und Nutzungskonkurrenz führt zu der Frage, welches Substitutionspotential der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen bietet.

Neben den umfangreichen technischen Einsatzmöglichkeiten von Holzfaserdämmstoffen ist auch die gute Verfügbarkeit des Rohstoffs Holz einer der Gründe für die außerordentlich positive Marktentwicklung. Holz steht zumindest in Mitteleuropa aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern in bisher ausreichender Menge zur Verfügung und Koppelprodukte aus anderen Produktionen (bspw. der Schnittholzgewinnung) können verarbeitet werden. Aktuell übersteigt der Zuwachs der Wälder in Deutschland immer noch die Nutzung. Laut der Kohlenstoffinventur des Thünen Institut lag der laufende Zuwachs in 2017 bei 117 Mio. Vfm/a und die Nutzung bei 89 Mio. Vfm/a (Vfm/a = Vorratsfestmeter pro Jahr) (Thünen-Institut 2017; UBA 2024). Zu beachten ist, dass diese Lücke zwischen Zuwachs und Nutzung der Wälder von verschiedenen Faktoren bestimmt wird. Der Wald übernimmt neben den wirtschaftlichen Aspekten auch ökologische und soziale Funktionen.

Mit der Umstellung der Berechnung zur Holznutzung von der Waldgesamtrechnung (der gesamte Holzzuwachs, nutzbar und nicht nutzbar, wird einbezogen) auf die European Forest Accounts (nur der wirklich nutzbare Nettozuwachs, ohne geschützte Bereiche oder nicht verwertbare Holz mengen, geht in die Berechnung ein) im Jahre 2014 ergeben sich neue Holznutzungsraten. Somit wurden in den Jahren von 2018 bis 2020 in Deutschland mehr Holz dem Wald entnommen wurden als netto nachwachsen konnte. Dies entspricht einer Holznutzung von über 100 % (UBA 2024).

Im Weiteren wird durch die Implementierung der Bioökonomie die Nutzungskonkurrenz in Bereichen wie dem Holzbau, der Papierindustrie, Brennstoffgewinnung und ggf. Bioraffinerie Ansätze verschärfen. Im internationalen Kontext werden diese Faktoren ggf. ergänzt durch die Rodung zur Gewinnung von Weideland und eine noch umfangreichere Nutzung von Holz als Energielieferant. Wäldern kommt außerdem eine wesentliche Funktion des natürlichen Klimaschutzes zu, was zu einer weiteren Verschärfung von Nutzungskonkurrenz führen kann.

Zudem ist zu beachten, dass die in den letzten Jahren vorhandene Menge an Holz auf dem deutschen Markt auch durch umfangreiche Kalamitäten (Sturm- und Folgeschäden durch Insektenfraß) verursacht wurde. Vor diesem Hintergrund ist auch der Klimawandel mit einem generellen Anstieg von extremen Wetterereignissen und den Folgen des veränderten Temperatur- und Wasserangebots für bestimmte Baumarten zu berücksichtigen. Der dadurch notwendige, sogenannte „Waldumbau“ wird zu einer Verlagerung des Anbaus der bisher im Bauwesen überwiegend genutzten Nadelhölzer (vorwiegend der Fichte) in Richtung von Laubhölzern, bspw. der Buche führen. Unterschiede in der Holz Anatomie (Faserlängen) und Holzinhaltstoffen

(Extraktstoffe) werden die Eigenschaften daraus hergestellter Produkte, bzw. zumindest die notwendige Prozesstechnik, z. B. hinsichtlich Holzaufschluss und Verklebungstechnologie beeinflussen.

Die zweitwichtigste Gruppe der NaWaRo-Dämmstoffe sind aktuell Zellulose/Altpapierflocken. Die Produkte sind bereits seit langem auf dem Markt und stellen bei der Anwendung als lose Einblasdämmung eine kostengünstige und etablierte Lösung zur Dämmung von Gefachen im Holzrahmenbau und zur Zwischensparrendämmung dar. Die verhaltene Marktentwicklung der letzten Jahre ist wahrscheinlich in erster Linie dem angespannten Altpapiermarkt zuzuschreiben. Papier hat eine sehr hohe Recyclingquote, aber bereits jetzt übersteigt der Bedarf an Altpapier in Deutschland das Angebot, weshalb auch Altpapier aus anderen Ländern zugekauft wird (VDP 2022).

Neben Holzfaserdämmstoffen zeigt auch Hanf eine sehr positive Entwicklung mit hohen Zuwachsraten, auch wenn die aktuelle Marktbedeutung gering ist. Für die zukünftige Entwicklung ist die momentan noch gegebene Limitierung in der Rohstoffverfügbarkeit zu beachten. In Europa waren im Jahr 2019 Frankreich (ca. 14.550 ha), Litauen (ca. 6.000 ha) und Deutschland (ca. 3.600 ha) die bedeutendsten Anbaugelände. Der Vergleich mit ca. 11.000.000 ha Waldfläche in Deutschland verdeutlicht die Skalen. Im Weiteren ist auch die technische Anwendbarkeit von Hanffaserdämmstoffen aktuell noch begrenzt. Das Groß der Produkte sind flexible Matten für die Gefachdämmung. Harte Platten für WDVS wurden bereits produziert und werden in WDV-Systemen angeboten, konnten sich jedoch bis jetzt nicht etablieren (Tremel et al. 2023).

Die Diskussion der Marktentwicklung im Bereich der NaWaRo-Dämmstoffe spannt viele Themenfelder auf, die bei der Bewertung aller (konventioneller und alternativer) Dämmstoffe unter technischen und ökologischen Gesichtspunkten wichtig sind. Schlüsselthemen zur Bewertung sind hier die technische Bedeutung hinsichtlich der Anwendbarkeit, die notwendige technische/chemische Ausrüstung um bestimmte Materialanforderungen (meist Brand und Wasseraufnahme) einzuhalten und die generelle Bedeutung im Kontext der Energiewende hinsichtlich der Frage, inwieweit ein Material in nennenswertem Maß den Bedarf an Dämmstoffen decken kann.

4.2.3 Kunststoffbasierte Dämmstoffe

4.2.3.1 Rohstoffbasis und Herstellung

Kunststoffbasierte Dämmstoffe besitzen eine polymere, organische, synthetische Rohstoffbasis. Polymere, die für Dämmstoffanwendungen verwendet werden, sind in Tabelle 3 aufgeführt. Abgesehen von Polyethylen, welches auch faserförmig eingesetzt wird, werden alle Kunststoffe als Schaum angewendet. Die dabei erzielte Rohdichte liegt, je nach Anwendung und Material, zwischen 15 und 200 kg/m³. Bei EPS, XPS und Polyethylen handelt es sich um thermoplastische Polymere. Deren Polymerstruktur besteht aus langen und unvernetzten Ketten. Sie lassen sich, im Gegensatz zu Duroplasten in einem bestimmten Temperaturbereich (unterhalb der Zersetzungstemperatur) verformen. Die Polymerstruktur von Duroplasten dagegen besteht aus vernetzten Ketten. Sie können aufgrund der Vernetzung nicht aufgeschmolzen werden.

Der Einsatz von Kunststoffen bei der Dämmstoffherstellung beschränkt sich nicht nur auf kunststoffbasierte Dämmstoffe. Auch in Dämmplatten aus Mineralwolle und Holzfasern (hergestellt nach dem Trockenverfahren) sind Kunststoffe enthalten. Weiterführende Informationen hierzu sind in den Kapiteln 4.2.1.1, 4.2.2.1 und 8.5 zu finden.

Tabelle 3: Übersicht über Kunststoffe, die für die Herstellung von Dämmstoffen genutzt werden und deren Eigenschaften

Material (Polymer)	Makrostruktur	Polymerstruktur	Rohdichte als Dämmstoff [kg/m ³]	Anwendungsbereich
EPS (Polystyrol)	Schaum	Thermoplast	15–30	Gebäudedämmung
XPS (Polystyrol)	Schaum	Thermoplast	25–50	Gebäudedämmung
Polyurethan/ Polyisocyanurat	Schaum	Duroplast	30–100	Gebäudedämmung technische Dämmung
Phenolharz (Phenoplast)	Schaum	Duroplast	35–45	Gebäudedämmung technische Dämmung
Melaminharz (Aminoplast)	Schaum	Duroplast	6–10 (Gewerbemuseum Winterthur 2011a)	Gebäudedämmung
Polyethylen	Schaum/ Fasern	Thermoplast (auch Duroplast)	15–165 (Gewerbemuseum Winterthur 2011b)	Gebäudedämmung technische Dämmung
Synthesekautschuk	Schaum	Elastomer (Thermo- oder Duro- plast)	40–100 (aus EPDs geschätzt)	technische Dämmung

Quelle: Eigene Darstellung

Es werden hauptsächlich zwei verschiedene Methoden zur Herstellung von geschäumten Dämmstoffen unterschieden. Die Bezeichnung des physikalischen und chemischen Schäumens leitet sich von der Art der Erzeugung des Gases ab, welches für die Bildung der Hohlräume in der Kunststoffmatrix sorgt. Beim physikalischen Schäumen wird einem thermoplastischen Kunststoff ein Treibmittel zugesetzt, welches sich zunächst im Polymer löst und anschließend durch Temperatureintrag und/oder Druckabfall verdampft und gasgefüllte Zellen bildet. Es werden häufig Kohlenstoffdioxid (CO₂), Stickstoff (N₂) oder Pentane als Treibmittel eingesetzt. Geeignete Verarbeitungsmethoden sind Extrusions- und Spritzgussverfahren, sowie der Formteilprozess (Styroporverfahren). Das chemische Schäumen basiert darauf, dass das Treibmittel unter den Bedingungen des Verarbeitungsprozesses reagiert und dabei eine gasförmige Komponente entsteht, welche für das Aufschäumen des Kunststoffs sorgt. Die verwendeten Treibmittel sind sehr vielseitig, wobei das entstehende Gas häufig Kohlenstoffdioxid, Stickstoff oder Wasserdampf ist. Geeignete Verarbeitungsmethoden sind Extrusions- und Spritzgussverfahren.

Thermoplaste können zunächst in nicht geschäumter Form, beispielsweise als kompaktes Granulat hergestellt und anschließend im aufgeschmolzenen Zustand geschäumt werden. Nach dem Abkühlen erstarrt der Schaum. Die Form von Duroplasten dagegen kann nachträglich nicht mehr verändert werden, sodass der Prozess des Schäumens in unmittelbarem zeitlichem Zusammenhang mit der Bildung des Polymernetzwerks (Aushärten) stattfinden muss.

In Deutschland wurden im Jahr 2021 insgesamt ca. 14 Mio. t Kunststoffe verarbeitet (Lindner et al. 2022). Hiervon wurden 3,7 Mio. t für die Herstellung von Bauprodukten genutzt. Innerhalb der Gruppe der Bauprodukte sind Rohre (31 %), Profile (27 %) und Dämmstoffe (15 %) (Bendix et al. 2021) die Produkte mit dem größten Materialumsatz. In Tabelle 4 sind die Mengen der verarbeiteten Kunststoffe für die Herstellung der jeweiligen kunststoffbasierten Bauprodukte aufgeführt. Auf Dämmstoffe entfiel im Jahr 2021 eine Masse von 554 kt Kunststoff (Eigene

Berechnungen auf Basis verschiedener Quellen; Berechnungsgrundlage kann Anhang E entnommen werden).

Tabelle 4: Verarbeitete Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Bauprodukte in Deutschland im Jahr 2021

Material	Anteil an produzierten kunststoffbasierten Bauprodukten [Gew.-%]	Masse der verarbeiteten Kunststoffe für kunststoffbasierte Bauprodukte [kt]
Rohre	31	1.144
Profile	27	996
Dämmung	15	554
Sonstige	27	996

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis verschiedener Quellen; Berechnungsgrundlage kann Anhang E entnommen werden

Für die Herstellung der kunststoffbasierten Dämmstoffe wurden 291 kt Polystyrol (223 kt für EPS und 68 kt für XPS) verwendet. Zusätzlich wurden 185 kt PUR bzw. PIR verarbeitet (eigene Berechnungen auf Basis verschiedener Quellen; Berechnungsgrundlage kann Anhang E entnommen werden). Auf die übrigen Polymere entfielen 77 kt. Eine Übersicht über die verarbeitete Menge Kunststoff zeigt Tabelle 5.

Tabelle 5: Verarbeitete Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021

Material	Anteil an produzierten kunststoffbasierten Dämmstoffen [Gew.-%]	Masse produzierter kunststoffbasierter Dämmstoffe [kt]
EPS	39	216
XPS	14	75
PUR/PIR	33	185
Sonstige	14	77

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis verschiedener Quellen; Berechnungsgrundlage kann Anhang E entnommen werden

Ausgehend von einem Exportüberhang von 9 % für Bauprodukte (Lindner et al. 2022) kann man von etwa 500 kt verbauter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021 ausgehen. Für die Masse der verbauten Dämmstoffe liegen jedoch keine Erhebungen vor. Eine umfangreiche Marktanalyse (IC 2021) erfasst ausschließlich das auf den Markt gebrachte Dämmstoffvolumen. Tabelle 6 zeigt das im Jahr 2021 in Deutschland auf den Markt gebrachte Volumen kunststoffbasierter Dämmstoffe. Da die unter „Sonstige“ zusammengefassten Dämmstoffe in der zitierten Marktanalyse nicht weiter aufgeschlüsselt werden, bleibt unklar, welcher Anteil der 0,75 Mio. m³ auf kunststoffbasierte Dämmstoffe zurückzuführen ist.

Tabelle 6: Auf den Markt gebrachtes Dämmstoffvolumen in Deutschland im Jahr 2021

Material	Anteil kunststoffbasierten Dämmstoffen [Vol.-%]	Volumen kunststoffbasierter Dämmstoffe [Mio. m ³]
EPS	60-64	8,2
XPS	13-14	1,8
PUR/PIR	21-22	2,9
Sonstige	< 5	< 0,75

Quelle: (IC 2021)

Insgesamt decken PS und PUR/PIR mehr als 95 % des installierten kunststoffbasierten Dämmstoffvolumens in Deutschland ab. Aus diesem Grund liegt der Fokus im Folgenden hauptsächlich auf Dämmstoffen, die aus diesen Polymeren hergestellt werden.

Expandiertes Polystyrol (EPS)

EPS wird im sogenannten Formteilprozess hergestellt. Dieser wird beispielsweise in Umwelt-Produktdeklarationen (EPD) eines Industrieverbands beschrieben (IVH 2022a, 2022b). Das aus dem Monomer Styrol mittels Suspensionspolymerisation hergestellte Polystyrol-Granulat wird dafür mit dem Treibmittel Pentan (Anteil 5-7 %) beladen. Anschließend wird das Granulat mit Wasserdampf (> 90 °C) behandelt, wobei das Treibmittel verdampft und sich das Volumen um das 20- bis 80-fache vergrößert. Nach dem Abkühlen werden die vorgeschäumten EPS-Schaumstoffpartikel durch eine erneute Dampfbehandlung bei 110 °C bis 120 °C weiter aufgeschäumt und miteinander verschweißt. Bei diesem Prozessschritt kann auch EPS aus Produktions- und Baustellenabschnitten zugesetzt werden. Der Anteil dieser Abschnitte beträgt in ausgewählten, heute auf dem Markt befindlichen Produkten bis zu 12 %.

Neben dem Treibmittel wird EPS auch ein Flammschutzmittel zugesetzt. Als flammhemmender Zusatz enthielt die Polymermatrix bis zu dessen Verbot im Jahr 2016 einen Anteil von 0,5 bis 1 Gew.-% Hexabromocyclododecan (HBCD), seitdem wird das bromierte Polymer Poly-FR (1-5 Gew.-%) eingesetzt.

Zur Verbesserung der Dämmwirkung kann das Polystyrol-Granulat mit einem Infrarotabsorber und -reflektor versetzt werden. Es wird hauptsächlich Graphit (3,5–10 Gew.-%) eingesetzt. Daraus entsteht sogenanntes graues EPS.

Der Energie- und Ressourcenaufwand für die Herstellung von Dämmstoffen aus EPS stammt zu einem großen Teil aus der Herstellung des EPS-Granulates. Die Plattenherstellung mit Aufschäumen des Granulates und Formgebung trägt in Ökobilanzen nur zu weniger als 15 % zu den meisten Wirkungskategorien bei (IVH 2022a, 2022b). Der Einsatz von recyceltem EPS aus gebrauchten Dämmstoffen stellt somit den wirkungsvollsten Einflussfaktor zur Reduktion von Umweltwirkungen dar.

Extrudiertes Polystyrol (XPS)

XPS wird durch einen kontinuierlichen Extrusionsprozess hergestellt. In Umwelt-Produktdeklarationen eines Industrieverbands und verschiedener Hersteller wird das Verfahren beschrieben (FPX 2019; Bachl 2022; Jackon 2021; Ravago Building Solutions 2023a, 2023b). Das Polystyrol-Granulat wird gemeinsam mit Additiven im Extruder unter hohem Druck bei ca. 200 °C

aufgeschmolzen und das Treibmittel zugegeben. Das Treibmittel löst sich in der Polymer-schmelze. Nach dem Austritt aus der Extruderdüse erfährt die Polymerschmelze einen Druckabfall, wodurch das Treibmittel ausfällt und expandiert. Die Schmelze wird mittels Breitschlitzdüse auf ein Fließband aufgetragen und schäumt auf. Das expandierte Polystyrol kühlt ab, wird fest und anschließend dimensioniert. Es entsteht ein geschlossenzelliger Polystyrolschaum.

Als Treibmittel wird vorwiegend Kohlenstoffdioxid eingesetzt. Meist erfolgt auch die Zugabe eines Co-Treibmittels (z. B. Ethanol, Aceton, Dimethylether oder Isobutan). Insgesamt macht das Treibmittel etwa 5-8 Gew.-% der Rezeptur aus. Auf Kohlenstoffdioxid entfallen davon 25–80 Gew.-% und auf das Co-Treibmittel 20–68 Gew.-%. Vereinzelt werden auch halogenierte Treibmittel (z. B. 1,3,3,3-Tetrafluorpropen) eingesetzt (LAGA und BMK 2021).

Neben dem Treibmittel wird XPS auch ein Flammschutzmittel zugesetzt. Als flammhemmender Zusatz enthielt die Polymermatrix bis 2016 0,5 bis 1 % Hexabromocyclododecan (HBCD), seitdem werden andere bromierte Flammschutzmittel, insbesondere Poly-FR, (0,5–3 %) eingesetzt.

Hinzu kommen weitere Additive wie z. B. Pigmente mit einem Gehalt von < 1 % in der Rezeptur.

Für den Energie- und Ressourcenaufwand bei der Herstellung von Dämmstoffen aus XPS gilt das Gleiche wie für die Herstellung aus EPS. Der Einsatz von Rezyklat stellt den wirkungsvollsten Einflussfaktor zur Reduktion von Umweltwirkungen dar.

Polyurethan-Hartschaum (PUR)

Im Gegensatz zu EPS und XPS, welche hauptsächlich aus dem chemisch-strukturell stets gleichen Polystyrol bestehen, d. h. aus dem Monomer Styrol aufgebaut sind, verbirgt sich hinter Polyurethan eine Vielzahl unterschiedlicher Polymerstrukturen, die durch verschiedene Einflussfaktoren bestimmt wird. Zusätzlich setzt die Herstellung von Dämmstoffbauteilen nicht das fertige Polymer voraus, sondern geht mit der Synthese des Polymers einher. Die wichtigsten Komponenten bei der Herstellung von Polyurethanschaum sind das Polyol und das Polyisocyanat. Als Polyole werden vor allem lang- und kurzkettige Polyetherpolyole und Polyesterpolyole eingesetzt. Bei der Auswahl existiert eine große Strukturvielfalt. Im Gegensatz dazu kommen nur wenige Polyisocyanate zum Einsatz. Die wichtigsten Vertreter sind Toluylendiisocyanat (TDI) und Diphenylmethandiisocyanat (MDI). Bei der Herstellung von Hartschäumen wird hauptsächlich MDI eingesetzt. Häufig liegt das MDI in einer „vorvernetzten“ Variante als polymeres Diphenylmethandiisocyanat (PMDI) vor. Werden die Isocyanat- und die Polyol-Komponenten vermischt, reagieren die Hydroxygruppen des Polyols mit den Isocyanatgruppen des PMDI zu einer Urethangruppe. Durch die fortschreitende Reaktion entstehen vernetzte Polymerketten, wodurch das Material aushärtet. Für die Schaumerzeugung und zur Vereinfachung der Verarbeitung werden Hilfsstoffe eingesetzt. Dazu zählen vor allem Treibmittel, Katalysatoren, Emulgatoren und Schaumstabilisatoren. Weitere mögliche Bestandteile sind, je nach Anwendungsfall Flammschutzmittel, UV-Absorber, Pigmente und Füllstoffe (Kunststoffe.de 2023).

Polyisocyanuraten (PIR) sind den Polyurethanen verwandte Polymere. Von PIR spricht man, wenn ein Überschuss von Isocyanatgruppen eingesetzt und die Reaktionstemperatur so hoch gewählt wird, dass die Isocyanatgruppen miteinander zu einer Isocyanuratgruppe reagieren und so zur Vernetzung beitragen.

PUR- und PIR-Hartschaumplatten werden mittels Doppelband- oder Blockschaumverfahren hergestellt. Daneben kann PUR-Hartschaum auch als Ortschaum am Ort der Anwendung erzeugt werden.

Da es sich bei PUR-Hartschaum um ein duroplastisches Material handelt, spielt der Einsatz von mechanisch recyceltem Material bei der Herstellung von PUR-Hartschaumplatten keine Rolle. Produktionsreste und Baustellenverschnitte lassen sich jedoch stofflich verwerten, indem die Reste zermahlen und mit Bindemittel zu neuen Platten verarbeitet werden. Diese Platten weisen eine schlechtere Dämmleistung als PUR-Hartschaumplatten auf, können jedoch beispielsweise als wärmedämmender Baustoff eingesetzt werden (siehe Kapitel 4.2.3.5) (Goldmann 2023).

Der Energie- und Ressourcenaufwand für die Herstellung von PUR-Hartschaum stammt zu einem großen Teil aus der Herstellung der Rohstoffe. Der Einsatz von biobasierten Rohstoffen kann ein wirkungsvoller Einflussfaktor zur Reduktion von Umweltwirkungen, wie dem Treibhausgaspotenzial, sein. Sowohl die Polyol- als auch die Isocyanat-Komponente sind auch biobasiert (Massebilanzverfahren, siehe Kapitel 8.5) erhältlich.

Eingesetzte Treibmittel in EPS, XPS und PUR/PIR

EPS wurde in der EU nie mit Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (HFCKW) oder teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) geschäumt, sondern von Anfang an ausschließlich mit Pentan. Auch international wird EPS fast überall mit Pentan geschäumt – fluorierte Treibmittel sind unüblich. Damit ist EPS historisch weitgehend frei von fluorierten Treibmitteln (BMK 2021).

Ursprünglich wurden für XPS fluorierte Treibmittel wie FCKW und später HFCKW eingesetzt, die sowohl ozonschädigend als auch treibhauswirksam sind. In den 2000er-Jahren folgte die Umstellung auf HFKW, die zwar nicht ozonschädigend wirken, aber ein hohes Treibhauspotenzial aufweisen. Seit 2020 dürfen laut EU-Vorgabe nur noch Treibmittel mit einem GWP unter 150 verwendet werden, was zu einem Wechsel auf CO₂, Isobutan oder moderne HFOs geführt hat. (BMK 2021; UBA 2025b)

In der EU dürfen für PUR/PIR-Dämmstoffe seit 2020, wie bei XPS, nur noch Treibmittel mit einem GWP von < 150 verwendet werden. Verbreitet sind heute HFOs sowie Pentan und CO₂. Früher wurden FCKW, dann HFCKW und HFKW eingesetzt, die inzwischen verboten sind. Außerhalb der EU kommen HFKW mit einem hohen Treibhauspotenzial teilweise noch zum Einsatz, insbesondere in Ländern mit späteren Ausstiegsfristen gemäß dem Kigali-Zusatz des Montreal-Protokolls. Der Import von Dämmstoffen in die EU ist nur zulässig, wenn auch die verwendeten Treibmittel den EU-Vorgaben entsprechen. (Egger Haysmith und Nijman 2019; EU 2024/573)

4.2.3.2 Abfallaufkommen kunststoffbasierte Dämmstoffe

Kunststoffabfälle entstehen entlang des gesamten Lebenswegs der Dämmstoffe. Sie fallen hauptsächlich bei der Herstellung, der Verarbeitung und am Ende des Lebenszyklus, das heißt beim Rückbau oder Abbruch von Gebäuden, an.

Produktionsreste und Ausschuss werden als Post-Industrial-Abfall (PI-Abfall) oder als Nebenprodukt bezeichnet. Es erfolgt also eine Unterscheidung zwischen regulärem Abfall und sogenannten Nebenprodukten. Eine Definition von Abfall und dem Ende der Abfalleigenschaft findet sich im Kreislaufwirtschaftsgesetz (§ 3 und § 5) bzw. der EU-Abfallrahmenrichtlinie. Nebenprodukte werden in § 4 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes definiert. In der Praxis gibt es oft Grenzfälle, bei denen eine Einordnung nicht eindeutig ist.

Am Ende des Lebenszyklus eines Dämmstoffs, das heißt beim Rückbau oder Abbruch von Gebäuden, fallen sogenannte Post-Consumer-Abfälle (PC-Abfälle) an. Einen Grenzfall zwischen PI- und

PC-Abfall stellen Baustellenabfälle dar, die bei der Installation der Dämmstoffe in Form von Verschnitt, entstehen. Im Folgenden werden Sie den PC-Abfällen zugerechnet.

Das mit den kunststoffbasierten Dämmstoffen EPS, XPS und PUR/PIR verknüpfte Abfall- und Nebenprodukteaufkommen in Deutschland lag im Jahr 2021 bei ca. 123 kt. Tabelle 7 zeigt wie sich der Beitrag der einzelnen Materialien zum Gesamtaufkommen zusammensetzt.

Tabelle 7: Mit kunststoffbasierten Dämmstoffen verknüpftes Abfallaufkommen (inkl. Nebenprodukte) in Deutschland im Jahr 2021

Material	Post-Industrial-Abfall (inkl. Nebenprodukte) [kt]	Post-Consumer-Abfall (Abbruch- und Baustellenabfälle) [kt]
EPS	15	49
XPS	5	6
PUR/PIR	12	35

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis verschiedener Quellen; Berechnungsgrundlage kann Anhang E entnommen werden

Innerhalb der EPS-PC-Abfälle sind 16 % Baustellenabfälle (~8 kt) und 84 % stammen aus dem Abbruch und Rückbau von Gebäuden (~42 kt) (Lindner et al. 2023).

PI-Abfälle werden bereits heute fast vollständig stofflich verwertet und Nebenprodukte werden in den Produktionsprozess zurückgeführt. Die Recyclingquote für Post-Consumer-Abfälle liegt aufgrund von Verunreinigungen, Qualitätsverlust, variierender Zusammensetzungen und logistischer Herausforderungen deutlich niedriger. Für EPS wurden für ein Studie (Lindner et al. 2023) Stoffstromdaten zum Recycling erhoben. Die Recyclingquote für EPS-PC-Abfälle lag im Jahr 2021 bei ca. 12 % was etwa 5,8 kt entspricht. Davon stammen 5,1 kt aus Baustellenabfällen und lediglich 0,7 kt aus Abbruch- und Rückbauabfällen. Etwa 43 kt werden verbrannt und 1 kt wird deponiert.

Im Sinne einer ressourcenschonenden Produktion muss es also das Ziel sein, die PC-Abfälle und hier insbesondere die Abbruch- und Rückbauabfälle stärker als Rohstoffquelle zu erschließen.

Tabelle 8 enthält Daten, die das EPS-PC-Abfallaufkommen prognostizieren. Das Abfallaufkommen wird sich in den kommenden 20 bis 30 Jahren verdoppeln. Die Steigerung speist sich insbesondere aus HBCD-freien Abfällen, die für ein mechanisches Recycling geeignet sind (siehe Kapitel 4.2.3.5). Diese prognostizierte Entwicklung unterstreicht die Notwendigkeit, diesen Stoffstrom als Rohstoffquelle zu erschließen. Hier liegt ein großes Potenzial, Ressourcen einzusparen und Treibhausgasemissionen zu verringern.

Tabelle 8: Prognose des aus EPD-Dämmstoffen resultierenden Abfallaufkommens bis 2050

Jahr	Gesamter EPS-PC-Abfall (Abbruch- und Baustellenabfälle) [kt]	Davon HBCD-freier EPS-PC-Abfall [kt]	Davon HBCD-haltiger EPS-PC-Abfall [kt]
2022	51	19	32
2025	56	21	35
2030	64	27	37
2035	73	36	37
2040	82	46	37
2045	93	58	35
2050	105	70	35

Quelle: (BKV GmbH 2017)

Für PUR/PIR lagen keine Daten zur Recyclingquote vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass auch in diesem Fall hauptsächlich Baustellenabfälle recycelt werden und die Recyclingquote bei Abbruch- und Rückbauabfällen sehr niedrig liegt.

Um das Recycling von Baustellen- und Abbruchabfällen zu erhöhen, müssen die Dämmstoffe möglichst sortenrein und sauber gesammelt werden. Die beiden folgenden Kapitel beleuchten den aktuellen Stand bei Rückholssystemen für Baustellenabfälle und die Entsorgungs- und Verwertungswege von Abriss- und Rückbauabfällen.

4.2.3.3 Rückholssysteme für Baustellenabfälle (Verschnitt)

Rückholssysteme für Verschnitt, der auf Baustellen anfällt, sind bereits weit verbreitet. Im Fall von EPS bieten die meisten Hersteller ihren Kunden im Rahmen einer Branchenlösung (Insutrieverband Hartschaum e. V. - „EPS Cycle“) bereits einen Abholservice an. Ein ähnliches System ist für XPS etabliert. Unter dem Namen „XPS-Circular“ bieten Mitglieder der Fachvereinigung Extruderschaumstoff e. V. (FPX) ihren Kunden einen Recyclingservice für XPS-Verschnitt an. Analog hat der Industrieverband Polyurethan-Hartschaum (IVPU) ein Rückholssystem für PUR und PIR etabliert.

Für Baustellenabfälle kann bereits eine hohe Recyclingquote erzielt werden, da die Materialien sauber bzw. nur schwach verschmutzt und sortenrein vorliegen. Anders verhält es sich mit den Abriss- und Rückbauabfällen.

4.2.3.4 Entsorgungs- und Verwertungswege von Abriss- und Rückbauabfällen

Dämmstoffabfälle müssen beim Rückbau oder Abriss von Gebäuden getrennt von anderen Abfallarten und nach Dämmstoffart sortiert gesammelt werden. EPS, XPS und PUR/PIR werden anschließend in aller Regel thermisch verwertet. Ein Recycling ist aufgrund der hohen Verunreinigung mit Anhaftungen nicht möglich. Darüber hinaus enthalten aktuell noch viele EPS-Dämmstoffe das mittlerweile verbotene Flammschutzmittel HBCD und kommen daher für ein mechanisches Recycling nicht in Frage. HBCD-haltige EPS-Materialien können jedoch mittlerweile in einem speziellen Recycling-Verfahren wiederaufbereitet werden. Die Kapazität dieses Verfahrens ist allerdings begrenzt. Die verschiedenen in Frage kommenden Recyclingverfahren werden in Kapitel 4.2.3.5 näher beschrieben.

Trotz der vorgeschriebenen Getrenntsammlung von Dämmstoffen gelangen Bruchstücke und Anhaftungen der betreffenden Materialien auch in andere Abfallfraktionen wie z. B. Bauschutt. Dies birgt Gefahren für Umwelt und Gesundheit.

4.2.3.5 Recyclingfähigkeit, Verfahren und Kapazitäten

Derzeit werden synthetische Dämmstoffe am Lebensende hauptsächlich thermisch in Müllverbrennungsanlagen (MVA) oder Zementwerken beseitigt. Das Thema Recycling von kunststoffbasierten Dämmstoffen ist komplex. Die Recyclingfähigkeit, das Recyclingverfahren und der Einsatz des hergestellten Rezyklats hängen von vielen Parametern ab. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über das Recycling von Dämmstoffen auf Basis von EPS, XPS und PUR/PIR.

Die stofflichen Verwertungsmöglichkeiten von Dämmstoffen sind maßgeblich vom Herstellungszeitpunkt der jeweiligen Materialien abhängig. Expandiertes (EPS) und extrudiertes Polystyrol (XPS), das vor dem Jahr 2016 produziert wurde, enthält das Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan (HBCD), welches aufgrund seiner Persistenz und Toxizität nicht im Wertstoffkreislauf verbleiben darf. Dies ist durch die EU-POP-Verordnung (EG Nr. 850/2004) gesetzlich geregelt.

XPS, das vor 2002 hergestellt wurde, enthält darüber hinaus ozonschädigende Treibmittel wie (teil-)halogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe ((H)FCKW). Gleiches gilt für Polyurethan (PUR)-Dämmstoffe, die vor 2003 eingesetzt wurden. Die Verwendung dieser Treibmittel wurde im Rahmen der Verordnung (EG) Nr. 2037/2000 verboten.

Da beim Zerkleinerungsprozess (H)FCKW freigesetzt werden, wird die Rückführung dieser Materialien in den Stoffkreislauf zusätzlich erschwert. Um eine umweltgerechte Aufbereitung zu gewährleisten, müsste dieser Arbeitsschritt in einer geschlossenen und kontrollierten Atmosphäre erfolgen, in der die entstehenden Emissionen abgesaugt und separiert werden können. Derzeit wird ein solches Verfahren in der Praxis jedoch nicht umgesetzt.

Direkte Überführung in neue Produkte: HBCD-freiem EPS und XPS, das nach 2016 produziert wurde, stehen potenziell mehrere stoffliche Verwertungswege offen: In unkompaktierter Form können Verarbeitungs- und Verschnittreste aus EPS nach dem Schreddern direkt in den zweiten Aufschäumungsschritt gegeben werden und das mit einem Anteil von bis zu 30 Gew.-% am Endprodukt. Diese Angabe basiert auf Herstellerinformationen und beschreibt das technisch realisierbare Potenzial einer werkstofflichen Verwertung, ohne signifikante Einbußen bei Qualität oder Funktionalität des neuen EPS-Materials zu verursachen. In der praktischen Umsetzung werden diese theoretisch möglichen Rezyklateinsatzquoten derzeit jedoch noch nicht erreicht. Weiterhin ist eine Nutzung von unkompaktiertem EPS außerhalb des Dämmstoffmarkts als wärmedämmender Leichtzuschlag in Putzen und Estrichen (Dämmschüttung), als Porosierungsmittel in der Ziegelherstellung oder Füllmaterial möglich. Verarbeitungs- und Verschnittresten aus PUR können nicht in die Dämmstoffproduktion rückgeführt werden, aber nach Zerkleinerung und Homogenisierung als Sekundärrohstoff in Klebpressplatten (Funktionswerkstoff mit dämmenden Eigenschaften) genutzt werden. (H)FCKW-haltige PU-Dämmstoffe können derzeit nicht stofflich verwertet werden.

Ein weiteres Recyclingverfahren mit geringen Umweltwirkungen ist das Regranulieren der Dämmstoffabfälle. Es zählt, wie die direkte Überführung in neue Produkte, zu den sogenannten **mechanischen Recyclingverfahren** und eignet sich, um thermoplastische Kunststoffe aufzubereiten und kommt somit nur für die polystyrolbasierten Dämmstoffe aus EPS und XPS in Frage. Für dieses mechanische Recycling kann EPS wie XPS in kompakter Form nach Zerkleinerung über einen Extrusionsprozess zu einem Polystyrol-Regranulat verarbeitet werden und bspw. bis zu einem Masseanteil von bis zu 30 % in die XPS-Produktion rückgeführt oder in weiteren Kunststoffanwendungen genutzt werden. Mittlerweile ist aber unter Zugabe von Treibmitteln

auch eine Extrusion zu neuen EPS-Kügelchen möglich (Reinhardt et al. 2022). Die chemische Struktur des Polymers wird dabei nicht verändert. Die Voraussetzungen für die Anwendung dieses Verfahrens ist, dass die EPS- bzw. XPS-Abfälle sauber und sortenrein vorliegen und das verbotene Flammschutzmittel HBCD nicht enthalten ist. Aus diesem Grund wird das mechanische Recycling hauptsächlich für Baustellenabfälle angewendet, da diese die Voraussetzungen erfüllen können.

HBCD-haltiges EPS und XPS lässt sich kompaktiert über das **lösemittelbasierte Verfahren**, das in der PSLoop-Anlage in Terneuzen (Niederlande) in einer Demonstrationsanlage umgesetzt wurde (CreaSolv®-Prozess), werkstofflich recyceln. Es handelt sich um eine Anlage mit einer Kapazität von 3 kt pro Jahr. Das PS wird selektiv gelöst und gefällt, wodurch das HBCD abgetrennt wird. Die chemische Struktur des PS bleibt dabei erhalten. (H)FCKW-haltiges XPS kann bislang nicht stofflich verwertet werden; erst nach einer Vorbehandlung unter Absaugung des (H)FCKW wäre eine Behandlung über PSLoop möglich. Um einen relevanten Beitrag zur Kreislaufwirtschaft zu leisten, muss die Kapazität deutlich erhöht werden. Eine flächendeckende Umsetzung scheitert aktuell an logistischen und ökonomischen Problemen. Das Recycling mittels lösemittelbasierten Verfahrens hat größere Umweltwirkungen als das mechanische Recycling, hat jedoch als ergänzendes Verfahren ein großes Potential zur Kreislaufwirtschaft von EPS und XPS beizutragen und ist gerade für HBCD-haltige Dämmstoffe die ökologischere Alternative zur energetischen Verwertung.

Um werkstofflich verwertet werden zu können, müssen die Dämmstoffe sauber und sortenrein vorliegen. Gewisse Verschmutzungen sind bei der Nutzung von unkompaktiertem EPS als Dämmschüttung in Estrichen sowie von PU in Klebepressplatten zulässig und in geringem Maße auch zur Verbringung von EPS und XPS in die PSLoop-Anlage. Falls ein werkstoffliches Recycling nicht möglich ist, verbleibt nur noch das energie- und betriebsmittelintensive **chemische Recycling**. Verfahren, die unter dieser Bezeichnung summiert werden, bieten aktuell nur geringe Recycling-Kapazitäten. Über Depolymerisation können Monomere zurückgewonnen werden. Im Fall von EPS und XPS wird das Styrol-Monomer gewonnen (Plasticker 2024). Durch die Depolymerisation von Polyurethan können die eingesetzten Polyole zurückgewonnen werden (K-Zeitung 2024). Für gemischt vorliegende Kunststoffe kann über das Pyrolyseverfahren der Kohlenstoff in einer Menge von bis zu knapp 70 % zurückgewonnen werden (Reinhardt et al. 2022). Das gewonnene Pyrolyseöl/-gas kann als Ausgangsstoff für die chemische Industrie dienen. Da das Pyrolyseöl/-gas in den konventionellen Herstellungsprozess von Kunststoffen einfließt, wird das sogenannte Massenbilanzverfahren angewendet, um einem Anteil der produzierten Kunststoffe einen „virtuellen“ Rezyklatanteil rechnerisch zuzuordnen. Weitere Informationen zum Massenbilanzverfahren sind in Kapitel 8.5 zu finden.

4.2.3.6 Rohstoffverfügbarkeit und Entwicklungspotential

Die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe beruht in der Regel auf dem fossilen Rohstoff Erdöl. Die Verfügbarkeit von Rohöl ist von der Förderrate und der Preisgestaltung der Förderländer beeinflusst (Chaar 2024). Darüber hinaus besteht ein Wettbewerb um fossile Ressourcen, da sie Ausgangsstoff für viele verschiedene Produkte sind und zusätzlich als Energieträger dienen.

Die Tatsache, dass es sich um begrenzt vorhandene Ressourcen und Reserven handelt, hat dabei im Hinblick auf kurzzeitige Preisentwicklungen eine untergeordnete Rolle. Die Verfügbarkeit von Rohöl ist aktuell stark von der weltwirtschaftlichen Situation beeinflusst.

Der Einsatz von Rezyklat ist eine erfolgsversprechende Strategie, um unabhängiger von Rohöl zukünftige Bedarfe zu decken. Aktuell werden EPS- und XPS-Produkte mit Rezyklat-Anteil angeboten. Hierfür wird der Abfallstrom aus dem Verpackungsbereich genutzt. Einen nachhaltigen

Effekt hat der Einsatz von Rezyklat jedoch erst dann, wenn das Polystyrol in einen geschlossenen Recyclingkreislauf („closed loop-Recycling“) geführt wird. Um den Polystyrolbedarf für Dämmstoffe vollständig über Rezyklate decken zu können, müsste die Abfallmenge die Einbaumenge übersteigen und ein stabiles Qualitätsniveau für die Rezyklate erzielt werden. Dem entgegen stehen steigende Einbaumengen, eine hohe Langlebigkeit der Produkte, die Verunreinigung mit Fremdstoffen aus dem Bau. Es müssen die Voraussetzungen geschaffen werden, um den Rezyklatgehalt schrittweise zu steigern – bei gleichzeitiger Verringerung der energetischen Verwertung von Dämmstoffabfällen.

Eine alternative Möglichkeit, um die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu verringern, ist der Einsatz von biobasierten Rohstoffen. So wird beispielsweise massenbilanziell biobasiertes Styrol (siehe Kapitel 8.5) auf dem Markt angeboten. Darüber hinaus können bei der Herstellung von PUR-Dämmstoffen inhärent biobasierte Polyole eingesetzt werden. Der Marktanteil für biobasierte Kunststoffe insgesamt liegt bei ca. 1 %. Es wird ein Produktionswachstum von jährlich 17 % prognostiziert (KI 2024). Diese Zahlen beziehen sich auf Kunststoffe, die inhärent biobasiert sind (d. h. nicht massenbilanziell biobasiert).

Informationen einzelner Dämmstoffhersteller zu Ihren Produktionskapazitäten liegen nicht vor.

4.3 Anforderungen durch Gesetze, Regelungen und Normen

Die Musterbauordnung (MBO) stellt allgemeine Anforderungen an Anlagen, um sicherzustellen, dass „[...] die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden [...]“ (MBO, §3).

Da insbesondere die Bauordnungen je nach Bundesland voneinander abweichen, wird bei länderspezifischen Regelungen stellvertretend immer von der Musterregelung, in diesem Falle der MBO, ausgegangen.

Dämmmaterial dient dabei mit seiner geringen Wärmeleitfähigkeit und akustisch wirksamen Eigenschaften (siehe Kapitel A.5) der Erfüllung der Bauordnung:

- ▶ „Gebäude müssen einen ihrer Nutzung und den klimatischen Verhältnissen entsprechenden Wärmeschutz haben.“ (MBO, §15 (1))
- ▶ „Gebäude müssen einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben (...)“ (MBO, §15 (2))

Gleichzeitig werden an das Material selbst vielschichtige Anforderungen gestellt. Ein wichtiger Bereich, der zu großen Teilen direkt in der Musterbauordnung behandelt wird, sind hierbei die Eigenschaften hinsichtlich des Brandverhaltens von Baustoffen, welche sich auch aus der Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile ergeben. Unterschieden wird hinsichtlich der Funktion des Bauteils (bspw. Raumabschluss) und der Gebäudeklasse (GK), in welcher das Bauteil eingesetzt wird.

Gebäude mit einer Höhe ≤ 7 m, gemessen an der höchsten Fußbodenoberkante, fallen abhängig von Fläche und Anzahl der Nutzungseinheiten in die GK 1-3. In GK 4 sind Gebäude mit einer Höhe von 7 bis ≤ 13 m und begrenzter Fläche pro Nutzungseinheit auf 400 m² zugewiesen, alle anderen und höheren Gebäude fallen in GK 5. Zusatzanforderungen können immer gelten, wenn es sich aufgrund der Art und Nutzung um einen Sonderbau handelt, wie bspw. ein Hochhaus ab 22 m Höhe (MBO).

Das Brandverhalten der Dämmstoffe und die Zuordnung zur Brandklasse wird in Anhang A.6 erläutert.

Generell ist der Einsatz leichtentflammbarer Baustoffe – und somit auch Dämmstoffe – unzulässig. D.h. sie müssen mindestens normalentflammbar sein und nach DIN EN 13501-1:2019-05. (MVV TB Tabelle 1.2) mindestens E-d2 erfüllen. Eine Ausnahme bilden leichtentflammbare Baustoffe, die in Verbindung mit anderen Baustoffen mindestens normalentflammbar sind. Beispielfähig werden die Anforderungen, die sich für Dämmstoffe in Außenwänden ergeben, in Tabelle 9 aufgeführt. Bei Gebäuden der GK 1 und GK 2 (i.d.R. Ein-/Zweifamilienhäuser) werden keine erhöhten Anforderungen an das Brandverhalten des Dämmmaterials gestellt. Für Gebäude in GK 3 werden schwerentflammbare Dämmstoffe gefordert, wenn es sich um eine Wand mit der Anforderung Feuerbeständig handelt. Ab GK 4 müssen Dämmstoffe mindestens schwerentflammbar und teilweise nichtbrennbar sein. Wenn nichtbrennbare Dämmstoffe gefordert sind, werden mineralische Dämmstoffe eingesetzt.

Neben den Grundanforderungen ist zudem die Weiterleitung des Brandes zu begrenzen (MBO, §28 (1)). Wird beispielsweise in einem Wärmedämmverbundsystem EPS als Dämmstoff eingesetzt, so kann es die Eigenschaft „schwerentflammbar“ erfüllen, wenn konstruktive Maßnahmen die Weiterleitung eines Brandes begrenzen. In der MVV TB werden hier Brandriegel bzw. Stürze definiert, die in definierten Abständen die Fassade horizontal unterteilen (MVV TB Anhang 11).

Bei einigen Dämmstoffen, die schwerentflammbar oder nichtbrennbar sein müssen, ist zudem die Prüfung des Glimmverhaltens notwendig: das Produkt darf keine Neigung zum kontinuierlichen Schwelen aufweisen (MVV TB).

Tabelle 9: Mindestanforderungen an das Brandverhalten von Dämmstoffen in Außenwänden

Nach MBO, §§ 26-28 ; MVV TB; DIN EN 13501-1:2019-05.; MHHR

Gebäudeklasse	Feuerbeständig	Hochfeuerhemmend		Feuerhemmend	Ohne
	A2-s1,d0	A2-s1,d0	E-d2	E-d2	E-d2
GK 1	-	-	-	T(K): E-d2	T: E-d2 NT: E-d2
GK 2	-	-	-	T: E-d2 T(K): E-d2	NT: E-d2
GK 3	T(K): C-s2,d0 *	-	-	T: E-d2	NT: E-d2
GK 4	T(K): C-s2,d0 *	T: C-s2,d0	T: A2-s1,d0	NT: C-s2,d0	NT: A2-s1,d0
GK 5	T: C-s2,d0 * T(K): C-s2,d0 *	-	-	NT: C-s2,d0	NT: A2-s1,d0
Sonderbau Hochhaus	-	-	-	-	T: A2-s1,d0 NT: A2-s1,d0

T tragende Wand; NT nichttragende Wand; K Kellerwand

Brennbare Baustoffe können bei hochfeuerhemmenden und feuerhemmenden Bauteilen erlaubt sein, wenn §85 a der Technischen Baubestimmungen eingehalten wird.

Die Anforderungen gelten nicht für Dämmstoffe in nichtbrennbaren geschlossenen Profilen.

Für Sonderbauten können abweichende Regelungen gelten.

Die Brandausbreitung ist durch geeignete Maßnahmen zu begrenzen.

Verschärfte Anforderungen gelten für geschossübergreifend hinterlüftete Fassaden.

Für Brandwände und Wände notwendiger Treppenträume werden weitergehende Anforderungen an die Brennbarkeit gestellt.

* dabei gilt, dass die Wand eine durchgängige Ebene aus nichtbrennbaren Baustoffen haben muss.

In der MVV TB werden die genannten Anforderungen an den Brandschutz und weitergehenden Anforderungen konkretisiert und in Normen übersetzt. So werden beispielsweise bei Wärmedämmverbundsystemen u.a. auch Anforderungen an die Materialdicke oder Materialien zur Verklebung gestellt.

In Bezug auf den Wärmeschutz sind vier Teile der DIN 4108 bauaufsichtlich eingeführt:

- ▶ DIN 4108-2:2013-02 Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- ▶ DIN 4108-3:2018-10 Klimabedingter Feuchteschutz
- ▶ DIN 4108-4:2020-11 Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
- ▶ DIN 4108-10:2021-11 Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe

Dabei gilt: Anforderungen an die Baukonstruktion, d.h. beispielsweise an die Dicke des Materials in Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit werden in Teil 2 und Teil 3 konkretisiert und gestellt. In Teil 4 werden materialabhängige Bemessungswerte und somit wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften wie die Wärmeleitfähigkeit definiert. Nur Teil 10 beinhaltet Anforderungen an die Materialeigenschaften, in Abhängigkeit von Typ und Anwendung.

Um die übergeordneten Anforderungen an Wärmeschutz, Schallschutz und Brandschutz, die an einzelne Bauteile gestellt werden, zu erfüllen, können verschiedene Dämmmaterialien verwendet werden. Wesentliche technische Eigenschaften der Materialien beeinflussen den Anwendungsbereich maßgeblich. Daher definiert die DIN 4108-10:2021-11. nur für jene Materialien die Anforderungen, in denen der Einsatz üblich ist. Wird für ein Material der gewählte Anwendungsfall nicht aufgeführt, so können abweichende Verwendbarkeitsnachweis geführt werden. Insbesondere für einige natürliche, organische Dämmstoffe sind bauaufsichtlichen Zulassungen für den Einsatz als Zwischensparrendämmung, Innendämmung oder in Holzrahmen- und Holztafelbauweise verfügbar. In Tabelle 10 wird auszugsweise dargestellt, mit welchen Dämmmaterialien die Anwendungsbereiche in der Norm DIN 4108-10:2021-11. abgedeckt sind.

Nicht für jede Anwendung sind alle Eigenschaften relevant, die Anforderungen ergeben sich aus DIN 4108-10:2021-11. für folgende Aspekte:

- ▶ Grenzmaße für die Dicke
- ▶ Dimensionsstabilität
- ▶ Druckspannung oder Druckfestigkeit
- ▶ Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene
- ▶ Punktlast
- ▶ Kurzzeitige und langzeitige Wasseraufnahme
- ▶ Dynamische Steifigkeit
- ▶ Zusammendrückbarkeit
- ▶ Längenbezogener Strömungswiderstand

Es wird deutlich, dass nach Maßgabe der Norm für die Dämmung der Außenwand eine Vielzahl an Dämmmaterialien zum Einsatz kommen kann. Für Dachdämmmaterialien, die der Witterung

ausgesetzt sind, beispielsweise als Umkehrdach, liegt jedoch entsprechend der Norm nur für XPS eine Anwendung vor.

Einige Anwendungen sind nicht in der Norm abgebildet. Anforderungen an Dämmstoffe im WDVS werden über die Regelungen des Systems festgelegt, wobei der Dämmstoff als Komponente des Dämmsystems betrachtet wird. Anwendungsregeln für das System im WDVS mit einer ETA nach ETAG 004 werden über die MVV TB festgelegt. Eine ETA ist nur möglich, bei Verwendung von expandiertem Polystyrol (EPS) oder Mineralwolle (MW) auf Mauerwerk oder Beton (massiven Untergründen). Alternativ kann das WDVS einschließlich der Dämmstoffanforderungen und Anwendungen in einer allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung/Bauartgenehmigung geregelt werden. Abweichende Systeme benötigen zwingend eine bauaufsichtliche Zulassung. Somit ist der Einsatz von XPS und Schaumglas im nicht drückenden Perimeterbereich durch die Norm abgedeckt. Alle Sonderanwendungen wie die Verwendung unter einer lastabtragenden Bodenplatte oder als Perimeter im drückenden Grundwasser ist eine Bauartgenehmigung notwendig. Ein weiteres Beispiel ist die Anwendung von XPS als Umkehrdach. Diese ist durch die Norm abgedeckt, begrünte Umkehrdächer und Parkdecks benötigen eine Bauartgenehmigung.

Sollen Dämmprodukte in der Anwendung abweichend von vorhanden technischen Regeln wie beispielsweise der 4108-10 oder Regelungen in der MVV TB eingesetzt werden, so ist neben der Zulassung eine allgemeine Bauartgenehmigung erforderlich. Diese wird erteilt, wenn die dann geltenden spezifischen Anforderungen durch das Produkt (ggf. im System) eingehalten werden.

Tabelle 10: Anwendungen von Dämmstoffen nach DIN 4108-10:2021-11.

Abdeckung durch die Norm mit Anforderungen an die Materialeigenschaften

Material	DAD/ DAA	DUK	DZ	DI	WAB/ WAP	WAS	WI	PW/ PB
MW (Mineralwolle)	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x
EPS (Polystyrol-Hartschaum)	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x
XPS (Polystyrol-Extruder-schaum)	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
PU (Polyurethan-Hartschaum)	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x
PF (Phenolharz-Schaum)	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x
CG (Schaumglas-Dämmstoff)	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓
WW (Holzwolle)	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x
WW-C (Holzwolle-Mehr-schicht)	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x
EPB (Blähperlite)	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x
ICB (expandierter Kork)	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x
WF (Holzfaser)	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x
PEF (Polyethylenschaum)	x	x	✓	✓	x	x	✓	x

Es wurde eine Auswahl relevanter Materialien und Anwendungsfälle vorgenommen.

Detailliertere Erläuterung der Abkürzungen und Anwendungen siehe Anhang C sowie Abbildung 13

4.4 Analyse der Verbreitung und Nutzung

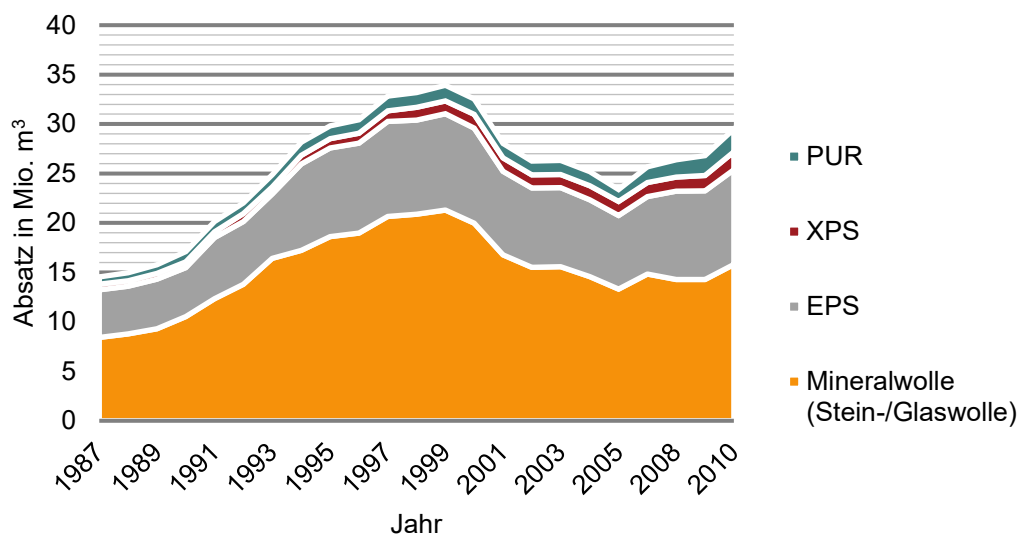
4.4.1 Verteilung nach Dämmstofftypen

Die Marktentwicklung von Dämmmaterialien wurde in Trembl et al. (2023) untersucht. Im Folgenden werden Auszüge wiedergegeben:

Bei der Erhebung von Marktdaten ergeben sich zwischen unterschiedlichen Studien oft Abweichungen, die auf die jeweils angewendete Erfassungslogik zurückzuführen sind. Dies betrifft beispielsweise die Abgrenzung von Produktgruppen, die Zugänglichkeit bei der Auswertung der Vertriebswege und die Systematik von Hochrechnungen, bzw. Schätzungen auf Basis von Experteninterviews und ähnlichen Quellen. Eine langjährig unter den gleichen Erhebungsbedingungen durchgeführte Studie ist die Baumarktstatistik des bis 2015 bestehenden Gesamtverband Dämmstoffindustrie (GDI). Abbildung 6 zeigt daraus den Absatz der wichtigsten Dämmstoffgruppen in Deutschland in den Jahren von 1987 bis 2010.

Abbildung 6: Absatz der wichtigsten Dämmstoffgruppen in den Jahren 1987–2010

in Deutschland



Quelle: (Trembl et al. 2023) nach (GDI 2013)

Demnach wurden im Jahr 2010 in Deutschland ca. 28 Mio. m³ Dämmstoffe verkauft. In der EU wurden im gleichen Jahr ca. 193 Mio. m³ auf den Markt gebracht (GDI 2013). Die in den Jahren von 1990 bis 1995 deutlich steigenden Absätze sind auf den in dieser Zeit anzueselnden starken Aufschwung der Baubranche zurückzuführen. Nach 1995 ist eine Rezession in der Baubranche festzustellen, die sich auch auf die Absätze im Dämmstoffmarkt auswirkt – die Absatzzahlen sinken in dieser Zeit. Ab etwa 2005 wurde die Talsohle durchschritten und die Absätze steigen seitdem wieder.

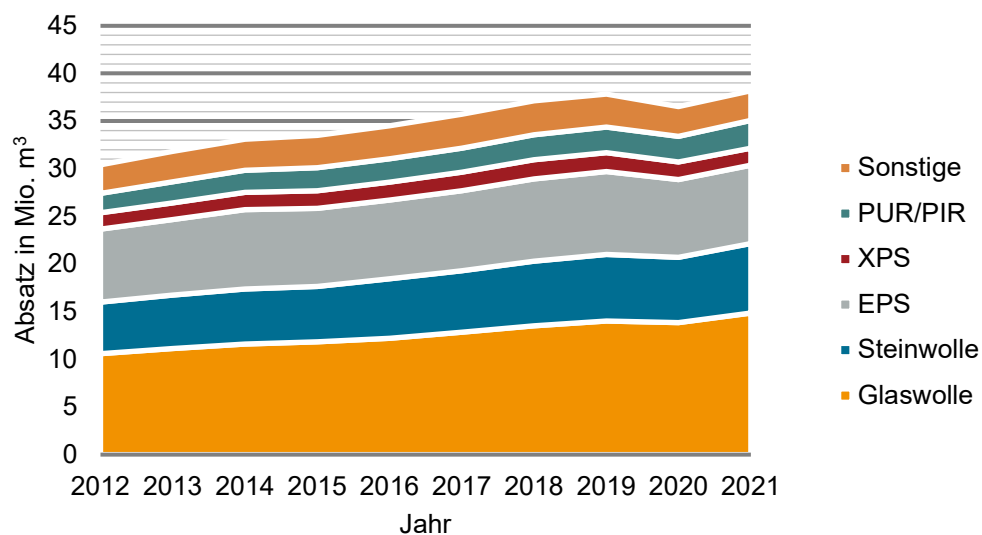
Anknüpfend an die Zahlen des GDI ist in Abbildung 7 auf Basis von Marktdaten der Interconnection Consulting (IC) Group der Absatz der wichtigsten Dämmstoffgruppen in Deutschland in den Jahren von 2012–2021 zusammengefasst. Wie beschrieben sind vermutlich aufgrund von Abweichungen in der Erfassungssystematik die Zahlen aus unterschiedlichen Studien nicht direkt vergleichbar. Der Größenordnung nach schließt der Absatz im Jahr 2012 gemäß IC (2021) mit 30,4 Mio. m³ aber an die Zahlen von 2010 gemäß GDI (2013) mit 28 Mio. m³ sinnvoll an.

Um einen Vergleich der Anteile der Dämmstoffgruppen zwischen der Zeitreihe von 1987–2010 gemäß Abbildung 6 und der Zeitreihe von 2012–2021 gemäß Abbildung 7 herzustellen, können die Dämmstoffe der Gruppen Mineralwolle (Steinwolle, Glaswolle), EPS, XPS und PUR für die neueren Zahlen subsummiert werden. Für das Jahr 2010 ergibt sich ein Anteil von ca. 54 % Mineralwolle, ca. 32 % EPS, ca. 8 % XPS und ca. 6 % PUR (GDI 2013). Für das Jahr 2012 schließen die Daten bei Auswertung des gleichen Subset mit ca. 58 % Mineralwolle, ca. 28 % EPS, ca. 6 % XPS und ca. 7 % PUR an (IC 2021).

Wertet man die Zeitreihe gemäß IC weiter aus (siehe Abbildung 7), so ergibt sich in den folgenden zehn Jahren eine Verschiebung mit steigenden Anteilen von Mineralwolle [...], sinkenden Anteilen von EPS [...], leicht sinkenden Anteilen von XPS [...] und leicht steigendem Anteil von PUR/PIR [...] (IC 2021).

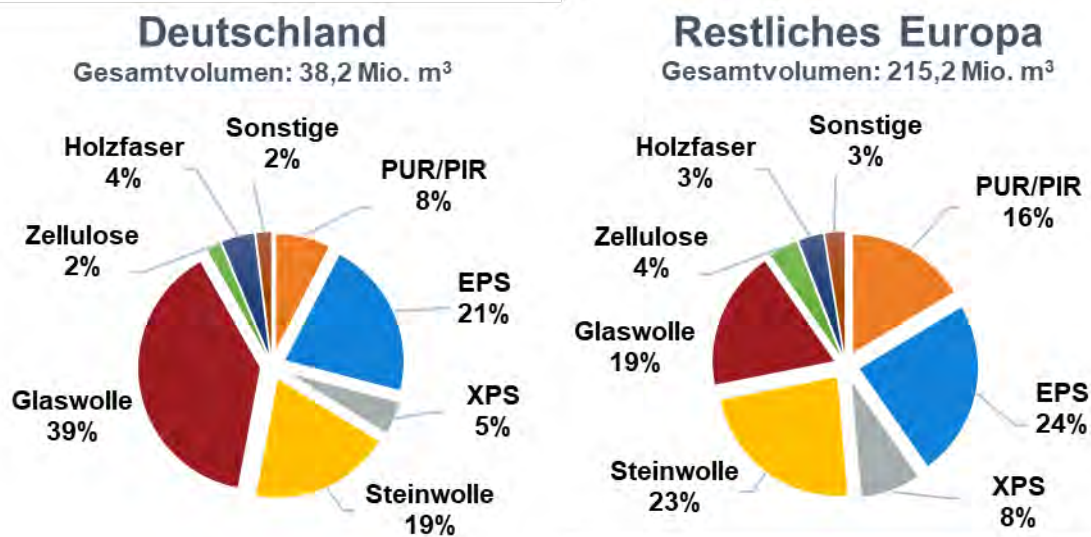
Abbildung 7: Absatz der wichtigsten Dämmstoffgruppen in den Jahren 2012–2021

in Deutschland



Quelle: (Tremel et al. 2023) nach (IC 2021)

Abbildung 8: Marktanteile der wichtigsten Dämmstoffe im Jahr 2021 und Gesamtvolumen



Quelle: (Tremel et al. 2023) nach (IC 2021)

Abbildung 8 zeigt die Verteilung in Volumenanteilen der wichtigsten Dämmstoffe in Deutschland in Gegenüberstellung zum restlichen Europa für das Jahr 2021.

Dabei zeigen sich zwischen den Dämmstoffgruppen einige Verschiebungen. Größere Unterschiede ergeben sich beim Einsatz von PUR/PIR. Diese Stoffgruppe hat im restlichen Europa einen deutlich höheren Marktanteil als in Deutschland. Umgekehrte Verhältnisse liegen auch beim Einsatz von Steinwolle und Glaswolle vor. Während im übrigen Europa etwas mehr Steinwolle als Glaswolle zum Einsatz kommt, überwiegt in Deutschland deutlich der Einsatz von Glaswolle. Ebenfalls auffällig ist, dass in Deutschland insgesamt weniger Polystyrol eingesetzt wird als im Rest von Europa. Bei den Dämmstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe fällt auf, dass in Europa mehr Zellulosedämmstoffe eingesetzt werden als in Deutschland. Die Marktanteile von Holzfasern liegen näher zusammen.

An der Stelle ist anzumerken, dass in aktuellen Marktstudien Holzfasern und Zellulose explizit erfasst werden, was den steigenden Absatz dieser beiden Gruppen von NaWaRo-Dämmstoffen verdeutlicht. Vor zehn Jahren noch wurden sie in der Kategorie „Sonstige“, zusammen mit anderen mengenmäßig untergeordneten Dämmstoffen auf Basis mineralischer, petrochemischer und nachwachsender Rohstoffe, subsumiert.

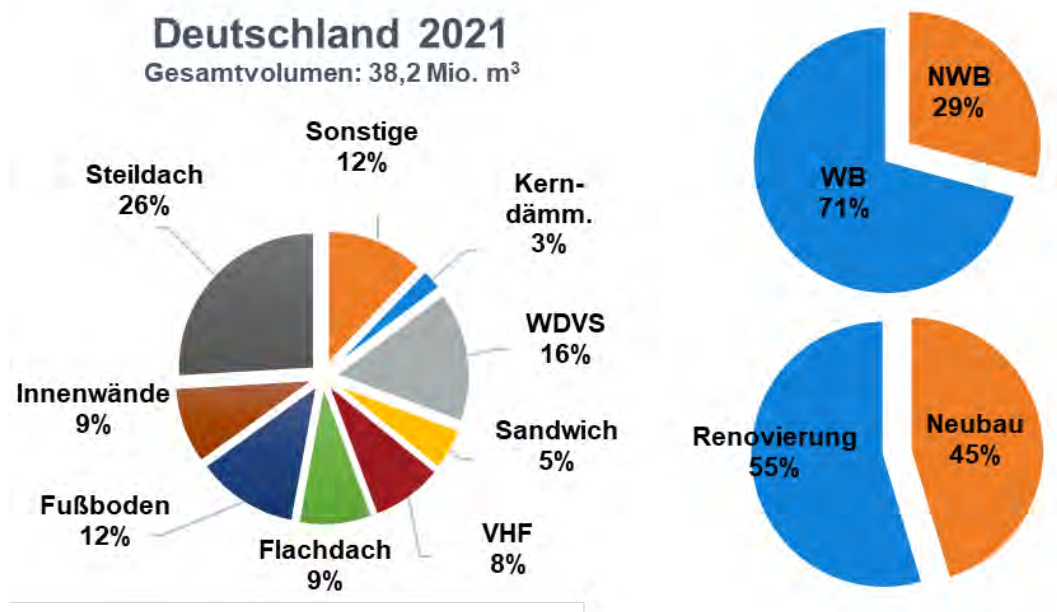
4.4.2 Verteilung der Dämmung nach Anwendung

Neben der materialbezogenen Aufteilung der in Deutschland verwendeten Dämmstoffe ist es wichtig die Anwendungsgebiete der Dämmstoffe zu identifizieren.

Aus Abbildung 9 ergibt sich, dass die Gesamtmenge an Dämmstoffen im Bauwesen in Deutschland im Jahr 2021 etwa 38,2 Mio. m³ betrug. Seit dem Ende der „Baumarktstatistik“ des Gesamtverbands der Dämmstoffindustrie GDI im Jahr 2013 sind keine frei zugänglichen Statistikdaten zu den verschiedenen Dämmstoffen und deren Anwendungsgebieten an und im Gebäude mehr veröffentlicht worden. Die verwendeten Daten stammen aus kommerziellen Marktanalysen und können für eine Abschätzung verwendet werden. Nicht für alle dieser Anwendungen liegt die Verteilung der verschiedenen Materialien vor. Daher werden die Mengen aufgrund der Erfahrung der Bearbeitenden, Auskunft von Branchenverbänden und einzelner (älterer)

Materialstudien abgeschätzt. Die Mengen sollen vor allem dazu dienen, einschätzen zu können, inwiefern die im folgenden Kapitel hochgerechneten Entwicklungspotenziale überhaupt große Verschiebungen zwischen den Anteilen ermöglichen, bzw. ob eine Substitution von „weniger umweltfreundlichen“ Dämmstoffen überhaupt realistisch ist.

Abbildung 9: Links: Verteilung der verwendeten Dämmstoffe auf die unterschiedlichen Bauteile; rechts: Anteile der Dämmstoffe in Wohn- und Nichtwohngebäuden, sowie in Renovierung und Neubau



Quelle: Eigene Darstellung nach (IC 2021)

Abbildung 9 zeigt in der linken Darstellung die Verteilung der Dämmstoffe auf die unterschiedlichen Bauteile. Der größte Anteil von 26 % geht in die Dämmung von Steildächern. Zusammen mit den Flachdächern (9 %) sind damit mehr als ein Drittel aller eingesetzten Dämmstoffe im Dach verbaut. Der zweitgrößte Einzelanteil entfällt mit 16 % auf die Wärmedämmverbundsysteme. Nimmt man hier noch die Kerndämmung mit 3 % und die vorgehängte, hinterlüftete Fassade (VHF) mit 8 % hinzu, so liegt der Anteil der Außenwand an den eingesetzten Dämmstoffen bei über einem Viertel des verkauften Dämmstoffs. Die hohen Anteile von Dämmstoffen in Innenwänden (9 %) sind auf die zunehmende Ausführung von Innenwänden in Leichtbauweise mit Ständerwerk, Ausfachung mit Mineralwolle und beidseitiger Beplankung mit Gipskarton zurückzuführen. Es ist anzunehmen, dass der Anteil der Fußbodendämmung überwiegend auf die Trittschall- und Ausgleichsdämmung unter dem Estrich entfällt. Der Anteil der Sandwichkonstruktionen liegt mit 5 % am Gesamtvolumen der Dämmstoffe noch eher niedrig, ist aber schnell wachsend. Zudem entfallen hier fast alle Sandwichkonstruktionen auf Nichtwohngebäude. Bei den Sonstigen Konstruktionen sind alle anderen Anwendungen erfasst, bspw. Kellerdecken, Kellerwände bzw. Perimeterdämmung und die Dämmung der obersten Geschosdecke.

Auf der rechten Seite zeigt Abbildung 9 die Verteilung von Dämmstoffen im Wohn- bzw. Nichtwohnbau und den Anteil, der auf Neubauten bzw. auf energetische Sanierungen entfällt. Derzeit werden in Deutschland 71 % der hergestellten Dämmstoffe in Wohngebäuden verbaut. Die restlichen Dämmstoffe werden in Nichtwohngebäuden eingesetzt. In dieser Darstellung fehlen jedoch Dämmstoffe, die in industriellen Produkten eingebaut werden, etwa im Fahrzeugbau als akustische Isolierungen und im Schiffsbau sowie die Verpackungen. Bereits in den 2010er

Jahren hat die Dämmstoffmenge, welche in Sanierungen eingesetzt wird, die Dämmstoffmenge im Neubau überholt. Derzeit werden 55 % in Sanierungen und energetischen Modernisierungen eingesetzt. Dieser Anteil ist derzeit auch weiterhin ansteigend.

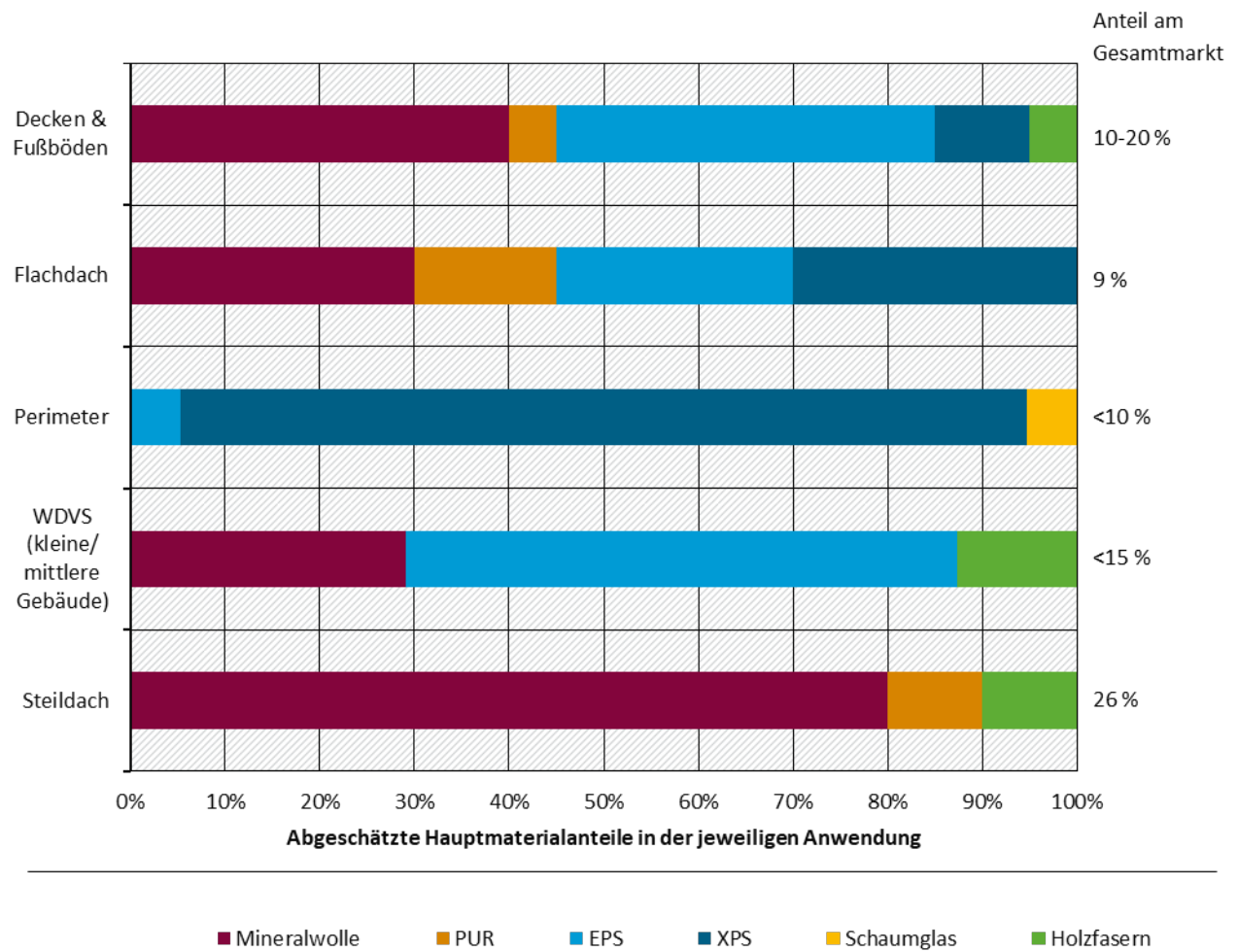
Die Auswahl geeigneter Dämmstoffe für konkrete Anwendungsfälle hängt maßgeblich von deren technischen Eigenschaften ab. Dazu zählen insbesondere die Wärmeleitfähigkeit, der Diffusionswiderstand, das Wasseraufnahmevermögen, das Brandverhalten sowie mechanische Kennwerte wie Druckfestigkeit und Elastizität. Diese Eigenschaften bestimmen die Eignung für spezifische Anwendungen wie Außenwanddämmung, Dach- oder Perimeterdämmung. Besonders entscheidend ist die Wärmeleitfähigkeit (λ -Wert), die die Dämmleistung eines Materials bestimmt. Je niedriger dieser Wert, desto besser die Dämmwirkung.

Einen qualitativen Hinweis auf die Verteilung kann beispielsweise Tabelle 10 in Kapitel 4.3 liefern. Die eingesetzten Materialien von Dämmstoffen variieren je nach Anwendung bzw. Bauteil. Im Steildachbereich dominiert Glaswolle, während bei Flachdächern XPS und Steinwolle und EPS verbreitet sind. Außenwände werden häufig mit EPS oder Mineralwolle im Wärmedämmverbundsystem (WDVS) gedämmt. Holzfaserdämmstoffe finden zunehmend Anwendung im Holzbau und bei Innendämmungen. Die Perimeterdämmung erfolgt fast ausschließlich mit XPS aufgrund seiner hohen Druckfestigkeit und Wasserresistenz, Schaumglas wird in deutlich weniger Fällen eingesetzt. Insgesamt zeigt sich, dass die Wahl des Dämmstoffs stark von den technischen Anforderungen der jeweiligen Anwendung abhängt. Wenn aus dem Baurecht Forderungen der Nicht-Brennbarkeit vorliegen (siehe Anhang A.6), ist der Einsatz von organischen Dämmstoffen nicht mehr, bzw. nur sehr eingeschränkt möglich.

Dargestellt sind in Abbildung 10 die verschiedenen Materialien nach ihrer Anwendung, sowie deren prozentualen Anteil am Gesamtmarkt. Hier wird nicht in die Lieferform (Platten, Matten, lose Dämmstoffe, Formteile etc.) unterschieden. Damit sind lose Holzfasern, EPS-Perlen, Mineralwolleflocken etc. in den Anwendungen Decken und Fußböden, sowie Steildach enthalten. In den Datenquellen werden Holzständer-Außenwände und Außenwände mit Kerndämmung nicht gesondert ausgewiesen. Aber gerade da kommen nicht selten lose Dämmstoffe zum Einsatz. Damit besteht hier eine erhöhte Unsicherheit gegenüber losen Dämmstoffen - v.a. gegenüber Zellulose. Insgesamt liegt Zellulose jedoch über alle Anwendungen am Gebäude zusammen nur bei etwa 2 % der verkauften Dämmstoffe. Daher wurde auf die Darstellung der Zellulose in der nachfolgenden Grafik verzichtet. Ähnlich ist die Situation für andere mineralische Dämmstoffe (außer Mineralwolle), wie z.B. Porenbeton- und Mineralschaumplatten, Kalziumsilikatplatten etc. Auch für diese Dämmstoffe ist der Anteil am Markt so gering, dass sie hier in der nachfolgenden Grafik nicht aufgeführt werden.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die verschiedenen Anwendungsgebiete detaillierter betrachtet sowie die Anforderungen an die technischen Eigenschaften der Dämmstoffe erläutert.

Abbildung 10: Verteilung häufig eingesetzter Dämmstoffarten nach Anwendung



Quelle: Eigene Darstellung und Abschätzung auf Basis von verschiedener Marktdaten

4.4.2.1 Außenwanddämmung inklusive WDVS

Der Hauptanteil an den Außenwanddämmungen entfällt auf EPS, was vor allem in Wärmedämmverbundsystemen von kleineren und mittleren Wohngebäuden zu etwa 50–65 % verbreitet ist. Im Sockelbereich und als Perimeterdämmung kommt aufgrund der bauphysikalischen und mechanischen Anforderungen fast ausschließlich XPS zum Einsatz. Der Anteil der Perimeterdämmungen am Sockel und in den obersten Schichten des Erdreichs wird auf ca. 10-20 % der Außenwandflächen geschätzt. Die verfügbaren Marktzahlen unterscheiden dabei nicht zwischen Sockeldämmung EPS und XPS und dem als „echte“ Perimeterdämmung im Erdreich oder sogar im Grundwasser eingesetzten XPS. Bei ca. 25–30 % der Außenwanddämmungen mit WDVS kommt Mineralwolle zum Einsatz, wobei ausschließlich Steinwolle-Platten¹ (als Platten oder Lamellen-Platten) eingesetzt werden. Glaswolle-Platten haben eine geringere Rohdichte und damit eine geringere Druck- und Scherfestigkeit, was den Einsatz als WDVS-Dämmstoff erschwert. Zudem ist Glaswolle etwas feuchteempfindlicher als Steinwolle, weswegen sie kaum in der Außenwand (WDVS und Kerndämmung) eingesetzt wird. Die höhere Rohdichte und die dichtere Struktur von Steinwolle-Platten sorgen im Vergleich zu Glaswolle auch für bessere schalltechnische

¹ Es gibt auf dem Markt zwar Glaswolle-WDVS mit Zulassung, diese Systeme sind in der Praxis allerdings fast nicht vorhanden.

Eigenschaften. Im zweischaligen Mauerwerk werden überwiegend Steinwolle-Platten verwendet, aber auch PU Hartschaum ist hier verbreitet. In vorgehängten Fassaden kommt aufgrund deren Verbreitung vor allem bei hohen Wohngebäuden ganz überwiegend Mineralwolle zum Einsatz, weil erhöhte Brandschutzanforderungen bestehen.

Die Anwendung WDVS, die derzeit fast ausschließlich über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen geregelt wird, ermöglicht den Einsatz verschiedener Dämmstoffe. Dadurch sind auch Kombinationen neben dem in der MVV TB vorgesehenen und über die ETA regeltem Einsatz von EPS oder Mineralwolle auf Mauerwerk/Betonwänden möglich. Dazu gehören Holzfaser-Dämmplatten (WF), Polyurethan Platten (PUR/PIR) oder Phenolharz-Platten (PF). Beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) sind verschiedene WDV-Systeme registriert (DIBt 2023a, 2023b): Für Außenwände in Holzbauart finden sich 40 Systeme. Insgesamt 68 Systeme sind mit einer ETA, d.h. auf der Basis von MW oder EPS, gelistet. Es finden sich 58 (EPS) und sieben (PU) Systeme die als WDVS mit angeklebten Dämmstoffplatten über die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung eingeführt sind. Daneben sind weitere Kombinationen in Anwendung und Material zugelassen und möglich. So kann beispielsweise durch eine Aufdopplung von bestehenden WDV-Systemen die Dämmstärke erhöht werden. Für diesen Anwendungsfall sind beim DIBt ebenso Bauartgenehmigungen registriert.

Die mittlere Dämmdicke bei Außenwanddämmungen stagniert seit einigen Jahren bei ca. 14,3 cm. Für diese Abschätzung wird eine Dicke von 15 cm verwendet. Nach (persönlicher) Auskunft des Verbands Dämmstoffe Putze und Mörtel (VDPM) wurden im Jahr 2021 etwa 36 Mio. m² Wärmedämmverbundsystem verbaut. Bei einer mittleren Dicke von 15 cm entspricht das etwa 5,5 Mio. m³. Dazu kommen noch ca. 10-20 % dieser Menge an XPS als Perimeterdämmung (ca. 0,5-1 Mio. m³). Auf die anderen Außenwanddämmungen VHF und Kerndämmung entfallen damit noch rund 3-4 Mio. m³.

Für die Außenwände sind somit ca. 3-4 Mio. m³ EPS, ca. 4,5-5,5 Mio. m³ Mineralwolle (überwiegend Steinwolle in WDVS und Kerndämmung, sowie etwas Glaswolle in VHF), ca. 0,7-0,9 Mio. m³ Holzfaser (v.a. als WDVS) verwendet, sowie im Perimeterbereich von Wänden und Bodenplatten ca. 0,4-0,8 Mio. m³ XPS. Eine nachträgliche Sanierung mit Perimeterdämmung im Erdreich erfolgt jedoch sehr selten, somit wird die Perimeterdämmungen fast ausschließlich bei Neubauten umgesetzt.

4.4.2.2 Steildachdämmung

Im Steildach wird als Zwischensparrendämmung typischerweise flexibles Material eingesetzt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Mineralwolle, hier überwiegend um Glaswolle in Form von flexiblen Matten oder von der Rolle. Eingesetzt werden auch flexible Steinwolle-Platten und Klemmkeile und ein zunehmender Anteil an flexiblen Matten aus Holzfasern. Wird eine Aufsparrendämmung am Steildach ausgeführt, kommen plattenförmige Werkstoffe wie beispielsweise PU, EPS, XPS und Holzfaser zum Einsatz. Dort sind vor allem PU-Dämmplatten (mit oder ohne Aluminiumkaschierung) und Holzfaserdämmplatten verbreitet. Für die Dämmung der obersten Geschosdecke kommen ebenfalls plattenförmige Werkstoffe wie PU, EPS, XPS oder Holzfasern zum Einsatz. Aber auch Schüttdämmstoffe können dafür verwendet werden.

In Steildächern hat Glaswolle als Zwischensparrenklemmfilz mit Abstand den größten Anteil. Zusammen mit den Klemmfilzen aus Steinwolle kommt Mineralwolle hier auf etwa 80 % Anteil. Die restlichen 20 % sind zwischen PUR und Holzfasern etwa gleich aufgeteilt, wobei Holzfaser als flexible Matten zwischen den Sparren eingesetzt wird und als feste Platten in der Aufsparrendämmung, PUR fast ausschließlich als Aufsparrendämmung. Von den knapp 10 Mio. m³

Steildachdämmung entfallen damit fast 7 Mio. m³ auf Glaswolle und jeweils etwa 1 Mio. m³ auf Steinwolle, PUR und Holzfasern.

4.4.2.3 Flachdachdämmung

Flachdächer werden vor allem bei größeren Wohngebäuden und bei Nichtwohngebäuden eingesetzt. Oftmals bestehen hier auch erhöhte Anforderungen an die Brennbarkeit der eingesetzten Materialien. Kunststoffschäume wie PUR und EPS werden daher meistens unter einer Dachhaut mit Kiesschicht (die als harte Bedachung gilt) verwendet. Der Einsatz von XPS beschränkt sich auf Umkehrdächer, bei denen die Dachabdichtung unter den Dämmplatten liegt (diese liegen damit außerhalb der Dachabdichtung und können nass werden). Darauf wird ein Vlies zur Wasserableitung und Schmutz-Zurückhaltung unter einer Kiesschüttung eingebaut. Alternativ findet XPS auch in Umkehrdächern Verwendung, die als Gründach oder Retentionsdach ausgebildet werden. In Umkehrdächern ist derzeit nur XPS als Dämmstoff zugelassen. Der Anteil der Umkehrdächer nimmt derzeit stetig zu, bedingt auch durch die Möglichkeit mit einem Grün- oder Retentionsdach große Niederschlagsmengen zu puffern, die sonst Hochwasserereignisse verschlimmern würden (Schwammstadt Konzept).

Die gesamte Dämmstoffmenge in Flachdächern ist mit etwas über 3 Mio. m³ aber deutlich kleiner als der Steildach-Markt. Dabei entfallen etwa 15 % auf PUR, ca. 25 % auf EPS, ca. 30 % auf die XPS-Umkehrdächer und ebenfalls ca. 30 % auf die nichtbrennbaren Steinwolle-Flachdächer. Auch Schaumglas hat im Flachdachbereich einen kleinen Marktanteil (Warmdach).

Der Sonderfall der Flachdächer und sehr flach geneigten Dächer in Stahlleicht- und Sandwichbauweise, die vor allem beim Industriebau Verwendung findet, ist nicht gesondert ausgewiesen, wobei davon auszugehen ist, dass dieser in den Zahlen für den Sandwichbau enthalten ist.

Vereinzelt kommen derzeit auch im Flachdachbereich Holzfaserdämmplatten (als Gefälledämmung) zum Einsatz. Als Beispiel kann hier der Neubau des Montessori Zentrums in Nürnberg genannt werden (SOPREMA GmbH 2025). Die Flachdachmengen sind in der Statistik aktuell allerdings noch von untergeordneter Bedeutung.

4.4.2.4 Perimeterdämmung

Für die Anwendung im Perimeter ist ein hochdruckfestes Material erforderlich. Anwendung finden daher Bläh- oder Schaumglas als anorganisches Material oder alternativ Polystyrol (XPS). Über bauaufsichtliche Zulassungen mit Bauartgenehmigungen werden aktuell zudem Materialien aus expandiertem Polystyrol (EPS) zugelassen.

Auch der Markt der Perimeterdämmungen ist nicht als einzelne Anwendung bei der Zusammenstellung der Marktzahlen erfasst. Sockeldämmungen für WDVS werden vom VDPM bei den Wärmedämm-Verbundsystemen erfasst. Es wird angenommen, dass Dämmungen unter der Bodenplatte in Marktanalysen teilweise zu den Dämmungen von „Boden und Decken“ gezählt werden oder in dem Sammelposten „Andere“ enthalten sind. Als Perimeterdämmstoffe kommen derzeit nur XPS (Standardlösung im Neubau), Sonderqualitäten von EPS (bei höchsten erdfeuchten Umgebungen bzw. im Sockel von WDVS) oder Schaumglas infrage. Der mit Abstand größte Anteil (ca. 80-90 %) entfällt dabei auf XPS, was etwas weniger als 1 Mio. m³ entspricht. Fast alles davon wird im Neubau eingesetzt.

4.4.2.5 Innendämmung von Außenwänden

Innendämmung von Außenwänden machen nur einen kleinen Teil der Gesamtdämmstoffmenge aus. Hier werden sehr viele verschiedene Materialien und Systeme verwendet, teilweise auch

bedingt durch die weite Verbreitung von Innendämmungen bei Baudenkmalern mit der damit verbundenen Einschränkung der verwendbaren Materialien. Dabei sind die Innendämmstoffe immer im Kontext mit dem Innendämmsystem zu sehen und zu bewerten. Vor allem hinsichtlich der durch das Innendämmsystem festgelegten Funktionsweise und Schutzwirkung. Als Dämmstoffe werden dabei auch diffusionsdichte Materialien (wie PUR mit Aluminiumkaschierung oder Schaumglas), diffusionsoffene Materialien (alle Faserdämmstoffe bspw. in Innendämmsystemen mit Dampfbremse oder feuchtevariabler Membran) sowie kapillaraktive Materialien (bspw. Kalziumsilikatplatten oder Porenbeton) eingesetzt. Nischenlösungen nutzen auch Aerogele, Perlite, Kork, Vakuumisulationspaneele (VIPs) oder Schafwolle. Weit verbreitet sind auch klassische Materialien wie Mineralwolle, Holzfasern und kunststoffbasierte Dämmstoffe in entsprechend angepassten Innendämmsystemlösungen, sowie Dämmputzsysteme mit organischen oder anorganischen Leichtzuschlagstoffen.

4.4.2.6 Dämmung von Decken und Fußboden

Zur Anwendung von Decken und Fußböden zählen auch die als akustische Dämpfungen verbauten Schichten zur Trittschalldämmung von Estrichen, die zwar meist nur in Dicken von 4-5 cm eingebaut werden, aber aufgrund des Einbaus in allen Geschossen von Gebäuden auf einen großen Anteil von 30-50 % an der Gesamtmenge von etwa 4,5 Mio. m³ im Boden- und Deckenbereich kommen. Bei den Trittschalldämmungen hat elastisch modifiziertes EPS den mit Abstand größten Anteil, gefolgt von Mineralwolle-Platten und Holzfasern. Für die Dämmung von obersten Geschossdecken und dem untersten Fußboden der thermischen Hülle werden aber auch noch andere Dämmstoffe eingesetzt, v.a. auch Schüttungen in Hohlräumen oder zwischen Holzbalken, wo lose Flocken und Fasern aus anorganischen und organischen Dämmstoffen verwendet werden. Feste Platten aus praktisch allen verfügbaren Materialien kommen unter der Decke zum Einsatz. Wenn im Keller nur eine geringe Deckenhöhe vorhanden ist, kommt hier vor allem PUR mit seiner sehr niedrigen Wärmeleitfähigkeit zum Tragen. Insgesamt werden die Anteile an der Dämmung von Decken und Fußböden abgeschätzt zu ca. 30-40 % EPS, 5 % PUR, 15 % Steinwolle, 25 % Glaswolle und etwa 5-10 % Holzfasern.

4.4.2.7 Sandwichkonstruktionen und Metall-Leichtbau

Ein stark zunehmender Sektor ist die Bauweise mit Sandwichpaneelen bzw. die Stahlleichtbauweise mit Trapezblechen. Hierauf entfallen ca. 2 Mio. m³ Dämmstoffe jedes Jahr. Bisher werden hier vor allem PUR und Steinwolle eingesetzt, ungefähr zu jeweils 50 %. Da diese Bauweise jedoch kaum im Wohngebäudebereich verwendet wird, sondern vor allem im Gewerbebau verbreitet ist, wird sie hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

4.5 Dämmstoffbedarf zur Erreichung der Energiewende

Das FIW München hat zusammen mit dem ITG Dresden ein Gebäude- und Anlagenmodell entwickelt, aus dem sich diverse Maßnahmen zum Erreichen eines klimaneutralen Gebäudebestands ableiten lassen. Das Modell wurde für die „dena-Leitstudie Integrierte Energiewende“ (dena 2018) entwickelt und ist in der Studie von Holm et al. (2021) beschrieben. Es wird regelmäßig mit aktuellen Entwicklungen (z. B. Wohngebäudeanzahl) abgeglichen und weiterentwickelt.

Im Nachfolgenden wurde das Modell, das sich ausschließlich auf den deutschen Wohngebäude-sektor bezieht, für die Abschätzung des künftigen Dämmstoffbedarfs, der zum Erreichen eines klimaneutralen (Wohn-)Gebäudebestands notwendig ist, verwendet. Das Gebäudemodell berücksichtigt über die Zeit sowohl einen Zuwachs an Wohngebäuden durch Neubau sowie einen Abgang an Wohngebäuden durch Abriss.

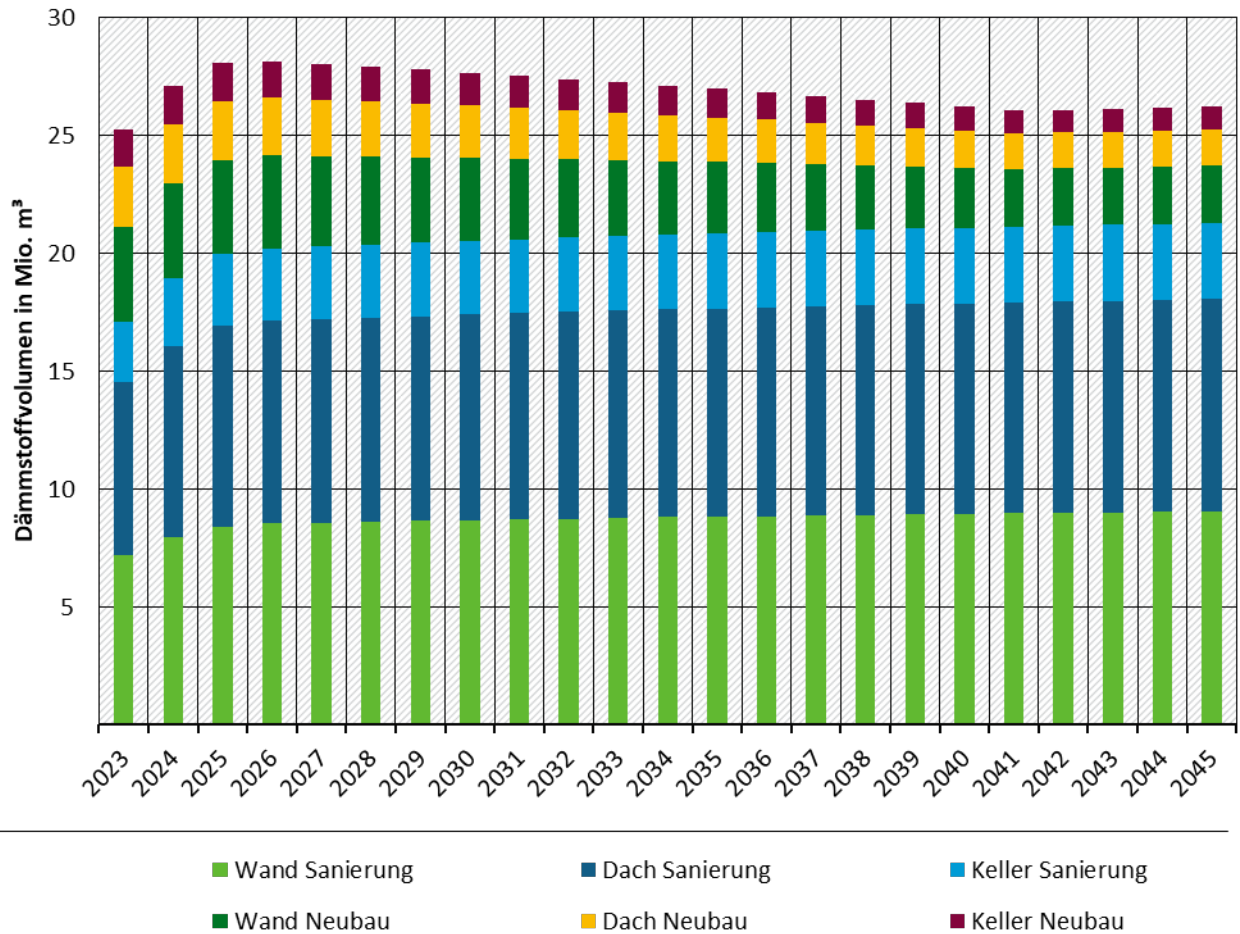
Für die Abschätzung wurde das Szenario so gewählt, dass 2045 ein klimaneutraler Gebäudebestand erreicht wird. Die Berechnungen werden ab dem Jahr 2020 durchgeführt, wobei in den nachfolgenden Abbildungen die Darstellung ab 2023 erfolgt. In Bezug auf die Gebäudehülle müssen dafür jährlich ca. 800.000 Wohneinheiten saniert werden, wobei dies aktuell noch nicht erreicht wird. Daher ist in dem Modell bis zum Jahr 2026 eine Zunahme bis auf ca. 800.000 Wohneinheiten modelliert. Danach steigt die Anzahl nur noch geringfügig an. Dies entspricht dann einem Vollsanierungsäquivalent ab dem Jahr 2026 von annähernd 2 %. Um das dafür notwendige jährliche Dämmstoffvolumen zu erhalten, wurden aus dem Gebäudemodell die jährlich zu sanierenden Bauteilflächen ermittelt – aufgeteilt nach oberster Geschossdecke, Außenwand und unterer Gebäudeabschluss sowie nach Sanierung und Neubau.

Dem Gebäudemodell liegen energetische Ausgangs- und Zielzustände der Gebäudehülle zugrunde. Aus der Differenz für einzelne Bauteile lassen sich bei Ansatz eines definierten Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit (im vorliegenden Fall $\lambda_B = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) die notwendigen Dämmstoffdicken ableiten. Das Produkt der Dämmstoffdicke und der jährlich zu sanierenden Bauteilfläche ergibt dann den jährlich abgeschätzten Dämmstoffbedarf. An der Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Abschätzung des Dämmstoffbedarfs lediglich für Wohngebäude und die Hüllflächenbauteile ermittelt werden kann. Innenbauteile, die beispielsweise aus Schallschutzgründen Dämmstoffe enthalten, sind in der vorliegenden Abschätzung nicht enthalten. Auch erfolgt keine Abschätzung für den Nichtwohngebäudebereich.

Für die bis 2045 neu hinzukommenden Wohngebäude wurden stark vereinfacht die Zielzustände der Bauteile so gewählt, dass sie im Durchschnitt den derzeitigen Neubaustandard um 15 % unterschreiten. Das entspricht einem Verhältnis von $H_T'/H_{T,\text{ref.}'}$ von 85 %. Dies entspricht einerseits den Ansätzen in den Szenarien für einen klimaneutralen Gebäudebestand. Andererseits werden bereits jetzt im Rahmen der Förderung bessere Zielzustände der Bauteile umgesetzt.

Abbildung 11 zeigt den ermittelten Dämmstoffbedarf pro Jahr bis 2045 in m^3 aufgeteilt nach Bauteil sowie Sanierung und Neubau. In dem zugrunde gelegten Szenario steigt der Dämmstoffbedarf bis 2026 auf ca. 28 Mio. m^3 pro Jahr an, sinkt in den darauffolgenden Jahren bis auf ein Niveau von ca. 26 Mio. m^3 ab und bleibt dann auf etwa diesem Niveau. Der sinkende Dämmstoffbedarf ist auf die prognostizierten geringeren Neubauaktivitäten zurückzuführen. Im Bereich der Sanierung steigt der Dämmstoffbedarf ab 2026 weiterhin leicht an. Aus der Abbildung lässt sich auch ablesen, dass der Dämmstoffbedarf für die Wandsanierung und Dachsanierung am größten sein wird. Auf diese beiden Gruppen entfallen über 60 % des Dämmstoffbedarfs im Wohngebäudesektor.

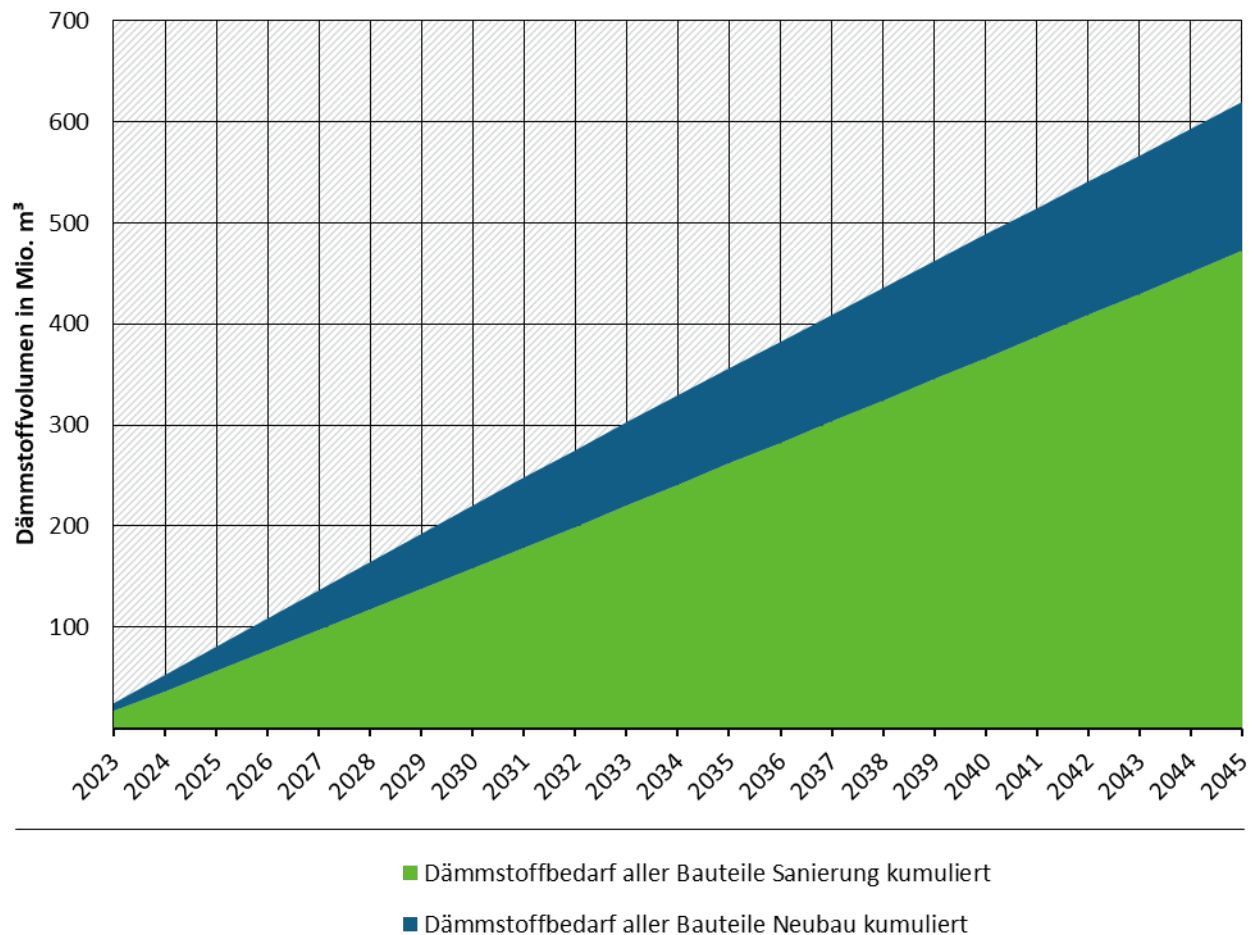
Abbildung 11: Dämmstoffbedarf pro Jahr zur Erreichung eines klimaneutralen Wohngebäudebestands 2045



Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf FIW/ITG-Gebäudemodell (dena 2018; Holm et al. 2021)

In Summe werden von 2023 bis 2045 ca. 620 Mio. m³ Dämmstoff im Wohngebäudebereich zur Erreichung eines klimaneutralen Gebäudebestands benötigt (siehe Abbildung 12). Dabei entfallen ca. 75 % auf die Bestandssanierung und rund 25 % auf den Bereich Neubau. Diese Aufteilung unterscheidet sich von den aktuellen Zahlen gem. Kapitel 4.4.2 Abbildung 9, lässt sich jedoch damit begründen, dass die Sanierungsrate zur Erreichung der Klimaziele bis 2045 deutlich steigen muss. Für die Neubauaktivität wird jedoch kein signifikanter Anstieg mehr bzw. eher ein Rückgang angesetzt. Dies führt in Summe zu einer Verschiebung der Anteile des Dämmstoffbedarfs für die Sanierung und den Neubau.

Abbildung 12: Kumulierter Dämmstoffbedarf in m³ von 2023 bis 2045 zum Erreichen eines klimaneutralen Wohngebäudebestands



Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf FIW/ITG-Gebäudemodell (dena 2018; Holm et al. 2021)

Im Rahmen der Untersuchung wurde auch eine Plausibilitätsprüfung mit den tatsächlich verbrauchten Dämmstoffmengen im Jahr 2021 (vgl. Abbildung 9) durchgeführt. Die anhand des Gebäudemodells ermittelte Dämmstoffmenge für das Jahr 2021 entspricht 21,7 Mio. m³ Dämmstoff. Im Jahr 2021 wurden gemäß IC (2021) in Wohngebäuden ca. 27 Mio. m³ Dämmstoff verbaut. Die Differenz der beiden Zahlen beläuft sich auf 5,3 Mio. m³ Dämmstoff und entspricht damit 20 %. Wie zuvor bereits beschrieben werden im Gebäudemodell lediglich die Bauteile der thermischen Gebäudehülle und der Dämmstoffbedarf dafür abgebildet. Die Differenz ist also auf die fehlende Abbildung von Dämmstoffen im Decken- und Innenwandbereich zurückzuführen und erscheint realistisch und plausibel.

Es sei erwähnt, dass der ermittelte Dämmstoffbedarf eine Abschätzung für den Wohngebäudebestand ist, der auf verschiedenen Annahmen bzw. Voraussetzungen basiert. Durch andere Marktentwicklungen, z. B. ein Nicht-Erreichen der vorausgesetzten Sanierungsraten, können deutliche Abweichungen vom ermittelten Dämmstoffvolumen entstehen. Außerdem wurde vereinfacht mit WLS 035 gerechnet. Andere WLS führen zu höheren oder niedrigeren Dämmstoffdicken, wenn derselbe Wärmedurchlasswiderstand erreicht werden soll. Auch dies kann Abweichungen vom ermittelten Dämmstoffvolumen zur Folge haben.

Für die Dämmstoffanwendungen in Nichtwohngebäuden kann nur eine grobe Abschätzung erfolgen. Die Differenz der Dämmstoffmenge für den Wohngebäudebereich im Jahr 2021 von 27 Mio. m³ (IC 2021) zu der im Jahr 2021 ebenfalls von IC ermittelten Gesamtmenge von 38,2 Mio. m³ beträgt 11,2 Mio. m³. Das entspricht einem Anteil von 29 %, die auf die Nichtwohngebäude und andere technische Anlagen und Anwendungen im Gebäude entfallen. Setzt man dieses Verhältnis zwischen Dämmstoffverbrauch Wohn- und Nichtwohngebäude sowie anderen Anwendungen als konstant auch für die nächsten 22 Jahre an, so ergibt sich die Gesamtmenge an Dämmstoffen zu etwa 800 Mio. m³, die bis 2045 für alle unterschiedlichen Anwendungen zusammen benötigt werden. Diese Zahl beinhaltet größere Unsicherheiten. Bspw. errechnet sich die Menge an Dämmstoffen in Nichtwohngebäuden derzeit noch überwiegend aus Neubauanwendungen. So entfallen beispielsweise 2021 alleine 1,96 Mio. m³ auf Sandwichelemente, die ausschließlich in Nichtwohngebäuden und dort ausschließlich bei Neubauten oder Ersatzneubauten zu finden sind. Auch der große Anteil von 3,6 Mio. m³ in Flachdächern ist schätzungsweise zu einem nennenswerten Anteil durch die Nichtwohngebäude bedingt. Werden neben den Wohngebäuden auch zukünftig mehr Nichtwohngebäude saniert, so kann die Gesamtmenge an Dämmstoffen auch noch etwas größer ausfallen. Die Entwicklungen des Dämmstandards könnten für Nichtwohngebäude weniger streng ausfallen als für Wohngebäude. Dieser Umstand oder längere Nutzungszeiten für Industriegebäude (Logistik- und Lagerhallen derzeit nur ca. 15 Jahre!) könnten zu einer geringeren Gesamtmenge an Dämmstoffen führen.

4.6 Zukünftige Bauweisen, neue Einsatzgebiete, neue Anforderungen

Die Baubranche befindet sich in einem starken Wandel. Das Ziel der Kreislaufwirtschaft wird immer wichtiger und somit auch, dass die verwendeten Bauprodukte und -stoffe nach der Nutzung im Kreislauf geführt werden können.

Durch die europäischen und nationalen Klimaschutzziele (Klimaneutralität bis 2045) muss in Zukunft vor allem die Sanierung des Gebäudebestands im Fokus der Betrachtungen stehen. Um die vorgegebenen Ziele zu erreichen, muss der Gebäudebestand zügig auf ein gutes Effizienzniveau gehoben werden. Das serielle Sanieren bietet neben den konventionellen Modernisierungs- und Werterhaltungsmaßnahmen eine schnelle und kostengünstige Möglichkeit den Herausforderungen der Wärmewende und steigenden Energiepreisen gerecht zu werden. Mit der bundesweiten „Förderung der seriellen Sanierung“ von April 2021 bis Dezember 2023 wurde das Ziel der Effizienzsteigerung im Gebäudebereich verfolgt (BAFA 2025). In Deutschland wird die serielle Sanierung u.a. durch die Systeme von Energiesprong oder der TES Energy Façade umgesetzt.

Mit dem Energiesprong-Prinzip wird das Konzept der Gebäudesanierung neu gedacht (dena 2023). Bei diesem Sanierungskonzept werden vorgefertigte Wandelemente vor die bestehende Fassade gehängt. Bei der Dach- und Wandsanierung können bereits Energieerzeugungssysteme integriert werden. Durch den hohen Vorfertigungsgrad können die Elemente kostengünstig produziert und schnell montiert werden. Wodurch sich kurze Montagezeiten von wenigen Wochen realisieren lassen und die Bewohner:innen des Hauses bleiben vor langwierigen Bauarbeiten verschont. Durch die minimalinvasiven Sanierungsmaßnahmen können die Bewohner:innen sogar meist während der Sanierung in ihren Wohnungen bleiben. Zudem ist durch die Vorfertigung ein hoher Qualitätsstandard möglich. Ziel der Sanierung ist die Gebäude auf einen NetZero-Standard oder Effizienzhaus 55 Niveau zu bringen. Damit wird die Intension verfolgt, dass die Gebäude genauso viel Energie (Strom, Wärme) erzeugen, wie sie während der Nutzung benötigen. Durch die Sanierungsmaßnahmen erhöht sich zwar die Kaltmiete der Bewohnenden, jedoch fallen die Nebenkosten durch den reduzierten Energiebedarf deutlich geringer aus. Es ist das Ziel, damit in den meisten Fällen das Kostenniveau für die Warmmieten halten zu können (dena

2024). Die Systeme sind derzeit in der Vorfertigung noch teurer als die herkömmlich hergestellte Dämmung vor Ort. Dafür geht die Montage deutlich schneller und ist mit weniger Einschränkungen für die Bewohner verbunden. Um die derzeit noch höheren Kosten für Eigentümer und Investoren abzufedern gibt es speziell für Serielle Sanierungen ein eigenes Förderprogramm des Bundes.

Vor allem Gebäude mit einfachen Gebäudegeometrien und Fassadenstrukturen, wie die aus den 1950er bis 1970er Jahren, sind für die Sanierung mit dem Energiesprong-Prinzip geeignet. Nach Angaben von Energiesprong betrifft dies ca. 500.000 Mehrfamilienhäuser (MFH) und 4 Millionen Einfamilienhäuser (EFH). Die Konstruktionen werden zu 95-98 % in Holzständerbauweise realisiert. In Belgien wird auch ein Stahl-Leichtbau-Konzept verwendet, in den Niederlanden ein System mit tragenden EPS-Platten mit sehr hohen Rohdichten. Als Dämmstoff wird zu 50–60 % eine Zellulose Einblasdämmung verwendet, gefolgt von Mineralwolle (40–50 %). Die Holzfaser spielt derzeit noch eine untergeordnete Rolle. Die durchschnittliche Dämmstärke liegt bei ca. 24 cm (Bigalke 2024).

Übergreifend ist zu erkennen, dass der Holzbau mehr an Bedeutung gewonnen hat. Im Jahr 2024 konnte eine Holzbauquote im Neubau und Wohnungsbau von ca. 24 % vermerkt werden, Tendenz steigend (Holzbau Deutschland 2025). Im Bereich des Holztafelbaus ergeben sich durch einen hohen Vorfertigungsgrad und Gefachdämmung, zusätzliche Anwendungsgebiete für Dämmstoffe, die kaum Anforderungen an die Druckfestigkeit erfüllen müssen. Dies öffnet neue Anwendungsgebiete für bestehende Dämmstoffe oder Anregungen für Sonderlösungen oder neue, innovative Dämmstoffe.

4.7 Weitere Anforderungen an Dämmstoffe und Systeme

4.7.1 Anforderungen aufgrund der Anpassung an den Klimawandel

Im Rahmen der Analysen wurden auch weitere Aspekte untersucht, aus denen sich künftig neue Anforderungen und Kriterien für den Blauen Engel von Dämmstoffen ergeben. Identifiziert wurden Aspekte, die im Zusammenhang mit Anpassungen an den Klimawandel stehen, wie höhere Temperaturen, zunehmende Starkregenereignisse, Stürme oder Hochwasserereignisse. Ausführliche Analysen sind in Anhang B nachzulesen.

Es lässt sich zusammenfassen, dass aufgrund veränderter und intensiverer Umwelteinwirkungen die Anforderungen an die Bauteilkonstruktionen steigen. Dadurch verändern sich in Einzelfällen auch Anforderungen an Bauteilschichten. Derzeit können mit den auf dem Markt vorhandenen Dämmstoffen alle zukünftigen Anforderungen in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen abgedeckt werden. Nicht alle Dämmmaterialien können für alle Anwendungen zum Einsatz kommen, wobei dies auch jetzt bereits der Fall ist. In Regionen mit zunehmenden Starkregenereignissen und steigender Hochwassergefahr stellen sich Dämmstoffe als vorteilhaft dar, die schnell rüchtrocknen oder unempfindlich gegenüber dem Feuchteintrag sind. Im Einzelnen folgt daraus zum aktuellen Zeitpunkt allerdings kein neues und zusätzliches Kriterium für den Blauen Engel von Dämmstoffen.

4.7.2 Anforderungen aufgrund von Klimaschutzmaßnahmen

Auch Klimaschutz stellt eines der Umweltziele im Rahmen der EU-Taxonomie dar und ist ein wesentlicher Faktor zum Erreichen der Klimaneutralität Deutschlands bis 2045. Aufgrund zunehmender Klimaschutzmaßnahmen rückten in den vergangenen Jahren neben dem Energieverbrauch auch THG-Emissionen in den Fokus. Dabei wird nicht mehr nur die Nutzungsphase des

Gebäudes betrachtet, sondern der gesamte Lebenszyklus und die graue Energie bzw. die grauen Emissionen, die in einem Gebäude aufgrund der verbauten Materialien stecken. Daher wird auch verstärkt auf Umweltwirkungen (derzeit insbesondere das globale Erwärmungspotenzial (GWP)) und Ressourcenverbräuche (derzeit insbesondere die totale nicht-erneuerbare Primärenergie (PENRT)) von Baumaterialien – auch von Dämmstoffen – geachtet. An der Stelle sei erwähnt, dass es neben GWP und PENRT weitere Umweltwirkungen gibt, die von Bedeutung sind, aktuell jedoch (noch) nicht so sehr im Fokus stehen. Das bedeutet jedoch nicht, dass sie weniger relevant sind.

Im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) im Programm Klimafreundlicher Neubau (KFN) ist für den Erhalt von Fördergeldern neben der Einhaltung des Effizienzhaus 40 (EH 40) Standards die Durchführung einer Ökobilanzierung für das gesamte Gebäude unter der Einhaltung festgeschriebener Grenzwerte für das GPW zwingend erforderlich. Wird ein höherer Fördersatz angestrebt ist eine Nachhaltigkeitszertifizierung nach dem Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude (QNG)² erforderlich. Bei der Ökobilanz ist dann neben dem GWP-Grenzwert auch der Grenzwert für PENRT einzuhalten. Dadurch entstehen bereits erste Anreize zur Reduktion von grauer Energie und grauen Emissionen im Gebäudesektor. Da die vorgegebenen Grenzwerte ambitioniert sind, entsteht auch für Dämmstoffe ein Vorteil, wenn diese niedrige PENRT und GWP über den gesamten Lebenszyklus aufweisen.

Im Allgemeinen gibt es derzeit jedoch noch keine einzuhaltenden spezifischen Grenzwerte für einzelne Bauprodukte. Auch sind Hersteller derzeit (noch) nicht verpflichtet, für ihre Produkte Umweltwirkungen in EPDs auszuweisen. Für viele Bauprodukte gibt es bereits EPDs, diese sind jedoch meistens generische oder Durchschnitts-EPDs (z. B. auf Verbandsebene) mit gewichteten Mittelwerten der Daten der beteiligten Firmen und Produkte. Dies ändert sich mit in Kraft treten der Neufassung der europäischen Bauproduktenverordnung (BauPVO). Sobald die harmonisierten technischen Produktstandards überarbeitet sind, ist die BauPVO auch für Dämmstoffe verpflichtend anzuwenden. Diese besagt, dass jeder Hersteller verpflichtet sind, die Umweltwirkungen produktspezifisch zu deklarieren. Die Berechnung der Umweltwirkungen erfolgt dabei aufgrund einheitlicher Rechenregeln. Aus der Deklaration selbst ergeben sich zunächst keine Anforderung an die Einhaltung von Grenzwerten, wie z. B. den in der Herstellung erzeugten THG-Emissionen, jedoch werden Baustoffe hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen vergleichbar und messbar. Beim Vergleich von Dämmstoffen sind dann allerdings die Hinweise und Aspekte aus Kapitel 8.3 zu beachten.

4.8 Analyse und Berücksichtigung der rechtlichen und normativen Rahmenbedingungen auf europäischer und nationaler Ebene

4.8.1 Novellierung der Bauprodukteverordnung (EU) 305/2011 zur (EU) 2024/3110

Die auf europäischer Ebene noch gültige Bauprodukteverordnung EU Nr. 305/2011 2024 (kurz BauPVO) wird mit Veröffentlichung der Neufassung aufgehoben. Die neue Bauproduktenverordnung (EU) 2024/3110 wurde am 18.12.2024 im Amtsblatt (Official Journal) der Europäischen Union veröffentlicht und ist am 07.01.2025 in Kraft getreten. Teile der Verordnung werden direkt, andere erst nach 12 oder 24 Monaten nach Veröffentlichung gültig. Im Folgenden werden

² Neben der Ökobilanzierung sind bei der Nachhaltigkeitszertifizierung eine Vielzahl an Kriterien zu bewerten und weitere besondere Anforderungen, z. B. hinsichtlich der nachhaltigen Materialgewinnung, einzuhalten.

wichtige Änderungen, die durch die Neufassung entstehen und im Zusammenspiel mit möglichen Kriterien des Blauen Engels stehen können, erläutert.

Neben den Anforderungen an die Bauprodukte werden in der BauPVO auch übergeordnete Anforderungen an Bauwerke genannt. So soll sichergestellt werden, dass durch die wesentlichen Merkmale der Bauprodukte auch die Anforderungen auf Bauwerk-Ebene erfüllt werden können. Die rechtsverbindlichen Anforderungen an Bauwerke werden durch die Mitgliedsstaaten und Länder geregelt. So kommt beispielsweise, in Bezug zum gesamten Lebenszyklus des Bauwerks, neu hinzu (Anhang I BauPVO):

- ▶ Keine negative Beeinflussung der Hygiene, Gesundheit und Sicherheit von Personen durch Emission von Gefahrstoffen wie auch Mikroplastik in die Innenluft
- ▶ Kein Risiko für Außenumgebung durch Freisetzung von Gefahrstoffen, Mikroplastik, Strahlung, Treibhausgasen oder Beschädigung des Gebäudes
- ▶ Nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen durch maximierten Einsatz von Sekundärrohstoffen und Ressourcen mit hoher ökologischer Nachhaltigkeit, Minimierung des Rohstoffeinsatzes, der grauen Energie, des Abfallaufkommens und des Wasserverbrauchs
- ▶ Maximierung der Recyclingfähigkeit und leichte Rückbaubarkeit

Gleichzeitig werden durch die neue BauPVO wesentliche (Umwelt-)Merkmale festgelegt, die in der Leistungs- und Konformitätserklärung (engl. Declaration of Performance and Conformity – DoPC) deklariert werden müssen. Mit der neuen BauPVO wird zum ersten Mal die verpflichtende Deklaration von Umweltmerkmalen gefordert. Die Einführung der Merkmale erfolgt schrittweise und gilt erst, sobald neue harmonisierte technische Produktnormen vorliegen. Die Umweltmerkmale der ökologischen Nachhaltigkeit werden horizontal über alle Bauprodukte geregelt (wie auch das Brandverhalten und gefährliche Substanzen). Fokus der Deklaration der Umweltmerkmale liegt auf der Ausweisung des gesamten (Produkt-)Lebenszyklus.

Ab Geltungsbeginn (engl. Date of Application - DoA) der neuen BauPVO (08.01.2026; ein Jahr nach in Kraft treten der neuen BauPVO) müssen die nachfolgenden vier Umweltmerkmale deklariert werden:

- ▶ Auswirkungen auf den Klimawandel – insgesamt
- ▶ Auswirkungen auf den Klimawandel – fossile Energieträger
- ▶ Auswirkungen auf den Klimawandel – biogen
- ▶ Auswirkungen auf den Klimawandel – Landnutzung und Landnutzungsänderung

Die Merkmale zu Ozonabbau, Versauerung, Eutrophierung, Ozonbildung, abiotischer Ressourcen und Wassernutzung sind ab dem 09.01.2030 verpflichtend zu deklarieren. Zusätzlich müssen ab dem 09.01.2032 alle im Anhang II gelisteten Umweltmerkmale deklariert werden. Dazu zählen: Feinstaubemissionen, ionisierender Strahlung bezogen auf die menschliche Gesundheit, Ökotoxizität des Süßwassers, Humantoxizität für kanzerogene und nicht kanzerogene Wirkung sowie die mit der Landnutzung verbundenen Wirkungen. Liegt zum genannten Zeitpunkt noch keine harmonisierte Produktnorm vor, die der neuen BauPVO entspricht, so gilt die Pflicht erst nach Einführung von harmonisierten Produktnormen. Bei Dämmstoffen wird mit harmonisierten Normen in etwa 3-4 Jahren gerechnet. Mit einer Übergangsfrist von einem Jahr wird die neue BauPVO verpflichtend gültig.

Neben der Ausweisung der Umweltmerkmale legt die neue BauPVO fest, dass zukünftig durch einen Rechtsakt auch verbindliche Mindestanforderungen an die ökologische Nachhaltigkeit für öffentliche Auftraggeber:innen festgelegt werden. Bei wirtschaftlicher Unverhältnismäßigkeit in Bezug auf den Auftragswert kann unter Angabe einer Begründung von diesen abgewichen werden. Vor der Festlegung konkreter Mindestanforderungen muss entsprechend der neuen BauPVO eine Folgenabschätzung erfolgen (Beginn vsl. Ende 2026). Diese soll beispielsweise die Verfügbarkeit von Produkten und Auswirkungen auf den Wettbewerb, unterschiedliche klimatische Bedingungen der Mitgliedsstaaten und die Notwendigkeit für die Nachfrage nach ökologischen Materialien untersuchen. Die neue BauPVO ermöglicht ausdrücklich, dass das EU-Umweltzeichen und andere offiziell anerkannte nationale und regionale Umweltkennzeichen des Typ I genutzt werden können, um die Einhaltung zu bestätigen (Art. 83 BauPVO).

Mit der neuen BauPVO werden auch Anforderungen gestellt, welche Zeichen neben dem CE-Kennzeichen zulässig sind. Nach Art. 19 BauPVO sind weitere Kennzeichnungen, auch private, zulässig und dürfen auf dem Produkt angebracht werden, wenn folgende Punkte beachtet werden:

- ▶ Die Leistung wesentlicher Merkmale darf nicht auf andere Art und Weise als in harmonisierten technischen Spezifikationen festgelegt bewertet werden
- ▶ Informationen zu Leistungen die über harmonisierte technische Spezifikationen abgedeckt sind und zusätzlich bereitgestellt werden, müssen auch in der Leistungs- und Konformitätserklärung aufgeführt sein
- ▶ Die CE-Kennzeichnung darf nicht beeinträchtigt werden in Sichtbarkeit, Lesbarkeit oder Bedeutung

Das bedeutet nach aktuellem Wissensstand, dass die Bewertungsmethodik zwingend jener der (EU) Nr. 2024/3110 bzw. der harmonisierten technischen Normen entsprechen muss. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass eine davon unabhängige Bewertung, die zur Ablehnung bzw. Erhalt des Umweltzeichens führt jedoch erfolgen darf. Somit muss beispielsweise sichergestellt werden, dass die Berechnungsmethodik, die für die Lebenszyklusbewertung in Kriterien des Blauen Engels gefordert werden könnten, zukünftig jener der (EU) 2024/3110 bzw. der harmonisierten technischen Norm entspricht. Die finale Auslegung des in der neuen BauPVO formulierten Gesetzestextes ist zum aktuellen Wissenstand noch nicht erfolgt.

4.8.2 F-Gase Verordnung (Verordnung (EU) 2024/573)

In der Verordnung EU 2024/573 über fluorierte Treibhausgase (F-Gas-Verordnung) vom 7. Februar 2024 ist festgelegt, wie die jährlich in der EU in Verkehr gebrachte Menge an teilfluorierten Kohlenwasserstoffen bis 2050 auf null reduziert werden soll. Damit wird die Umstellung auf weniger klimaschädliche Stoffe forciert und schlussendlich der Ausstieg aus der Stoffgruppe der fluorierten Treibhausgase sichergestellt.

Werden neue Schaumstoffelemente oder Platten mit bestimmten fluorierten Treibhausgasen in Verkehr gebracht, so muss eine deutliche und dauerhafte Kennzeichnung auf diesen zu sehen sein (Art. 12 Nr. 5 F-Gas-Verordnung). Ab 2033 werden Schäume, die fluorierte Treibhausgase enthalten, verboten (Anhang IV F-Gas-Verordnung). Auch verpflichtet die Verordnung Gebäudeeigentümer und Bauunternehmer bei (alten) Schäumen dazu, die Emissionen bestimmter Treibhausgase bei Renovierung, Sanierung oder Abbruch soweit als möglich zu reduzieren (Art. 8 Nr. 8 F-Gas-Verordnung) und sie zu zerstören (oder rückzugewinnen).

Im Umweltzeichen Blauer Engel für Dämmstoffe sind jegliche halogenierten Treibmittel ausgeschlossen, wodurch die zukünftig geltenden Anforderungen über die F-Gase Verordnung bereits jetzt eingehalten werden.

4.8.3 Kreislaufwirtschaft

Im Rahmen des **EU Green Deals**, dessen Ziel die Erreichung der Klimaneutralität in der EU bis 2050 ist, wurde der **Circular Economy Action Plan (CEAP)** ins Leben gerufen. Dieser Aktionsplan legt allgemeine Richtlinien fest, die den Übergang zu einer umfassenderen Kreislaufwirtschaft in der EU beschleunigen sollen. Innerhalb des CEAP werden spezifische Strategien für die Produktwertschöpfungskette "Bauwirtschaft und Gebäude" vorgestellt, um zirkuläres Bauen zu fördern und Abfall sowie den Ressourcenverbrauch im Bauwesen nachhaltig zu reduzieren.

Zwar gibt es bislang noch keine verbindlichen Verpflichtungen in diesem Bereich, jedoch befinden sich bereits konkrete Maßnahmen und Vorschläge in der Entwicklung. Neben diesen Plänen existieren auch verschiedene Initiativen und Vorschriften, die, obwohl nicht explizit auf die Kreislaufwirtschaft ausgerichtet, wichtige Prinzipien des zirkulären Bauens unterstützen. Dazu zählen zum Beispiel Vorgaben zur Minimierung des Energieverbrauchs, zur Förderung des Einsatzes recycelter Materialien und zur Gestaltung langlebiger, rückbaufähiger Bauprodukte, die nach ihrem Lebensende einfacher wiederverwendet oder recycelt werden können.

Zu erwartende Entwicklungen in der Europäischen Union:

Der **Digital Product Passport (DPP)** ist ein zentrales Instrument, das im Rahmen der neuen **Ökodesign-Verordnung der EU (ESPR)** (Kapitel III, Artikel 9–15) entwickelt wird, um Transparenz und Nachhaltigkeit entlang der gesamten Produktlebensdauer zu fördern. Durch den DPP sollen Produkte verpflichtend mit detaillierten Informationen zur Nachhaltigkeit gekennzeichnet werden. Diese digitalen Produktpässe umfassen Angaben zu Aspekten wie Materialzusammensetzung, Herkunft, Reparaturfähigkeit, Energieverbrauch, Recyclingfähigkeit und Entsorgungsanforderungen.

Die Einführung des DPP erfolgt schrittweise, sodass die meisten Produkte bis 2030 mit einem solchen digitalen Pass ausgestattet sein sollen. Durch diese Kennzeichnung sollen sowohl Unternehmen als auch Verbraucher fundierte Entscheidungen treffen können, um die Umweltbelastungen zu minimieren und eine stärkere Kreislaufwirtschaft zu unterstützen.

Im Zuge der neuen BauPVO wird in Kapitel X ebenfalls ein digitaler Produktpass (DPP) eingeführt. 18 Monate nach Inkrafttreten eines delegierten Rechtsaktes gilt diese Anforderung für Bauprodukte. Der Rechtsakt wird auf der Ökodesign-Verordnung der EU 2024/1781 basieren, die 2024 den digitalen Produktpass eingeführt hat, und gilt übergeordnet für alle Produktgruppen (siehe auch Abschnitt 4.8.3). Inhalt des digitalen Produktpasses sind die Informationen der DoPC, Produktinformationen, Gebrauchsanweisungen und Sicherheitsinformationen. Dazu zählen neben anderen (Anhang IV BauPVO):

- ▶ Produktbeschreibung inkl. Verwendungszweck und der durchschnittlichen sowie minimalen Nutzungsdauer sowie der wichtigsten verwendeten Werkstoffe
- ▶ Herstellerinformationen und Zuständigem in Hinblick auf Wartung, Rückbau und Abriss

- ▶ Gebrauchsanweisung und Sicherheitsinformationen inkl. Informationen für Demontage, Wartung, Rückbau und Abriss
- ▶ Verträglichkeit mit anderen Werkstoffen und Produkten
- ▶ Wartungsbedarf und Informationen zum Fall eines Produktversagens
- ▶ Schutzmaßnahmen bei der Verwendung
- ▶ Anforderung an die Personen z. B. Ausbildung die zur sicheren Verwendung notwendig ist
- ▶ Empfehlungen für Reparatur, Demontage, Wiederverwendung, Wiederaufbereitung, Recycling, sichere Lagerung
- ▶ Ggf. Informationen zur Lebenszyklusbewertung Auswirkungen auf den Klimawandel – insgesamt und Humantoxizität, kanzerogene Wirkungen

Die Verordnung über umweltgerechte Gestaltung nachhaltiger Produkte (ESPR) und die überarbeitete Bauprodukteverordnung (BauPVO) stehen in einem komplementären Verhältnis zueinander.

Während die ESPR (VO (EU) 2024/1781) einen horizontalen, produktübergreifenden Ordnungsrahmen für die Einführung digitaler Produktpässe (DPP) schafft (Art. 10–14), sieht die novelierte Bauprodukteverordnung (VO (EU) 2024/3110) deren sektorspezifische Ausgestaltung für Bauprodukte vor (Art. 75–80). Nach Art. 75 BauPVO wird ein „construction digital product passport system“ eingerichtet, das kompatibel und interoperabel ist und auf dem durch die ESPR etablierten DPP-System basiert. Die BauPVO verweist hierfür ausdrücklich auf die Systemelemente der ESPR, darunter eindeutige Kennungen, Datenträger, das zentrale DPP-Register und das Webportal (vgl. Art. 79 BauPVO i. V. m. Art. 12–14 ESPR). Damit bildet der Digitale Produktpass nach BauPVO eine sektorspezifische Ausprägung des allgemeinen ESPR-DPP. Ziel ist eine konsistente, interoperable und nutzerorientierte Datenbereitstellung entlang des gesamten Lebenszyklus von Bauprodukten.

Der geplante **Circular Economy Act (CEA)** ist eine Gesetzesinitiative der Europäischen Kommission im Rahmen des *Clean Industrial Deal*, mit der die Kreislaufwirtschaft in der Europäischen Union gezielt gestärkt werden soll. Im Mittelpunkt steht die effizientere und nachhaltigere Nutzung von Ressourcen, insbesondere durch eine bessere Integration von Sekundärrohstoffen in die Wertschöpfungsketten sowie durch die Schaffung funktionierender Märkte für recycelte Materialien. Im August 2025 wurde eine öffentliche Konsultation eingeleitet, die Verabschiedung des Gesetzes ist für 2026 vorgesehen. Kernanliegen des CEA sind der Aufbau eines einheitlichen Binnenmarkts für Sekundärrohstoffe, in dem recycelte Materialien als gleichwertige Rohstoffe anerkannt werden, sowie die Erhöhung von Angebot und Nachfrage nach hochwertigen Recyclingmaterialien, etwa durch Qualitätssteigerungen und Kostenanpassungen im Vergleich zu Primärrohstoffen. Darüber hinaus soll die Regulierung harmonisiert werden, indem Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung gestärkt, EU-weite End-of-waste-Kriterien eingeführt und öffentliche Beschaffung stärker auf kreislaforientierte Lösungen ausgerichtet werden. Diskutiert wird zudem, ob verbindliche Zielgrößen zur Reduktion des Materialverbrauchs und zum verstärkten Einsatz von Sekundärmaterialien in die Verordnung aufgenommen werden

Im Rahmen der EU-Gebäuderichtlinie „**Energy Performance of Buildings Directive**“ (EPBD) wird die verpflichtende Darstellung des sogenannten „Lebenszyklus-Treibhauspotenzials“ für

Gebäude eingeführt. Diese Maßnahme ist ein wesentlicher Bestandteil der Bemühungen, die Emissionen im Bauwesen zu reduzieren und klimafreundliche Baupraktiken zu fördern. Das Lebenszyklus-Treibhauspotenzial basiert auf einer umfassenden Ökobilanz, die die Treibhausgasemissionen eines Gebäudes über dessen gesamten Lebenszyklus hinweg abbildet – von der Materialgewinnung über den Bau, die Nutzung und Instandhaltung bis hin zur Entsorgung oder Wiederverwendung.

Ab 2028 wird diese Verpflichtung für alle neuen Gebäude mit einer Fläche von mehr als 1.000 Quadratmetern gelten. Ab 2030 wird die Regelung dann auf sämtliche Neubauten ausgeweitet. Zusätzlich zu dieser Berichtspflicht werden ab 2030 Grenzwerte für das Lebenszyklus-Treibhauspotenzial eingeführt, die eingehalten werden müssen, um die Klimaziele der EU im Gebäudesektor zu erreichen. Ziel ist es, durch diese Vorgaben die Transparenz hinsichtlich der Umweltauswirkungen von Gebäuden zu erhöhen und gleichzeitig den Weg für eine klimaneutrale Bauweise zu ebnet.

Im Rahmen der neuen **Ökodesign-Verordnung der EU** wird die Gewährleistung von Zirkularitätsaspekten für Bauprodukte zu einer verpflichtenden Anforderung für Hersteller. Die Verordnung zielt darauf ab, dass Bauprodukte so gestaltet und hergestellt werden, dass sie den Prinzipien der Kreislaufwirtschaft entsprechen. Konkret bedeutet dies, dass Hersteller verpflichtet werden, Aspekte wie Reparierbarkeit, Langlebigkeit, Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit ihrer Produkte sicherzustellen.

Durch diese Vorgaben soll sichergestellt werden, dass Bauprodukte während ihrer gesamten Lebensdauer umweltfreundlich genutzt und am Ende ihres Lebenszyklus möglichst effektiv wieder in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden können. So können Ressourcen eingespart und der Abfall im Bauwesen reduziert werden. Langfristig sollen diese Anforderungen die Entwicklung nachhaltiger Materialien und Baupraktiken fördern, um die Umweltbelastung durch den Bausektor zu verringern und den Übergang zur Kreislaufwirtschaft zu beschleunigen.

Entsprechend der fünfstufigen Abfallhierarchie des **Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG)** stehen Maßnahmen zur Vermeidung von Dämmstoffabfällen über Maßnahmen zu deren Vorbereitung zur Wiederverwendung und diese wiederum über Maßnahmen zu deren Recycling. Die energetische Verwertung und Beseitigung von Dämmstoffabfällen sollten demnach nur nachgeordnet erfolgen, wenn es keine Möglichkeit der stofflichen Verwertung gibt.

Die **Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV)** schreibt die getrennte Sammlung und Bereitstellung von Dämmstoffabfällen auf den Baustellen vor. In § 8 Abs. 1 GewAbfV werden die entsprechenden Bau- und Abbruchabfälle gelistet, die getrennt zu sammeln sind. Punkt fünf adressiert die Dämmstoffe, eine Unterscheidung in die verschiedenen Dämmstoffarten liegt nicht vor. Grundsätzlich würde die GewAbfV einen guten Grundstein zur Kreislaufführung legen, denn für ein Recycling bzw. eine Wiederverwendung ist das sortenreine Vorliegen der Dämmstoffe ab Baustelle obligatorisch. Gerade bei Wärmedämmverbundsystemen kann der Rückbauaufwand deutlich höher ausfallen, wenn die Dämmstoffe am Ende sauber und sortenrein vorliegen sollen. Rückbauunternehmen bzw. Bauherren können sich dann auf §8 Abs. 3 Punkt 3 GewAbfV beziehen, der besagt, dass bei einer wirtschaftlichen Unzumutbarkeit oder technischen Unmöglichkeit eine Ausnahme gemacht werden kann. Bis dato sind beide Begriffe in keinem Präzedenzfall eindeutig geklärt. Eine gesetzliche Grundlage ab wann der Rückbau wirtschaftlich unzumutbar oder technisch unmöglich ist, liegt somit nicht vor. Auch ist der Vollzug der GewAbfV regional aktuell sehr unterschiedlich, wobei ein Großteil der Länder einen sehr geringen bis gar keinen Vollzug

praktizieren (Knappe et al. 2023). Bei entsprechendem Vollzug böte die GewAbfV aber grundsätzlich eine gute Voraussetzung, die Dämmstoffabfälle einer stofflichen Verwertung zuführen zu können.

Mit Wirkung zum 01.01.2024 wurde die Deponieverordnung (DepV) um § 7 Absatz 3 ergänzt. Ab diesem Zeitpunkt ist die Ablagerung von Abfällen auf Deponien untersagt, sofern diese einer Verwertung zugeführt werden können. Gleiches gilt für Abfälle, die getrennt zur Vorbereitung zur Wiederverwendung oder zum Recycling gesammelt wurden.

Für mineralische Dämmstoffe – wie Mineralwolle (MW) – bedeutet diese Regelung eine verstärkte Notwendigkeit zur stofflichen Verwertung oder zumindest zur energetischen Nutzung. Insbesondere in Fällen, in denen die Abfälle nicht als gefährlich eingestuft sind und keine technischen oder wirtschaftlichen Hemmnisse gegen eine Verwertung bestehen, ist eine Deponierung nicht mehr zulässig. Dies erhöht den Druck auf Entsorgungswege, geeignete Aufbereitungs- und Recyclingverfahren zu etablieren, etwa durch Sortierung, Vorbereitung und gegebenenfalls Wiederverwendung im Baustoffkreislauf. Damit wird die Kreislaufführung mineralischer Dämmstoffe regulatorisch gestärkt.

Gemäß § 10c der österreichischen Deponieverordnung (DVO 2008) wird das Ablagern von künstlichen Mineralwollen ab dem 31. Dezember 2026 untersagt, unabhängig von der Einstufung des Abfalls als gefährlich oder ungefährlich. Die Umweltabteilung des zuständigen Bundesministeriums erwartet, dass die Wirtschaft in den nächsten fünf Jahren entsprechende Aufbereitungswege schafft. Die Verfügbarkeit von Recycling-/Verwertungsmöglichkeiten für künstliche Mineralwolle wurde bis 31. Dezember 2024 geprüft. Eine kundgemachte Verschiebung des vorgesehenen Deponierungsverbots erfolgte nicht; damit endet die Zulässigkeit der Deponierung mit 31. Dezember 2026 und das Deponierungsverbot gilt ab 1. Januar 2027. Für kleine Abbruchmengen bis 3 t besteht weiterhin eine Ausnahme (§ 10c Abs. 3 DVO).

Die österreichischen Vorschriften gehen über das in Deutschland ab 2024 geltende Deponierungsverbot für verwertbare Abfälle hinaus. Die klare Benennung von Abfallfraktionen soll die Umsetzung in der Praxis erleichtern. Die Ankündigung des Ablagerungsverbots für Gipsplatten und Mineralwollen setzt die Entsorgungswirtschaft unter Druck, Recyclingkapazitäten zügig auszubauen. Ebenso stehen die Hersteller vor der Herausforderung, verstärkt rückgewonnene Materialien in die ursprüngliche Produktion zu integrieren. Dies ist auch für Deutschland relevant, da Dämmstoffhersteller von Mineralwollen sowohl in Deutschland als auch in Österreich Produktionsstandorte haben.

Die im Dezember 2024 verabschiedete **Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS)** adressiert den Bausektor als einen der zentralen Hebel für die Transformation hin zu einer ressourcenschonenden Wirtschaftsweise, da Bau- und Abbruchabfälle den mengenmäßig größten Abfallstrom in Deutschland darstellen. Ziel ist es, Stoffkreisläufe im Bauwesen zu schließen, indem der Einsatz von Primärrohstoffen reduziert und die Nutzung von Recyclingbaustoffen deutlich gesteigert wird. Gleichzeitig sollen Design- und Produktionsprozesse so ausgerichtet werden, dass Bauprodukte langlebiger, rückbaufähiger und einfacher wiederverwendbar sind. Die NKWS hat damit das Potenzial, die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen grundlegend zu verändern: Sie stärkt die Rohstoffsouveränität durch eine verlässlichere Versorgung mit Sekundärmaterialien, schafft Innovations- und Markimpulse für zirkuläre Bauprodukte und fördert die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle entlang der Wertschöpfungskette. Zudem unterstützt sie die Reduktion von Treibhausgasemissionen, da der Einsatz recycelter Materialien im Vergleich zur Primärrohstoffgewinnung erhebliche Energie- und Emissionseinsparungen bewirken kann. Damit

fungiert die NKWS als wichtiger strategischer Rahmen, um den Bausektor stärker in eine klimaneutrale und ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft einzubinden

4.8.4 Europäische Ziele, Initiativen und Strategien in Bezug auf den Einsatz von Kunststoffen

Die EU-Kunststoffstrategie wurde 2018 veröffentlicht und verfolgt das Ziel, den gesamten Lebenszyklus von Kunststoffen nachhaltig zu gestalten und stärker in die Kreislaufwirtschaft zu integrieren. Im Mittelpunkt stehen die Reduktion von Kunststoffabfällen, die Vermeidung von Umweltverschmutzung – insbesondere durch Mikroplastik – sowie die Förderung von Recycling und die Verwendung von Rezyklaten. Hersteller sollen Produkte künftig so gestalten, dass sie leichter recycelbar, wiederverwendbar und frei von problematischen Additiven sind. Ergänzt wird die Strategie durch weitere Regulierungen und Vorgaben.

Die Kunststoffstrategie ist Teil des Circular Economy Action Plan (CEAP) und trägt zur Umsetzung des Green Deal bei. Sie ist eng verknüpft mit anderen europäischen und nationalen Regulierungen wie der Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit (CSS), der Bauprodukteverordnung (BauPVO), dem Digitalen Produktpass (DPP), der Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte (ESPR), dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), der Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV) sowie der Deponieverordnung (DepV). Viele der genannten Pläne und Verordnungen betreffen nicht nur Kunststoffe und werden daher in den Abschnitten 4.8.1 bis 4.8.3 erläutert.

Ein spezifisches Anliegen der EU-Kunststoffstrategie ist die Vermeidung unbeabsichtigter Mikroplastikemissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Diese Emissionen entstehen nicht nur bei der Herstellung und Verarbeitung, sondern auch bei Rückbau und Entsorgung. Die Kunststoffstrategie zielt auf die Etablierung branchenspezifischer Vermeidungs- und Rückhaltemaßnahmen, etwa über Zertifizierungssysteme. Unternehmen entlang der gesamten Lieferkette müssen beispielsweise künftig verbindliche Maßnahmen³ zur Vermeidung, Kontrolle und Dokumentation von Pelletverlusten umsetzen. Größere Betriebe müssen sich zertifizieren lassen, kleinere unterliegen vereinfachten Anforderungen. Ziel ist es, die Pelletverluste deutlich zu reduzieren und so den Eintrag von Mikroplastik in die Umwelt zu senken. Die Regelung betrifft auch Hersteller von kunststoffbasierten Dämmstoffen, für die höhere Standards in Lagerung, Transport und Verarbeitung gelten werden.

Eng verknüpft mit der EU-Kunststoffstrategie ist die EU-Chemikalienstrategie. Sie ergänzen sich als zentrale Bausteine des Europäischen Green Deal und des Aktionsplans für Kreislaufwirtschaft. Beide verfolgen das Ziel, den Übergang zu einer umweltfreundlichen, giftfreien und kreislauforientierten Wirtschaft zu beschleunigen – allerdings mit unterschiedlichen Schwerpunkten, die sich inhaltlich stark überschneiden. Die Kunststoffstrategie konzentriert sich auf die Materialebene und adressiert den gesamten Lebenszyklus von Kunststoffen: von der Herstellung über die Nutzung bis zur Entsorgung oder Wiederverwertung. Ein zentrales Anliegen ist es, Kunststoffe recyclingfähig, langlebig und schadstofffrei zu gestalten. Hier setzt die Chemikalienstrategie direkt an. Die Chemikalienstrategie schafft den regulatorischen Rahmen, um problematische Substanzen – etwa endokrine Disruptoren, CMR-Stoffe oder langlebige Flammschutzmittel – zu identifizieren, zu regulieren oder durch sicherere Alternativen zu ersetzen. Damit beeinflusst sie unmittelbar die chemische Zusammensetzung von Kunststoffen, insbesondere solche, die in langlebigen Produkten wie Dämmstoffen eingesetzt werden.

³ Rat der Europäischen Union (2025): Plastic pellet losses: Council and Parliament agree on new rules to reduce microplastic pollution. Pressemitteilung vom 8. April 2025 (verfügbar unter: <https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2025/04/08/plastic-pellet-losses-council-and-parliament-agree-on-new-rules-to-reduce-microplastic-pollution/>) sowie Regelungstext (verfügbar unter <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8157-2025-INIT/en/pdf>)

4.8.5 Weitere nationale Regelungen

Neben den oben genannten Gesetzen und Verordnungen gibt es weitere nationale Regelwerke und Verpflichtungen, die das Umweltzeichen Blauer Engel beeinflussen können. Ein Beispiel ist die Holzbauoffensive des Landes Baden-Württemberg zur Förderung des Einsatzes der Holzbauweise und von Holz und Holzwerkstoffen aus heimischer Produktion. Ein weiteres Beispiel ist die Möglichkeit im Rahmen von öffentlichen Ausschreibungen (wie bspw. bereits in Berlin umgesetzt) Baustoffe und -produkte, die mit dem Blauen Engel zertifiziert sind, oder vergleichbare umweltfreundliche Kriterien direkt zu fordern. In Berlin können öffentliche Auftraggeber dies tun, indem sie das Umweltzeichen in den Ausschreibungen direkt verlangen oder Kriterien vorschreiben, um auf nachhaltigere Bauweisen zu drängen. Solche Programme erreichen über den Vorbildcharakter der Gebäude aus öffentlicher Hand eine große Außen- und damit Lenkungswirkung. Indem die Nachfrage nach Produkten mit Blauen Engel steigt, werden auch die Unternehmen motiviert, umweltfreundlichere Lösungen zu entwickeln. Nachfolgend wird ein Auszug dieser Regelwerke gelistet. Diese haben keinen direkten Bezug auf die Vergabekriterien für Dämmstoffe und Dämmstoffsystem. Indirekt könnten diese jedoch einen Einfluss auf das Umweltzeichen aufweisen.

- ▶ Lieferkettengesetz
- ▶ Holzbauoffensive Baden-Württemberg
- ▶ Forderung für nachhaltige Bauprodukte/ Verwendung von Produkten mit dem „Blauen Engel“ des Landes Berlin
- ▶ Solardachpflicht (u.a. auch Baden-Württemberg)
- ▶ Pflicht zum Energiemanagement

5 Blauer Engel – Umweltzeichen und Außenwahrnehmung

5.1 Analyse Nutzung von Umweltzeichen, Zertifizierungen, Förderungen

Umweltzeichen dienen als Informationstool für Anwender und die Verwendung basiert auf freiwilliger Ebene. Die Anforderungen an den Umfang des Umweltzeichens werden in den jeweiligen ISO-Normen klar definiert. Diese definieren auch den Rahmen für die Vergabekriterien der Zeichen, was zum einen als Qualitätssicherung der Produkte dient. Zum anderen sollen Hersteller einen Anreiz erhalten, ihre Produkte kontinuierlich umweltverträglicher zu gestalten. Bei den Umweltzeichen werden drei Anforderungsniveaus unterschieden: Typ I, Typ II und Typ III.

Der Untersuchungsrahmen des Typ I Umweltzeichen wird nach DIN EN ISO 14024:2018-06. definiert. Bei den Kriterien des Typ I Zeichens werden umwelt- oder gesundheitsrelevante Anforderungen an die zertifizierten Produkte gestellt. Dabei wird eine Wertung bzw. Kategorisierung der Produkte vorgenommen. Daher ist ein Typ I Umweltzeichen den besten Produkten einer Produktgruppe vorbehalten. Die Erfüllung der Anforderungen durch die Produkte wird durch unabhängige Dritte geprüft und verifiziert. Der Blaue Engel ist ein Typ I Umweltzeichen. Weitere Beispiele sind u.a. Natureplus, das EU-Ecolabel oder das österreichische Umweltzeichen.

Beim Typ II Umweltzeichen handelt es sich um ein vom Hersteller frei wählbares Zeichen oder eine Anbietererklärung. Durch die sogenannte Selbsterklärung mit einem Typ II Zeichen sind die Hersteller über die Einhaltung der Anforderungen und die Verwaltung des Zeichens oder der Deklaration selbst verantwortlich. Es erfolgt keine verpflichtende Verifizierung durch Dritte, eine freiwillige Prüfung zur Steigerung der Glaubwürdigkeit ist möglich. Die Anforderungen für das Typ II Umweltzeichen werden in der DIN EN ISO 14021:2021-10. definiert. Beispiel für das Typ II Zeichen ist u.a. das Drei-Pfeile-Symbol das recyclingfähige Produkte kennzeichnet.

Typ III Umweltzeichen werden durch die DIN EN ISO 14025:2011-10. definiert und basieren auf Ökobilanzen, die wiederum auf den Normen DIN EN ISO 14040:2021-02. und DIN EN ISO 14044:2021-02. basieren. Bei Typ III Zeichen werden die Umweltwirkungen von Produkten ermittelt. Es findet keine Wertung oder Kategorisierung der Ergebnisse statt, sprich jedes Produkt kann ein Typ III Umweltzeichen erhalten. Die Ökobilanzen für die Typ III Umweltzeichen werden durch unabhängige Dritte geprüft und verifiziert. Anschließend werden die Ergebnisse in einer Art Datenbank gelistet und dienen dem Anwender als Informationstool. Ein Zertifikat wird daher nicht vergeben. Ein Beispiel für ein Typ III Umweltzeichen ist die Umweltproduktdeklaration engl. Environmental Product Declaration (EPD).

Nachfolgend wird vertieft auf die Typ I Umweltzeichen Natureplus, österreichisches Umweltzeichen, EU-Ecolabel sowie den Blauen Engel eingegangen. Dabei werden die aktuell geltenden Vergabekriterien für Dämmstoffe und Dämmstoffsystem analysiert und untereinander verglichen. In diesem Schritt können erste Unterschiede zum Blauen Engel identifiziert werden und bei der Entscheidungsfindung der neuen Vergabekriterien im Laufe des Projekts eingearbeitet werden.

5.1.1 Natureplus

Das Natureplus-Umweltzeichen wurde vom Natureplus e.V. gegründet. Dabei handelt es sich um ein Qualitätszeichen, das die Themengebiete Klimaschutz, Wohngesundheit und Ressourcenschonung umfasst. Zusätzliche, detaillierte Anforderungen an die jeweiligen Themenbereiche sind in den Vergabekriterien definiert.

Bei den Vergabekriterien wird zwischen Grundlagenrichtlinien und Produktrichtlinien unterschieden. Die Grundlagenrichtlinien sind übergreifend für alle bei Natureplus gelisteten

Bauprodukte geltend. Dort sind u.a. die Anforderungen an Transparenz und soziale Verantwortung, die Klimaverträglichkeit und Energieeffizienz sowie den Naturschutz beim Abbau mineralischer Rohstoffe gelistet. Die Produktrichtlinien sind spezifische Anforderungen, welche an die unterschiedlichen Baustoffe und -produkte gekoppelt sind. Die Dämmstoffe werden dabei in drei übergeordnete Bereiche unterschieden: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Wärmedämmverbundsysteme und Dämmstoffe aus expandierten, geblähten oder geschäumten mineralischen Rohstoffen. In diese drei Bereiche sind die Richtlinien der unterschiedlichen Materialien, Produkte und/oder Anwendungen untergeordnet. Zusätzlich werden auch Anwendungen wie Wärmedämmputzmörtel oder mit Dämmstoffen gefüllte Mauer- und Mantelsteine durch eine Richtlinie vertreten.

Zum Erhalt des Natureplus-Umweltzeichens für ein Produkt muss zunächst von Herstellerseite ein Antrag gestellt werden. In diesem Zuge wird geprüft, ob der Produkttyp im Portfolio des Natureplus-Labels gelistet ist. Anschließend wird der Hersteller aufgefordert die relevanten Produktdaten zur Verfügung zu stellen. Diese Daten werden durch das Natureplus Institut SCE mbH verifiziert. Anschließend erfolgt die Konformitätsprüfung der Herstellerangaben zu den vorliegenden Vergabekriterien. Je nach Anforderung werden in diesem Zuge die Herstellerangaben geprüft und eine Produktprobe entnommen, eine Ökobilanz des Fertigungsprozesses erstellt, Laboruntersuchungen vorgenommen und die Rohstoffflüsse nachverfolgt. Die anschließende Evaluierung dient als Entscheidungsgrundlage, ob ein Label vergeben wird oder nicht. Anschließend wird die Richtigkeit des Verfahrens durch die Zertifizierungsstelle geprüft. Nach erfolgreicher Prüfung erfolgt die Ausstellung des Zertifikats durch das Natureplus Institute SCE mbH, sowie eine Listung in der öffentlich einsehbaren Online-Produktdatenbank.

Die Kosten für das Label variieren je nach Prüfaufwand. Zusätzlich werden Lizenzgebühren für das Tragen des Natureplus-Labels verlangt. Aktuell findet eine Überarbeitung der Gebührenordnung statt.

5.1.2 Österreichisches Umweltzeichen

Das österreichische Umweltzeichen ist ein Label des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Klima- und Umweltschutz, Regionen und Wasserwirtschaft (BMLUK). Neben Produkten und Dienstleistungen ist es auch möglich, die Bereiche Tourismus, Kultur, Bildung sowie Meetings und Events zu zertifizieren. Der Fokus der Vergabekriterien des Umweltzeichens liegt auf den Anforderungen an die Qualität der Produkte sowie auf Gesundheits- und Umweltkriterien. Diese werden je nach Geltungsbereich und Einsatzgebiet angepasst.

Bei den Produkten im Bereich Bauen und Wohnen sind vier verschiedene Richtlinien für Dämmstoffe gelistet: Hartschaum-Dämmstoffe aus polymeren Rohstoffen, Mineralische Wärmedämmstoffe, Wärmedämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sowie Wärmedämmverbundsysteme. Die Richtlinien für alle Dämmstoffkategorien wurden überarbeitet und wurden zum 1. Januar bzw. 1. Juli 2024 veröffentlicht.

Die Zertifizierung des österreichischen Umweltzeichens startet mit einem Online-Antrag durch die Hersteller. Darin müssen die produktspezifischen Anforderungen der Richtlinien erfüllt bzw. bereitgestellt sein. Anschließend ist für die Auditierung von (Bau-)Produkten ein/e Prüfer:in zu wählen. Eine Liste mit qualifizierten Prüfstellen wird vom Verein für Konsumenteninformation (VKI) bereitgestellt. Nach erfolgreicher Auditierung erfolgt die Unterzeichnung eines Zeichennutzungsvertrags und die Verleihung der Zeichen-Urkunde durch das BMLUK. Das Zeichen darf vier Jahre gehalten werden. Anschließend ist eine erneute Prüfung der Anforderungen notwendig. Bei Änderungen innerhalb der Laufzeit ist ebenfalls eine erneute Prüfung erforderlich.

Die Kosten für den Erhalt des österreichischen Umweltzeichens sowie für das Tragen des Zeichens orientieren sich am Jahresumsatz des Antragstellers. Für die einmalige Antragsgebühr ergeben sich Kosten zwischen 190 € und 770 €, für die jährliche Zeichennutzgebühr von 490 € bis 3.070 € (Stand August 2023). Externe Gutachten und Prüfkosten sind nicht in der Kostenaufstellung enthalten.

5.1.3 EU-Ecolabel

Das EU Ecolabel ist ein Umweltzeichen der Europäischen Kommission, das 1992 ins Leben gerufen wurde. Das EU-Ecolabel ist ein Verbraucherzeichen und dient als Informationslabel. Mit dem Label sollen Produkte und Dienstleistungen ausgezeichnet werden, die im Vergleich zu Konkurrenzprodukten umweltfreundlicher und gesünder sind. In Deutschland ist die RAL gGmbH für die Vergabe des EU-Ecolabels berechtigt.

Aktuell werden im Kriterienkatalog des EU-Ecolabels keine Wärmedämmstoffe berücksichtigt. Demzufolge können keine Vergabekriterien für die weitere Bearbeitung betrachtet werden.

Wenn Produkte oder Dienstleistungen das EU-Ecolabel tragen möchten, müssen die geforderten Kriterien erfüllt sein. Dafür muss zunächst vom herstellenden Unternehmen ein Antrag gestellt werden. In diesem Antrag müssen die Nachweise zur Erfüllung der Produkt- oder dienstleistungsspezifischen Anforderungen enthalten sein. Die Unterlagen werden von der RAL gGmbH geprüft. Bei Erfüllung der Kriterien wird zwischen der RAL gGmbH und dem/r Antragsteller:in ein Zeichennutzungsvertrag geschlossen.

Für die Antragstellung zur Zertifizierung von Produkten und Dienstleistungen ist in der Regel ein Entgelt von 1.200 € an die RAL gGmbH zu entrichten. Für mittlere, kleinere und Kleinstunternehmen fällt das Antragsentgelt geringer aus. Zusätzlich ist ein jährliches Benutzungsentgelt fällig, welches sich am Jahresumsatz des Produktes bzw. der Dienstleistung orientiert. Dieses beträgt mindestens 300 €, aber darf den Wert von 25.000 € nicht überschreiten (Stand August 2023). Externe Gutachten und Prüfkosten sind nicht in der Kostenaufstellung enthalten.

5.1.4 Blauer Engel

Der Blaue Engel ist ein nationales Umweltzeichen, mit dem Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) als Zeicheninhaber. Neben einer großen Auswahl an Produkten aus vielen Wirtschaftsbranchen (bspw. Haushalt und Drogerie; Bauen und Wohnen, Papier- und Schreibwaren, ...) können mit dem Blauen Engel auch Dienstleistungen ausgezeichnet werden. Der Fokus des Zeichens liegt auf dem Umweltschutz sowie auf gesundheitsrelevanten Anforderungen. Zielgruppe sind neben den privaten Verbraucher:innen auch Großverbraucher bzw. öffentliche Einrichtungen. Die Erarbeitung der Vergabekriterien des Blauen Engels erfolgt durch das Umweltbundesamt und diese werden anschließend vom Entscheidungsgremium Jury Umweltzeichen beschlossen.

Im Bereich der Bauprodukte verfügt das Umweltzeichen Blauer Engel über zwei Vergabekriterien-Kataloge für den Bereich der Wärmedämmstoffe: DE-UZ 132, Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für Innenanwendungen sowie DE-UZ 140, Wärmedämmverbundsysteme. Wie im Titel „Emissionsarme Wärmedämmstoffe [...] für Innenanwendungen“ beschrieben ist, liegt der Fokus der Vergabekriterien auf der Begrenzung der Emissionen aus diesen Produkten und optional auf der Geruchsbildung dieser Produkte. Demzufolge werden Produkte ausgezeichnet, die weniger gesundheitsschädliche Emissionen emittieren als Konkurrenzprodukte. Die gesetzten Anforderungen gelten nur für Dämmstoffe in der Innen- und Zwischenanwendung. Der zweite Kriterienkatalog für Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) umfasst alle Dämmstoffe in der Systemanwendung für Außenfassaden, die über eine entsprechende

Zulassung verfügen (European Technical Assessment, ETA). Inkludiert in das System sind dabei die Befestigung (Klebeschicht und/oder Dübel), der Dämmstoff, die Armierungsschicht, der Oberputz und ggf. benötigte Grundierungen oder Deckanstriche für den Oberputz. Für weitere Anwendungsgebiete nach DIN 4108-10 wie Außenanwendungen oder im Perimeter gibt es keine Kriterienkataloge.

Die Antragstellung erfolgt über ein Online-Portal durch die Herstellfirma bzw. die Kommune. Alle notwendigen Dokumente sollten zur Antragsstellung vollständig zur Verfügung stehen und können einer Checkliste entnommen werden. Anschließend werden die Unterlagen und die Erfüllung der Vergabekriterien geprüft. Nach erfolgreicher Prüfung der Unterlagen erfolgt die Zertifizierung durch die RAL gGmbH.

Die Kosten für das Umweltzeichen Blauer Engel setzen sich aus den Vertragskosten und einem jährlichen Entgelt zusammen. Der Grundvertrag wird mit 400 € bemessen und der Erweiterungsvertrag mit 200 €. Das Jahresentgelt staffelt sich in Klassen und wird nach dem Umsatz der Unternehmen ermittelt. Die Kosten belaufen sich auf 320 € bis 10.500 € (Stand August 2023). Externe Gutachten und Prüfkosten sind nicht in der Kostenaufstellung enthalten.

5.1.5 Vergleich der Vergabekriterien der Typ I Umweltzeichen

Beim Vergleich der Vergabekriterien der vorab vorgestellten Umweltzeichen ist ein Unterschied bei der Gruppierung der Dämmstoffe zu erkennen. In Tabelle 11 ist eine Übersicht zu den Bezeichnungen der Vergabekategorien sowie die Anzahl der zertifizierten Produkte pro Kategorie und die Materialart dargestellt.

Beim Blauen Engel erfolgt die Gruppierung der Dämmstoffe anhand der Anwendungsgebiete. Der Fokus liegt dabei auf der Anwendung im Innenbereich sowie auf die Zwischensparrenanwendung der Dämmstoffe (66 Listungen; Stand 03/2025). Bei genauer Betrachtung der zertifizierten Produkte ist zu erkennen, dass 41 der zertifizierten Dämmstoffe mineralischen Ursprungs sind (Mineralwolle, Steinwolle, Glaswolle). Die restlichen zertifizierten Dämmstoffe teilen sich auf in: Blähglas, -ton, -perlite (9); Holzwolle (7), NaWaRo in Form von Holzfasern und Seegrass (3), Polyethylen (1) und Sonstige (5). Beim DE-UZ 140 für die Systemanwendung WDVS sind beim Blauen Engel insgesamt 23 Systeme (Stand 03/2025) gelistet. Die in den Systemen zugelassenen Dämmmaterialien sind wie folgt aufgeteilt: 21 Listungen Mineralwolle, 2 Holzfasern und 1 Mineralschaum. Schlussfolgernd ist zu erkennen, dass hauptsächlich mineralische Dämmstoffe einen Blauen Engel tragen.

Bei den Umweltzeichen Natureplus und dem Österreichischen Umweltzeichen erfolgt die Gliederung der Vergabekriterien anhand der zu zertifizierenden Materialien. Das Natureplus Umweltzeichen legt den Fokus der Zertifizierung auf Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sowie Dämmstoffe aus mineralischen Rohstoffen. Der größte Teil der zertifizierten Dämmstoffe ist den Dämmstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe zuzuordnen. Dabei wird nochmal in die unterschiedlichen Dämmstoffarten wie Holzfasern, Hanf, Kork, etc. unterschieden. Beim österreichischen Umweltzeichen gibt es neben den Kriterienkatalogen für nachwachsende und mineralische Dämmstoffe auch einen Kriterienkatalog für Hartschaum-Dämmstoffe aus polymeren Rohstoffen. Diese haben mit 26 Listungen auch einen nennenswerten Anteil bei den zertifizierten Dämmstoffen. Die Systemanwendung WDVS wird auch bei Natureplus und dem österreichischen Umweltzeichen durch einen eigenständigen Kriterienkatalog vertreten. Bei Natureplus gibt es zusätzlich einen Kriterienkatalog für Mauer- und Mantelsteine mit Dämmfüllung. Weder beim Blauen Engel noch beim österreichischen Umweltzeichen wird dieser Anwendungsfall berücksichtigt.

Tabelle 11: Übersicht der Typ I Umweltzeichen

Listung der verfügbaren Vergabekriterien für Dämmstoffe mit der Anzahl der aktuell zertifizierten Dämmstoffe/Produkte (Stand 03/2025)

Vergabekriterien für Dämmstoffe	Blauer Engel	Natureplus	Österreichische Umweltzeichen
Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für Innenanwendungen	66 Listungen: Mineralwolle (41), Blähglas & -ton & -perlit (9), Holzwolle (7), NaWaRo (3), Polyethylen (1), Sonstige (5)		
Wärmedämmverbundsysteme	23 Listungen: Holzfaser (2), Mineralschaum (1), Mineralwolle (21)	4 Listungen: Holzfaser (2), Mineralschaum (1), Calciumsilikat (1)	1 Listung: Holzfaser
Mit Dämmstoff gefüllte Mauer- und Mantelsteine		31 Listungen	
Hartschaum-Dämmstoffe aus polymeren Rohstoffen			28 Listungen
Wärmedämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen		113 Listungen	15 Listungen
Mineralische Wärmedämmstoffe		52 Listungen	12 Listungen
Summe	89 Listungen	184 Listungen	60 Listungen

Quelle: Eigene Darstellung nach RAL gGmbH (2025a), RAL gGmbH (2025b), natureplus e.V. (2025), BMK (2025)

5.2 Außenwahrnehmung des Umweltzeichens Blauer Engel in der Öffentlichkeit

5.2.1 Erstes Stimmungsbild zur Außenwahrnehmung des Blauer Engel

Die Dämmstoffhersteller haben bei der ersten Stimmungsabfrage auf der BAU München unterschiedliche Meinungen vertreten. Es wurde angemerkt, dass der Blaue Engel ein reines Endkundenzeichen ist, aber die Kunden nicht wissen nach welchen Kriterien die Vergabe des Siegels erfolgt. Von einem Teil der Befragten wurden die Bedenken geäußert, dass die Kriterien des Blauen Engels nicht aussagekräftig sind und sie daher für die eigenen Produkte ein anderes Label für die Deklaration der Umweltfreundlichkeit verwenden.

Ein anderer Teil der Befragten hat ebenfalls den Blauen Engel als reines Endkundenzeichen mit einem sehr großen Bekanntheitsgrad beschrieben. Von den Befragten wurde die Relevanz des Blauen Engels bei den Endkunden als hoch eingestuft. Die Relevanz bei Fachplanern und Architekt:innen wurde als eher gering eingestuft, da der Blaue Engel kaum in Ausschreibungstexten zu Dämmmaßnahmen oder ähnlichem zu finden ist. Aktuell zählen dort vorrangig der Preis der Produkte als Auswahlkriterium. Dies könnte sich in Zukunft jedoch ändern, denn zum aktuellen Zeitpunkt sind bereits regionale Förderprogramme bekannt, in denen Umweltzeichen als Voraussetzung herangezogen werden.

Bei den Gesprächen wurde darauf hingewiesen, dass dem Fachpublikum die Unterschiede des Blauen Engel für emissionsarme Dämmstoffe in der Innenanwendung und dem Blauen Engel für WDVS bekannt sind, bei Endkunden ist dies oft nicht der Fall. Besondere Anforderungen oder Einschränkungen im WDVS-Kriterienkatalog können so übersehen werden.

Andere Befragte haben angemerkt, dass sie gerne den Blauen Engel für ihre Produkte beantragen würden, aber ihre Produkte durch den Geltungsbereich und den Anforderungen in den Vergabekriterien des Blauen Engels ausgeschlossen sind. In einem konkreten Fall handelt es sich um einen Dämmstoffhersteller für Wärmedämmziegel. Aufgrund der Kombination aus Ziegel und Dämmung wird das System nicht als „Dämmstoff“ bezeichnet.

Bei den geführten Gesprächen handelt es sich um ein nicht repräsentatives Stimmungsbild einzelner Hersteller bzw. Die angesprochenen Punkte wurden in der weiteren Bearbeitung des Projektes berücksichtigt.

5.2.2 Beschreibung der konzipierten Umfrage

Über eine konzipierte Online-Umfrage konnten verschiedene Akteure im Bereich Bau, Produzenten, Wissenschaft und Zeichennehmer von anderen Labeln zur Kennzeichnung von Dämmstoffen mit dem Blauen Engel oder einem anderen Umweltlabel im Zusammenhang mit Dämmstoffen anonym befragt werden.

Ziel war es, die Einstellung der genannten Akteure zu Umweltzeichen und zum Blauen Engel abzufragen (siehe unten). Die Fragen bauen aufeinander auf und sollen ein möglichst gutes Gesamtbild ermitteln. Die Umfrage ließ sich in zehn Minuten beantworten, damit die Akteure dies neben dem Tagesgeschäft erledigen konnte. Das verwendete Online-Umfragetool UmfrageOnline botbot die Möglichkeit, die Fragen in ein ansprechendes Layout einzubetten und den erreichten Fortschritt der Umfrage in Balkenform darzustellen. Weiterhin war eine Pausierung mit späterer Fortsetzung der Umfrage möglich.

Neben Bekanntheitsgrad und Bedeutung verschiedener Umweltlabel wurde abgefragt, wie wichtig und nachfrage-/kaufbeeinflussend das Vorhandensein eines Siegels auf Dämmstoffen ist und was die Gründe dafür sind. Weiterhin wurde adressiert, welche Auswirkung die Qualität eines Umweltsiegels auf das ihm entgegengebrachte Vertrauen hat.

Im zweiten Teil der Umfrage ging es zunächst darum, ob und welche Dämmstoffe aus Umweltsicht kritisch gesehen werden und ob und wie stark die Kennzeichnung eines solchen Dämmstoffs mit einem Umweltzeichen dies verändern würde und/oder die Glaubwürdigkeit des Umweltzeichens beschädigt.

Darauf folgten Abfragen bei Produzenten zum finanziellen Aufwand, der zur Finanzierung des Umweltzeichens sowie zur Erreichung der Kriterien über Organisation und Produktionsumstellungen jeweils akzeptiert würde. Zum Schluss wurde noch abgefragt, ob bereits eines der eigenen Produkte ein Umweltsiegel trägt und, falls ja, welcher Dämmstofftyp/Produkttyp und welches Umweltsiegel und ob das Siegel zu Werbezwecken genutzt wird sowie welchen Nutzen es für das Unternehmen hat.

In der Online-Umfrage wurden bestimmte Nachfragen nur dann angezeigt, wenn die abgegebene Antwort auf vorangegangene Fragen dazu passen. So wurden bspw. Fragen an Produzenten nur dann eingeblendet, wenn in der Frage ganz am Anfang zu den Akteuren „Verkauf/Vertrieb“, „Baustoffhersteller:in“, „Dämmstoffhersteller:in“ oder „Herstellerverband“ angegeben wurde.

Für die Umfrage konnten verschiedene Links erstellt werden, die eine Clusterung der Ergebnisse bspw. nach bestimmten Veranstaltungen ermöglichten. Die Umfrage wurde in einer Vorversion auf Papier unter den Teilnehmenden beim Chef-Seminar des Dachdeckerhandwerks Baden-

Württemberg verteilt. Aus der ersten groben Sichtung der Ergebnisse wurden Verbesserungspotenziale abgeleitet, die in die aktuelle Version eingeflossen sind. Auf der Messe BAU in München wurde durch das FIW und SKZ ein Link zur aktuellen Umfrage an die dort angetroffenen Hersteller verteilt. Daraufhin gingen 13 Antworten ein, wovon allerdings nur vier abgeschlossen beantwortet wurden. Daher waren in der aktualisierten Umfrage alle Fragen obligatorisch. Trotzdem war es nach wie vor möglich, die Umfrage zu unterbrechen und zu einem späteren Zeitpunkt fortzusetzen.

Für die Abfrage gab es keinen vorab festgelegten Endzeitpunkt. Die große Abfragerunde wurde im Oktober 2023 gestartet und im Februar 2024 beendet. Weitere Abfragerunden erfolgten nicht.

5.2.3 Ergebnisse der Umfrage

Die Umfrage wurde an folgende Akteure versendet, wobei jeweils verschiedene Links zur Umfrage generiert wurden, so dass eine akteurspezifische Auswertung möglich ist. Es wurde darum gebeten, den Link zur Umfrage auch an weitere Personen außerhalb der jeweiligen Häuser weiterzuleiten, um einen evtl. Schneeballeffekt mitnehmen zu können. In folgender Liste ist in der Klammer die Anzahl der in der jeweiligen Gruppe angefragten Häuser und davon mit einem Schrägstrich abgetrennt die Anzahl der eingegangenen Antworten angegeben (156):

- ▶ Dämmstoffverbände und Dämmstoffhersteller (36/50)
- ▶ Baustoffhersteller (2/1)
- ▶ Baustoffhandel, Verkauf/Vertrieb (11/0)
- ▶ Bauhandwerk, Bauwirtschaft, Baufirmen, Abbruchverband (37/20)
- ▶ Umweltverband, Verbraucherverband (16/15)
- ▶ Wissenschaft, Vergabe von Labeln (16/48)
- ▶ Bauherren, Planer (20/22)

Insgesamt mussten 32 Rückmeldungen ausgeschlossen werden, da die Befragung bereits in einem sehr frühen Stadium abgebrochen wurde und somit keine auswertbaren Daten enthalten.

Nachfolgend werden die zusammengefassten Ergebnisse vorgestellt und später dann auf die Ergebnisse der einzelnen Akteursgruppen eingegangen.

Teilnehmerstruktur

Die Mehrheit der Antworten stammt von Dämmstoff- und Baustoffherstellern sowie entsprechenden Verbänden, gefolgt von Beteiligten aus Bauvorhaben. Innerhalb der Herstellergruppe dominieren Rückmeldungen zu synthetischen und mineralischen Dämmstoffen, während Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen seltener vertreten sind.

Bekanntheit und Relevanz von Umweltzeichen

Der Blaue Engel ist das bekannteste und bedeutendste Umweltzeichen im Kontext der Befragung. Persönlich wird ein Umweltzeichen von vielen als „wichtig“ eingeschätzt – insbesondere im Hinblick auf Umwelt- und Ressourcenschutz sowie Schadstofffreiheit. Die Kundennachfrage nach Umweltzeichen wird als etwas geringer eingeschätzt als das eigene Interesse. Neben Umweltaspekten spielen hier auch Zertifizierungs- und Förderanforderungen sowie die Ausschreibungsrelevanz eine Rolle.

Gründe für Desinteresse an Umweltzeichen

Gründe für ein geringes Interesse sind unter anderem:

- ▶ mangelnde Bekanntheit
- ▶ Kosten
- ▶ fehlendes Umweltbewusstsein
- ▶ Misstrauen gegenüber Umweltzeichen
- ▶ Unklarheit über Anwendbarkeit
- ▶ Überangebot an Labeln
- ▶ geringe Priorität im Entscheidungsprozess

Vertrauen in Umweltzeichen

Das Vertrauen steigt deutlich, wenn Umweltzeichen auf einer jährlichen Prüfung durch eine neutrale Stelle basieren. Eine einmalige Prüfung wird nur dann als vertrauenswürdig eingestuft, wenn sie durch eine unabhängige Instanz erfolgt – insbesondere, wenn dies nicht ausschließlich auf Herstellerangaben basiert.

Einschätzung von Dämmstoffen

Etwa ein Drittel der Teilnehmenden sieht keinen Dämmstofftyp als kritisch an. Unter den verbleibenden Antworten zeigt sich jedoch, dass jeder aufgelistete Dämmstofftyp zumindest einmal als kritisch bewertet wurde. Besonders häufig kritisch genannt wurden:

- ▶ Synthetische Dämmstoffe
- ▶ Phenolharz-/Resol-Hartschaum

Kritikpunkte umfassen unter anderem:

- ▶ Rohstoffherkunft (z. B. Erdöl)
- ▶ Schadstoffgehalt, Bindemittel, Flammschutzmittel, Treibmittel
- ▶ Energieintensive Herstellung, geringe Rezyklierbarkeit, Entsorgungsprobleme
- ▶ Emissionen, Umweltverbleib, Gesundheitsaspekte
- ▶ Geringe Dämmwirkung im Verhältnis zum Rohstoffeinsatz
- ▶ Handhabbarkeit, z. B. bei Einblasdämmstoffen
- ▶ Brandverhalten, Wasser- und Langzeitbeständigkeit
- ▶ Soziale Aspekte, Flächenbedarf (bei nachwachsenden Rohstoffen)

Wirkung und Akzeptanz von Umweltzeichen

Ein Umweltzeichen wird von vielen als potenziell positiv für Marktchancen gesehen. Es könnte die Produktwahl beeinflussen. Gleichzeitig wurde geäußert, dass ein Umweltzeichen für einen als „kritisch“ wahrgenommenen Dämmstofftyp das Vertrauen in das Label untergraben könne – es sei daher besonders gut zu begründen.

Finanzielle und betriebliche Bereitschaft

Einige Hersteller wären bereit, zur Umsetzung von Umweltzeichen:

- ▶ jährliche Gebühren zwischen 500 € und 50.000 € zu zahlen (je nach Anzahl der Produkte und Prüfumfang)
- ▶ Investitionen von 0 € bis 1.000.000 € bzw. 0–1 % des Jahresumsatzes aufzuwenden

Einzelne Stimmen kritisieren die fehlende Transparenz politischer Förderentscheidungen bzgl. der Anerkennung bestimmter Siegel.

Bestehende Umweltkennzeichnungen

Ein Großteil der Hersteller verfügt bereits über ein Umweltzeichen – meist für mineralische und synthetische Dämmstoffe, vereinzelt auch für nachwachsende. Häufig genannte Labels sind:

- ▶ Blauer Engel
- ▶ pure life
- ▶ natureplus

Diese werden von den meisten Herstellern auch (wenn auch teils zurückhaltend) zu Marketingzwecken genutzt.

Anforderungen an zukünftige Umweltzeichen

Die Erwartungen an ein Umweltzeichen sind vielfältig:

- ▶ Strenge, überprüfbare Kriterien je nach Anwendungsbereich
- ▶ Keine pauschalen Ausschlusskriterien, um faire Wettbewerbsbedingungen zu schaffen
- ▶ Vergleichbarkeit und Objektivität bei gleicher Dämmwirkung (Wärme-, Schall-, Brandschutz)
- ▶ Einheitliche Ökobilanz, differenzierte Darstellung von Umweltwirkungen
- ▶ Recyclingfähigkeit in Theorie und Praxis
- ▶ Grenzwerte für Umweltindikatoren (z. B. CO₂, EE, Kreislauffähigkeit)
- ▶ Berücksichtigung von Standortfaktoren, sommerlichem Wärmeschutz, Feuchtigkeitsverhalten
- ▶ Reduktion der Labelvielfalt und bessere Transparenz der Labelaussagen

Ein wichtiger Treiber für den Blauen Engel sind auch kommunale Förderprogramme.

Zur Methodik

Trotz verschiedener Umfragelinks war keine eindeutige aktorenspezifische Auswertung möglich, da Links offenbar gruppenübergreifend weitergegeben wurden. Einige Besonderheiten werden im Anschluss beispielhaft dargestellt, aber nicht systematisch ausgewertet.

5.2.3.1 Dämmstoffverbände und Dämmstoffhersteller

Von den 48 Antworten sind vier unbrauchbar, weil die Umfrage sehr weit vorne abgebrochen wurde. Bei zwei weiteren Antworten wurde die Abfrage erst am Schluss bei den exklusiven Herstellerfragen zu Finanzen, Aufwänden und Zeichennahme abgebrochen, so dass diese insgesamt brauchbar sind.

Auch in dieser Akteursgruppe sind Bauvorhaben, Handwerker sowie Verkauf/Vertrieb und jeweils eine kleine Anzahl aller weiteren Akteure vertreten, aber es dominieren Dämmstoff- und Baustoffhersteller. Im Vergleich zur Summe aller Akteure sind hier auch relativ weniger Hersteller synthetischer Dämmstoffe vertreten. Sonst ergeben sich keine besonderen Auffälligkeiten in der Ergebnisverteilung im Vergleich zur Summe aller Akteure.

5.2.3.2 Bauhandwerk, Bauwirtschaft, Baufirmen, Abbruchverband

Fast die Hälfte der Antworten aus dieser Gruppe wurde von Verbänden gegeben. Die relative Nachfrage bei den Kund:innen nach Dämmstoffen mit Umweltlabeln ist eher weniger ausgeprägt als bei allen Akteuren in Summe. Diese Gruppe hat häufiger geantwortet, keinen Dämmstofftyp als kritisch anzusehen, wobei v.a. PU, aber auch Glaswollematten, Schaumglasschotter und Schaumglasplatten verhältnismäßig als kritischer betrachtet werden als in Summe über alle Akteure. Das Ansehen eines mit einem Umweltlabel gekennzeichneten Dämmstoffs würde bei dieser Akteursgruppe auch so gut wie gar nicht steigen.

5.2.3.3 Umweltverband, Verbraucherverband

Unter dieser Akteursgruppe haben zahlenmäßig genauso viele Bauvorhaben, wenige Wissenschaftler:innen, Labelvergeber, Architekt:innen und Energieberater:innen Antworten abgegeben. Persönlich ist dieser Gruppe ein solches Umweltlabel wichtiger als allen Akteuren in Summe. Fast alle Antworten sehen mindestens eine der jeweiligen Dämmstoffe als kritisch an.

5.2.3.4 Wissenschaft, Vergabe von Labeln

In dieser Akteursgruppe handelt es sich um eine Mischgruppe, die neben Labelvergebern v.a. aus Dämmstoff-, Baustoffherstellern und Herstellerverbänden besteht. Weiterhin sind hier Bauvorhaben und Verkauf/Vertrieb vertreten, Wissenschaft hingegen nur wenig. Es finden sich hier verhältnismäßig viel Vertreter:innen synthetischer Dämmstoffe. Mit 50 % ist der Anteil der Antworten, die keinen Dämmstofftyp als kritisch ansehen, relativ größer als dies in Summe über alle Akteure der Fall ist. In dieser Gruppe würde relativ häufiger die getroffene Wahl eines Dämmstofftyps aufgrund eines Umweltlabels verändert werden. Die mit einem Umweltlabel ausgezeichneten Produkte sind in dieser Gruppe fast zur Gänze synthetische Dämmstoffe, die über das pure life Siegel (Typ II Umweltzeichen) verfügen. Bei dem pure life Siegel handelt es sich um ein Typ II Umweltzeichen, da es von der ÜGPU Qualitätsgemeinschaft Polyurethan-Hartschaum e. V. vergeben wird.

5.2.3.5 Bauauftraggebende, Planer

Hauptsächlich sind Verbände von Bauauftraggebenden und Verbraucher:innen in dieser Gruppe vertreten. Ursprünglich wurden hier Architekten- und Ingenieursverbände angeschrieben. Auffällig ist, dass in dieser Gruppe die Umweltsiegel natureplus und pure life weniger bekannt sind. Bei den Kund:innen dieser Akteure ist die Nachfrage nach Dämmstoffen mit einem Umweltlabel schwächer ausgeprägt als in Summe über alle Akteure. Das Vertrauen in Umweltlabel, die nicht durch eine Prüfung im Herstellwerk durch eine neutrale Stelle vergeben werden, ist in dieser Gruppe geringer. Fast alle Antworten sehen einen Dämmstoff als kritisch an.

5.3 Marktinteresse

5.3.1 Einflussfaktoren bei der Dämmstoffauswahl

Je nach Akteursgruppe können unterschiedliche Aspekte bei der Auswahl eines Dämmstoffs von Bedeutung bzw. am relevantesten sein. Dabei spielt auch die persönliche Einstellung zu den Themen Umwelt- und Gesundheitsschutz eine Rolle. Generell haben Planende und Beratende der Bauleute einen großen Einfluss auf die Materialauswahl bei Dämmstoffen. Dabei sind aber auch technische Randbedingungen oder Vorgaben zu Kosten seitens der Bauherr:innen zu beachten.

Nachfolgend in Tabelle 12 sind verschiedene Aspekte aufgeführt, die für verschiedene Akteursgruppen die Auswahl von Dämmstoffen beeinflussen kann, wobei die Liste nicht als abschließend zu betrachten ist.

Tabelle 12: Die Auswahl von Dämmstoffen beeinflussende Aspekte unterschiedlicher Akteursgruppen

Bauherr:innen	Planende	Ausführende Unternehmen
<ul style="list-style-type: none"> • Kosten (ggf. auch unter Berücksichtigung von erzielbaren Fördermitteln) <ul style="list-style-type: none"> ○ Investitionskosten ○ Erzielbare Energiekosteneinsparung • Energieeffizienz und Dämmwirkung • Schadstofffreiheit • Vermeidung von Schimmel • Umweltfreundlichkeit und Nachhaltigkeit • Langlebigkeit und geringer Wartungsaufwand • Schadensanfälligkeit bzw. dauerhafte Schadensfreiheit • Brandschutz • Ästhetik und Komfort • Entsorgungsaufwände/Recycling • Individuelle Erfahrungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gesetzliche Vorgaben und Normen • Technische Eigenschaften/Anforderungen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Anwendungsgebiet ○ Wärmeleitfähigkeit ○ Feuchtigkeitsverhalten ○ Druckfestigkeit ○ Brennbarkeit ○ Schallschutzanforderungen • Bauweise • Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte <ul style="list-style-type: none"> ○ Zertifikate/-zeichen ○ Ökobilanzwerte als Grundlage für Gebäude-Ökobilanzierungen ○ Recycling (Materialzusammensetzung, Additive, Schadstoffe, o.ä.) • Individuelle Erfahrungen der Planenden 	<ul style="list-style-type: none"> • Verarbeitbarkeit • Montageaufwand und Dauer • Lagerung und Transport • Sicherheitsanforderungen beim Einbau • Untergrund-/Befestigungsanforderungen • Materialverfügbarkeit und Lieferzeiten • Gesundheitsbedenkliche Substanzen • Notwendigkeit einer persönlichen Schutzausrüstung beim Einbau • Individuelle Erfahrungen

Quelle: Eigene Darstellung

Beim projektinternen Workshop (siehe Kapitel 3) wurde von den Teilnehmenden erwähnt, dass vor allem die technischen Anforderungen für die Wahl für oder gegen einen Dämmstoff entscheiden. Umweltzeichen wie der Blaue Engel haben eine untergeordnete Rolle. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass in einigen Anwendungsfällen, z. B. im Bereich der Perimeterdämmung oder im Umkehrdach, nur bestimmte Dämmstoffe aufgrund ihrer technischen Eigenschaften in Frage kommen. Aber auch Kosten, der Einfluss von Fördermitteln, die Bauweise oder individuelle Erfahrungen bei Entscheidenden oder Planenden wurden als maßgebliche Treiber für die Entscheidung für oder gegen einen Dämmstoff genannt. Wenn Planende oder Bauherr:innen

besonders auf Gesundheits- und Umweltaspekte achten und es die technischen Rahmenbedingungen zulassen, wird nach Prüfung der technischen Anforderungen ggf. ein Dämmstoff mit Umweltzeichen ausgewählt.

Dabei sollte nach Ansicht der Workshop-Teilnehmenden der Blaue Engel bei Dämmstoffen als ökologische Leitlinie dienen und Bauherr:innen / Planenden eine klare Orientierung für umweltfreundliche Entscheidungen hinsichtlich der Dämmstoffauswahl bieten. Dies kann durch die Schaffung von Transparenz mittels des Blauen Engels erreicht werden. Durch nachvollziehbare und geeignete Bewertungskriterien sollte der Blaue Engel die Nachfrage für ökologisch verträgliche Dämmstoffe und den Markt dafür fördern.

Der Fokus sollte auf drei Hauptziele gerichtet sein: eindeutige und transparente Information und Kommunikation für Endkund:innen, die Orientierung und Sicherheit im Entscheidungsprozess bieten; zuverlässige Vorbewertung, auf die Planende aber auch andere Systeme zurückgreifen können, was zu einer Erleichterung im Planungsprozess führt; gezielte Förderung bestimmter, besonders ökologischer Lösungen, um nachhaltige Baupraktiken zu unterstützen.

5.3.2 Treiber für die Auswahl eines Dämmstoffs mit Blauem Engel

Das Interesse am Blauen Engel ist bei Gebäudeeigentümer:innen, Planenden und Ausschreibenden nicht immer intrinsisch motiviert. Externe Faktoren, wie beispielsweise die geplante Beantragung von Fördermitteln oder der Erhalt eines Nachhaltigkeitslabels zu Wertsteigerungs-, Vermarktungs- und Vermietungszwecken fördern das Interesse am Blauen Engel. Teilweise mieten Unternehmen Flächen nur an, wenn das Gebäude eine bestimmte Auszeichnungsstufe einer DGNB-Zertifizierung erreicht hat. Daher wird nachfolgend kurz dargestellt, in welchen der bekannten Nachhaltigkeits-Zertifizierungssystemen (DGNB, BNB) und Förderprogrammen (KFN und BEG i. V. m. QNG, ausgewählte städtische Förderprogramme) es in Deutschland Anforderungen gibt, die als Nachweis den Blauen Engel für Dämmstoffe fordern oder in denen DE-UZ 132 oder DE-UZ 140 als Referenz genannt werden.

DGNB (inkl. EU-Taxonomie)

In den Kriterienkatalogen für die Neubau-Zertifizierung oder Sanierungs-Zertifizierung werden zwar Anforderungen an Dämmstoffe und deren Bestandteile gestellt, jedoch werden DE-UZ 132 und DE-UZ 140 in keinem Steckbrief als Nachweisdokument gefordert. In der DGNB Kriterienmatrix zum Kriterium ENV 1.2 Risiken für die lokale Umwelt beim Neubau wird jedoch das DE-UZ 132 als Nachweisdokument über die Einhaltung der Anforderung der EU-Taxonomie an VOCs und Formaldehyd für Innendämmungen (exklusive Technische Gebäudeausrüstung) aufgeführt.

BNB

Wird ein Neubau nach dem BNB zertifiziert, so werden unter gewissen Voraussetzungen das DE-UZ 132 und DE-UZ 140 als Nachweisdokumente gefordert. Dies ist z. B. der Fall, wenn beim Kriterium 1.1.6 Risiken für die lokale Umwelt die Qualitätsstufe 5 (die höchste Qualitätsstufe) erreicht werden soll. Zum einen wird nach der Übersichtstabelle aller Qualitätsanforderungen gemäß QN 1 bis 5 Zeile 36a in der Qualitätsstufe 5 (BMWSB 2017) bei den Anforderungen hinsichtlich Bioziden/gefährlichen Stoffen/halogenierten Treibmitteln und gefährlichen Einzelstoffen bei Dämmstoffen (Zeilen 36a und b) auf die beiden UZ verwiesen. Zum anderen wird als mögliches Nachweisdokument (neben anderen möglichen Nachweisdokumenten) der Blaue Engel aufgelistet.

BEG und KFN i. V. m. QNG

Das QNG stellt nach Anlage 3 Anhang 313 Anforderungen hinsichtlich der Schadstoffvermeidung in Baumaterialien (BMWSB 2023). In der Zeile 12.4 der Übersichtstabelle aller Qualitätsanforderungen an die Schadstoffvermeidung in Baumaterialien werden an die Bauproduktgruppe aus nachwachsenden Rohstoffen in Innenräumen Anforderungen hinsichtlich Borverbindungen und Bioziden gestellt. Als Regelwerk bzw. Bezugsnorm ist auch das DE-UZ 132 genannt, wobei das Umweltzeichen nicht als Nachweisdokument gefordert wird.

Förderprogramme auf städtischer Ebene für energieeffizientes Bauen und Sanieren

Neben dem Förderprogramm auf Bundesebene gibt es auf Länder- bzw. kommunaler und städtischer Ebene zusätzliche Förderprogramme, die energieeffizienten Neubau oder die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden fördern. In den Förderprogrammen der Städte Hamburg, Düsseldorf oder Berlin beispielsweise gibt es Boni, wenn Dämmstoffe eingesetzt werden, die entweder einen Blauen Engel oder ein natureplus-Siegel führen (IFB Hamburg 2024; Landeshauptstadt Düsseldorf 2023; Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin 2021). Die genannten Umweltzeichen sind dann Anforderung und Nachweis zugleich. Dabei ist anzumerken, dass die beiden genannten Umweltzeichen teilweise unterschiedliche Anforderungen an die Produkte stellen. Konkrete Anforderungen an beispielsweise die Schadstoffarmut oder an gewisse Inhaltsstoffe werden innerhalb der Förderrichtlinien nicht mit Grenzwerten o. ä. aufgeführt.

An der Stelle ist auch zu erwähnen, dass die konkreten Inhalte des Blauen Engel, z. B. welche Anwendungen vom Blauen Engel für Dämmstoffe (DE-UZ 132 und DE-UZ 140) abgedeckt werden, seitens der Förderrichtlinienersteller scheinbar nicht vollumfassend geprüft werden. So taucht beispielsweise der Blaue Engel als Anforderung für den Erhalt von Boni im Düsseldorfer Förderprogramm auch für die Flachdachdämmung auf, die aber weder von DE-UZ 132 noch in DE-UZ 140 abgedeckt wird. Dies führt zu einer Fehlleitung von Planenden, Ausschreibenden und den Gebäudeeigentümer:innen, aber andererseits zeigt es den Bedarf der Erweiterung des Produktportfolios des Blauen Engels und auch den Stellenwert des Blauen Engel als vertrauenswürdige Instrument über den Nachweis für umweltfreundliche/-verträgliche Baustoffe.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich aufgrund der Entwicklungen in den Förderrichtlinien der Fokus hin zu einer ganzheitlichen ökologischen Bewertung verschiebt. Dabei geht es nicht mehr ausschließlich um Energieeffizienz und Energiereduktion, sondern auch um die ökologische Bewertung der verbauten Materialien selbst. Dabei wird der Blaue Engel teilweise als Nachweisdokument gefordert, wenn ein sehr ambitionierter Standard oder Boni im Rahmen von Förderprogrammen angestrebt werden. Der Blaue Engel stellt ein einfaches Nachweismittel für Planende und Ausschreibende dar, die dadurch auf eine eigene inhaltlich tiefere Prüfung, z. B. der Schadstoffe in einem Dämmstoff, verzichten können. Aus diesem Grund wird nach Einschätzung der Bearbeitenden des Öfteren auf solche Umweltzeichen in der Planung und Ausschreibung zurückgegriffen.

5.4 Weitere Parameter

In diesem Kapitel werden weitere Parameter aufgezeigt, die zur Entscheidungsfindung im Rahmen einer Erweiterung des Portfolios an Dämmstoffgruppen beitragen können bzw. die hierfür diskutiert wurden.

5.4.1 Rechtliche und normative Rahmenbedingungen

Für die Entscheidungsfindung zur Erweiterung des Portfolios an Dämmstoffgruppen beim Blauen Engel sind insbesondere Diskussionen und Entwicklungen von künftigen rechtlichen und normativen Rahmenbedingungen von Bedeutung. Dies und die konkrete Ausgestaltung der Kriterien des Blauen Engels beeinflussen die Wahrnehmung des Blauen Engels auf dem Markt. Werden beispielsweise perspektivisch durch gewisse Normen oder Vorgaben Recyclinganteile oder Angaben zum GWP bei Dämmstoffen gefordert, könnte der Blaue Engel hier eine Vorreiterfunktion einnehmen, indem er diese Anforderungen in verschiedenen Kriterien bereits adressiert. So wird auch für Hersteller ein Anreiz gesetzt, den Blauen Engel für ihre Produkte anzustreben, weil damit künftige Anforderungen bereits bestätigt werden. Die aktuellen Entwicklungen rechtlicher und normativer Rahmenbedingungen wurden bereits in Kapitel 4.8 genau analysiert und werden bei der Erweiterung der Vergabekriterien in Kapitel 8 sowie bei der Überarbeitung von bestehenden Kriterien in Kapitel 7 berücksichtigt.

5.4.2 Nutzungseffizienz

Dämmstoffe erfüllen den Zweck, dass sie in der Betriebsphase eines Gebäudes Energie einsparen. Stellt man diese Energieeinsparung der Herstellungsphase eines Dämmstoffs gegenüber, so übersteigt die Einsparung den Einsatz um ein Vielfaches. Diese Eigenschaft ist neben wenigen Ausnahmen (z. B. Wärmeschutzverglasungen, o.ä.) einzigartig für Dämmstoffe. Dass die Energieeinsparungen durch Dämmstoffe in der Betriebsphase deutlich größer sind als die Aufwendungen bei der Herstellung belegen zahlreiche Studien. Als Beispiele können hier Studie „Graue Energie und Graue Emissionen von Dämmstoffen im Vergleich zum Energieeinsparpotenzial“ des FIW München (Maderspacher et al. 2021) und die Studien „Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen“ (Reinhardt et al. 2019) und „Der Gebäudebestand steht vor einer Sanierungswelle – Dämmstoffe müssen sich den Materialkreislauf erschließen“ (Reinhardt et al. 2022) des ifeu genannt werden. Das Verhältnis aus eingesparter Energie über den Lebenszyklus und grauer Energie des Dämmstoffs kann als Nutzungseffizienz bzw. energetische/ökologische Amortisationszeit bezeichnet werden. Die Studien zeigen energetische Amortisationszeiten von ca. 0,5 bis 9 Jahren auf. Die Amortisationszeiten sind damit bedeutend niedriger als die Nutzungsdauer der Dämmstoffe an Gebäuden (i.d.R. 40-50 Jahre gem. BBSR (2025)).

Maßgeblich beeinflusst wird die Nutzungseffizienz durch folgende Faktoren:

- ▶ Betrachtungszeitraum
- ▶ Ausgangszustand des Gebäudes (Energieverbrauch)
- ▶ Endzustand des Gebäudes nach der Sanierung (Energieverbrauch)
- ▶ Zugrundeliegender Energieträger in der Betriebsphase des Gebäudes
- ▶ Primärenergiefaktoren bzw. Emissionsfaktoren für die Herstellung der Materialien und für die verwendeten Energieträger für die Beheizung (und ggf. Kühlung) des Gebäudes

Die Verwendung unterschiedlicher Dämmstoffe führt gegenüber der Änderung von Energieträgern in der Betriebsphase des Gebäudes zu geringeren Änderungen im Ergebnis. Die Nutzungseffizienz veranschaulicht damit die Relevanz von Dämmstoffen und die Vorteile gegenüber anderen Baustoffen, eignet sich allerdings nicht als eigenes Betrachtungskriterium für den Vergleich von Dämmstoffen untereinander, da die größten Unterschiede durch Einflussfaktoren zustande kommen, die die Hersteller nicht beeinflussen können. Wie Dämmstoffe hinsichtlich ihrer

Umweltwirkungen unterschieden werden können, und ob dies sinnvoll und zielführend ist, wird in Kapitel 8.3 genauer untersucht.

5.4.3 Aktive Oberflächen

Aktive Oberflächen von Gebäuden, wie beispielsweise Gründächer haben viele ökologische Vorteile. Z. B. unterstützen sie den Erhalt der biologischen Artenvielfalt, sie wirken der Flächenversiegelung entgegen und sorgen für ein angenehmeres Klima durch Verdunstungseffekte. Gründächer können die Effizienz von PV-Anlagen aufgrund des kühleren Untergrunds erhöhen. Außerdem sorgen sie bei Starkregenereignissen dafür, dass Wasser zurückgehalten wird und nicht sofort abgeleitet werden muss, was Kanalsysteme entlastet. Die Dachbegrünung sorgt für eine Verlängerung der Lebensdauer der darunterliegenden Baukonstruktion, weil sie diese vor UV-Strahlung und anderen Witterungseinflüssen schützt. Für Gründächer kommen nur ausreichend druckfeste Wärmedämmstoffe in Frage. Geeignet sind PU, EPS, XPS, Schaumglas und andere druckfeste Dämmstoffe, die für den Einsatz unter einer Dachabdichtung oder im Umkehrdach in Frage kommen. Aktuell erhalten einerseits viele genannten Dämmstoffe keinen Blauen Engel. Andererseits sind die Anwendungen „DAA“ oder „DUK“ nicht durch die aktuellen Kriteriensteckbriefe für Dämmstoffe abgedeckt. Der Blaue Engel könnte durch eine Erweiterung des Produktportfolios hier aktive Oberflächen an Gebäuden unterstützen.

5.4.4 Regionalität

Ein weiterer Einflussparameter ist die Regionalität. Einerseits ist damit die regionale Produktion/Herstellung von Dämmstoffen und andererseits die Verwendung von regionalen Ressourcen in der Herstellung gemeint. Beides führt zu kurzen Transportwegen – einerseits beim Transport der Rohstoffe ins Herstellwerk (LCA-Phase A2) und andererseits beim Transport der Dämmstoffe auf die Baustelle (LCA Phase A4). Lange Transportwege in der Herstellungsphase eines Dämmstoffs wirken sich wirtschaftlich durch Transportkosten und gleichzeitig negativ auf dessen THG- und Energiebilanz aus. Die Verwendung regionaler Rohstoffe und Dämmstoffe trägt damit zu reduzierten Umweltwirkungen und Energieverbräuchen bei. Gleichzeitig werden die regionale Wertschöpfungskette und Wirtschaft gestärkt und ausgebaut. Somit hat die Verwendung von regionalen Ressourcen und Dämmstoffen nicht nur ökologische Vorteile, sondern wirkt sich auch wirtschaftlich und unter sozialen Gesichtspunkten positiv aus. Der Parameter Regionalität wirkt damit in allen drei Säulen der Nachhaltigkeit.

Aus wirtschaftlichen Gründen, streben Hersteller von Dämmstoffen in der Regel kurze Transportwege an. Auch beim Transport zu Baustellen wird seitens der Bauherr:innen und der Planenden auf die Kürze der Wege geachtet, weil bei Dämmstoffen viel Volumen und wenig Masse transportiert wird und damit bei langen Strecken enorme Kosten entstehen. Die LCA-Phase A4 (Transport zur Baustelle) können Herstellungsunternehmen nicht beeinflussen, weshalb diese nicht durch das Umweltzeichen Blauer Engel für Dämmstoffe als Vergleichskriterium von Dämmstoffen herangezogen werden sollte. Die Phase A2 (Transport von der Rohstoffbereitstellung zum Herstellwerk) können Hersteller jedoch beeinflussen, wobei der ökologische Einfluss dieser Phase im Vergleich zu den anderen Herstellungsphasen bei Dämmstoffen eine eher untergeordnete Rolle spielt (BBSR und BBR 2020). Die Unterschiede in den Umweltwirkungen über den Lebenszyklus von verschiedenen Dämmstoffen werden in Kapitel 8.2.5 konkreter behandelt. Der Parameter Regionalität wird damit zumindest für die Phase A2 indirekt abgedeckt.

5.4.5 Dauerhaftigkeit

Zum Parameter Dauerhaftigkeit sind nachfolgend einige relevante Aspekte, die derzeit noch in Bearbeitung sind, stichpunktartig festgehalten:

- ▶ Die Dauerhaftigkeit von Dämmstoffen minimiert das Abfallaufkommen und reduziert Lebenszykluskosten von Dämmstoffen
- ▶ Die Eigenschaften der Dauerhaftigkeit sind in den jeweiligen Produktnormen aufgeführt. Die Beständigkeit / Dauerhaftigkeit ist nicht an einen zeitlichen Faktor geknüpft: mit Prüfmetho- den wird versucht verschiedene Alterungsprozesse beschleunigt nachzubilden und die Pro- dukteigenschaften im Anschluss zu überprüfen.
- ▶ Die Dämmleistung und Materialstabilität von Dämmstoffen werden anhand von Prüfungen nachgewiesen. Für die Dämmstoffe, deren Wärmeleitfähigkeit bzw. deren Wärmedurchlass- widerstand sich über die Zeit aufgrund von Alterung ändert, werden die entsprechenden Werte i.d.R. für ein Zeitraum von 25 Jahren bestimmt. Der Zeitraum ist der Beschreibung des Prüfverfahrens im Anhang der jeweiligen Produktnorm zu entnehmen.
- ▶ Die tatsächliche Nutzungsdauer von Dämmstoffen an Gebäuden hängt von der korrekten Ausführung, der Lebensdauer des Gebäudes sowie der zugrundeliegenden Baukonstruktion ab (vgl. typische rechnerische Nutzungsdauern von Dämmstoffen aus BBSR (2025)).

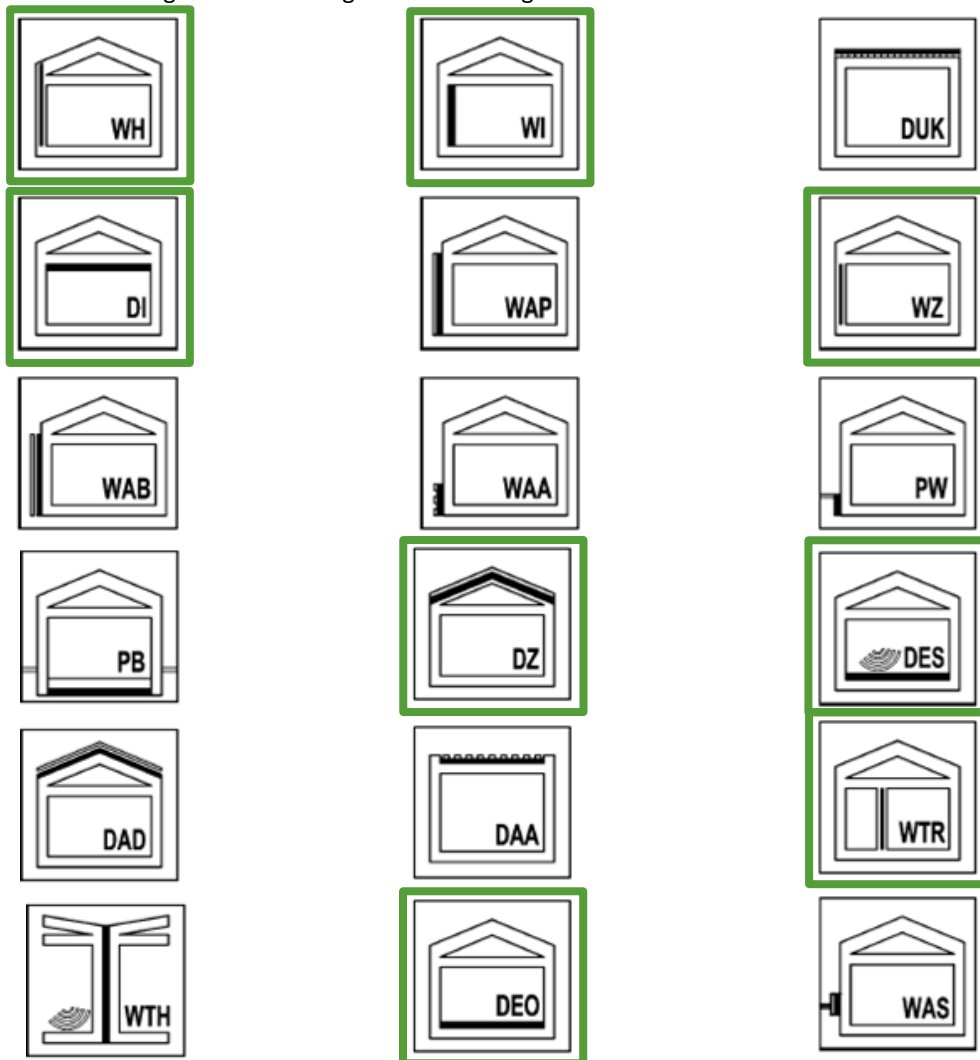
6 Blauer Engel – Struktur der Vergabekriterien

6.1 Analyse zur Struktur der Vergabekriterien und mögliche Anpassungen

Aktuell wird beim Blauen Engel im Bereich der Dämmstoffe in zwei Kataloge mit Vergabekriterien unterschieden: DE-UZ 132 für emissionsarme Dämmstoffe und Unterdecken für die Innenanwendung und DE-UZ 140 für Wärmedämmverbundsysteme (WDVS). Wie bereits beim Vergleich der Umweltzeichen beschrieben wurde (Kapitel 5.1.5), erfolgt die Gruppierung der Vergabekriterien anhand der Anwendung.

Abbildung 13: Anwendungstypen nach DIN 4108-10; markierter Geltungsbereich des DE-UZ 132 für emissionsarme Dämmstoffe und Unterdecken für die Innenanwendung

Detailliertere Erläuterung der Anwendungen siehe Anhang C



Quelle: eigene Darstellung nach DIN 4108-10

Beim DE-UZ 132 werden im Geltungsbereich die abgedeckten Anwendungstypen nach DIN 4108-10:2021-02 gelistet. Der Geltungsbereich umfasst dabei die Innenanwendungen von Dämmstoffen sowie zum Teil Anwendungen die zwischen dem Innen- und Außenbereich liegen. Eine Listung der abgedeckten Anwendungen kann Abbildung 13 entnommen werden. Dabei ist zu erkennen, dass nicht alle eingeschlossenen Anwendungen in direktem Austausch mit der Innenraumluft stehen. Zum Beispiel wird die Dämmung von zweischaligen Wänden (WZ)

typischerweise als Außenanwendung eingesetzt. Neben den Anwendungen nach Norm sind im Umweltzeichen DE-UZ 132 auch Dämmstoffe der technischen Gebäudeausrüstung oder Unterdecken abgedeckt.

Dämmstoffe, die im WDVS eingesetzt werden, sind über das DE-UZ 140 abgedeckt. Dabei wird die Anwendung im Perimeter explizit ausgeschlossen. Gleichmaßen soll über das Umweltzeichen das Gesamtsystem bewertet werden, weshalb der Katalog auch Anforderungen an die meisten Komponenten stellt, wie bspw. die Putze. Beim WDVS handelt es sich um eine Systemanwendung, diese wird nicht durch die DIN 4108-10:2021-02 abgedeckt. In den Geltungsbereich fallen Systeme mit einer der folgenden Bewertungen oder Zulassung zur Einhaltung des technischen Standards:

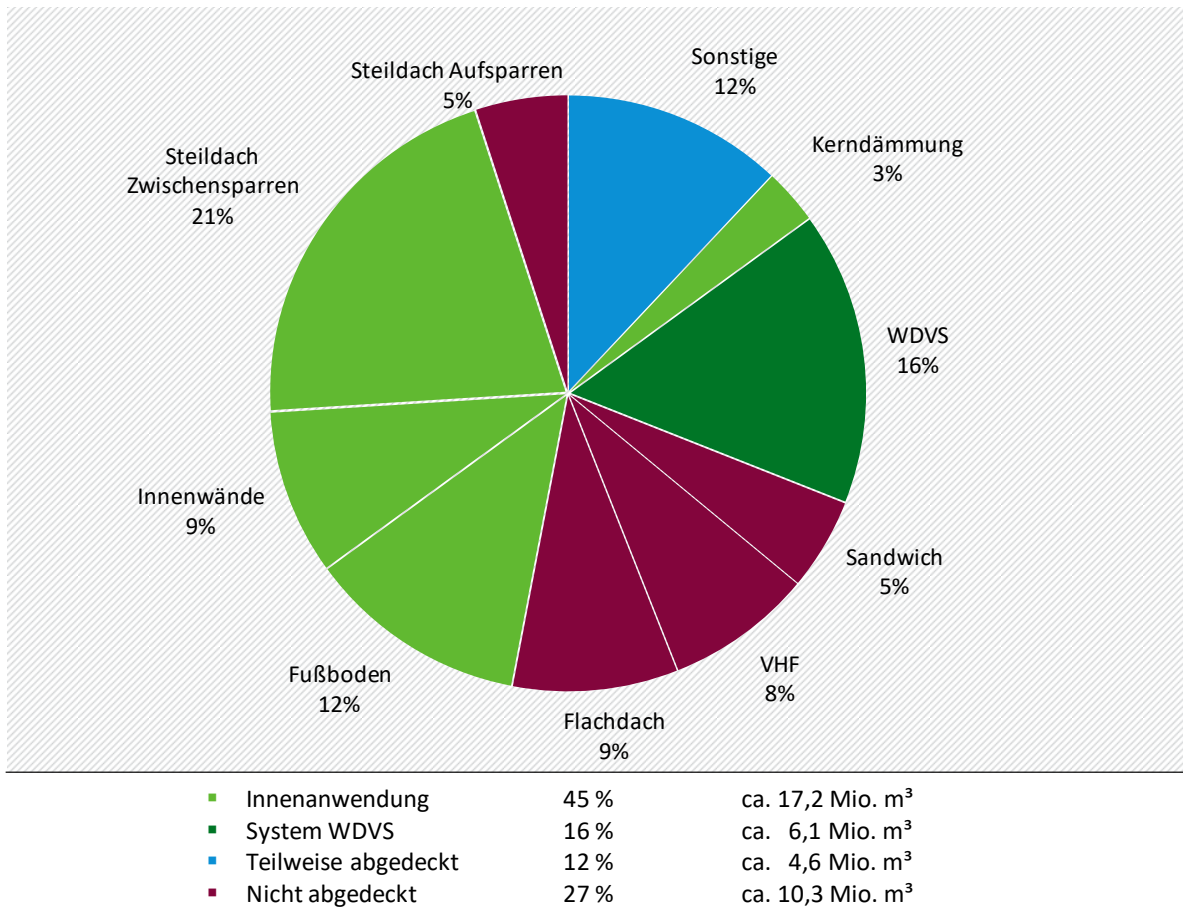
- ▶ Europäische Technische Bewertung (European, Technical Assessment, ETA) gemäß DIN 55699:2017-08.
- ▶ Europäische Technische Bewertung und eine allgemeine Bauartgenehmigung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt)
- ▶ Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung mit einer allgemeinen Bauartgenehmigung durch das DIBt

Bei Verschneidung der Verteilung der Dämmstoffe nach Anwendung aus der Marktanalyse (Kapitel 4.4.2) mit den Geltungsbereichen der DE-UZ 132 und DE-UZ 140, ergibt sich die in Abbildung 14 gezeigte Abdeckung des nationalen Dämmstoffmarktes. Dabei ist zu erkennen, dass 45 % der am deutschen Markt verwendeten Dämmstoffe durch das DE-UZ 132 abgedeckt sind. Weitere 16 % können durch die Systemanwendung WDVS mit dem DE-UZ 140 abgedeckt werden. Ein Anteil von 27 % des Dämmstoffmarkts im Hochbau, wie z. B. die Steildachdämmung oder die Flachdachdämmung, können nicht durch den Blauen Engel abgedeckt werden. Der Bereich der „Sonstigen“-Anwendungen kann lediglich zum Teil abgedeckt werden. Es ist zu erkennen, dass insbesondere Außenanwendungen im Bereich der thermischen Gebäudehülle nicht durch den Blauen Engel vertreten sind. In den Fachgesprächen mit den Dämmstoffherstellern und -Verbänden konnte festgestellt werden, dass das Marktinteresse seitens der Herstellerunternehmen an einem Blauen Engel für weitere (Außen-)Anwendungen groß ist.

Abbildung 14: Übersicht des Dämmstoffmarkts und aktuell durch den Blauen Engel abgedeckte und nicht abgedeckte Dämmstoffanwendungen

Deutschland 2021

Gesamtvolumen: 38,2 Mio.



Quelle: Eigene Darstellung nach (IC 2021)

Neben der Strukturierung von Vergabekriterien anhand der Anwendungen ist auch eine Strukturierung anhand der eingesetzten Materialien eine gängige Methode. Wie im Kapitel 5.1.5 beschrieben, gliedern sich beim Umweltzeichen von natureplus sowie beim österreichischen Umweltzeichen die Kriterienkataloge anhand der Materialien. Dabei wird z. B. in folgende Materialgruppen unterschieden: Mineralische Wärmedämmstoffe, Wärmedämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Hartschaum-Dämmstoffe aus polymeren Rohstoffen. Bei natureplus wird in den einzelnen Kategorien in weitere Subkategorien differenziert. So ergeben sich u. A. spezielle Kriterienkataloge für Hanf, Schafwolle, Kork oder Einblas- und Schütt-Dämmstoffe aus Holzfasern. Diese differenzierte Unterteilung der Vergabekriterien ermöglichen speziell auf den Dämmstoff zugeschnittene Kataloge. Eine zu detaillierte Unterteilung erschwert jedoch die Zuordnung des Produkts zum geltenden Katalog und kann die Nutzerfreundlichkeit erschweren. Bei neuartigen Materialien oder Komposit-Dämmstoffen müssen ggf. erst neue Vergabekriterien oder Grenzwerte definiert werden, bevor diese ein Umweltzeichen erhalten können. Die Vielzahl der vorliegenden Kriterienkataloge kann die Vergabe des Umweltzeichens undurchsichtig wirken lassen und die Vergleichbarkeit der Dämmstoffe untereinander erschweren, z. B. wenn abweichende Kriterien oder Grenzwerte an die verschiedenen Materialien gestellt werden. Die Lenkungswirkung kann somit innerhalb der jeweiligen Materialgruppe erzeugt werden.

Zudem wurde bei der Analyse der bestehenden Vergabekriterien festgestellt, dass bei gewissen Kriterien unterschiedliche Anforderungen an die Dämmstoffe gestellt werden. Dies kann z. B. bei den Halogenen oder den Flammschutzmitteln identifiziert werden. In Zukunft soll bei der Ausarbeitung der Vergabekriterien darauf geachtet werden, dass einheitliche Anforderungen und Grenzwerte gezogen werden und diese transparent dargestellt sind. Dies gilt auch in Bezug auf die stofflichen Anforderungen innerhalb der verschiedenen DE-UZ Kataloge.

6.2 Empfehlungen zur Struktur der Vergabekriterien

Übergeordnet wird empfohlen, die bestehende Strukturierung der Vergabekriterien anhand der Anwendungstypen fortzuführen. Eine Strukturierung nach den verwendeten Materialien wird aufgrund der reduzierten Transparenz und Vergleichbarkeit nicht empfohlen. Wie in den bestehenden Vergabekriterien erfolgen die materialbezogenen Anforderungen innerhalb der Anwendung. Kriterien die alle Anwendungsgebiete und Materialien betreffen, sollen in einem übergeordneten Bereich als allgemeine bzw. übergeordnete Kriterien gelistet werden. Ein Vorschlag zur Strukturierung der Vergabekriterien kann Abbildung 15 entnommen werden.

Aktuell werden durch den Blauen Engel nicht alle Anwendungsgebiete abgedeckt. Um die Wärmewende im Bauwesen voranzubringen ist jedoch ein ganzheitlicher Ansatz notwendig. Im Neubau sowie bei Bestandssanierungen sollen Anreize und Hilfestellungen gegeben werden, die einen energieeffizienten und nachhaltigen Gebäudebestand fördern. Demzufolge wird empfohlen, dass alle Anwendungsgebiete nach DIN 4108-10 durch den Blauen Engel repräsentiert werden sollen. Zudem bilden die Anwendung und die damit verbundenen technischen Anforderungen an den Dämmstoff die grundlegenden Parameter für die Wahl eines Dämmstoffes. Somit ist es möglich eine Lenkungswirkung innerhalb der verschiedenen Anwendungsgebiete zu schaffen. Innerhalb der Anwendungen können zusätzliche materialspezifische Anforderungen gestellt werden.

Folgender Vorschlag für die Strukturierung der Vergabekriterien wird dargelegt:

Der Kriterienkatalog für die Innenanwendung (DE-UZ 132) soll wie gehabt bestehen bleiben. Die Anwendung WZ (Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung) soll aus dem Geltungsbereich genommen und in einen neuen Kriterienkatalog überführt werden. Diese Anwendung erfolgt zwischen der tragenden Außenwand (also auf der Außenseite der tragenden Außenwand) und der Vorsatzschale, daher wird die Dämmung der Außenanwendung gegen Luft zugesprochen.

Zur Vervollständigung der Anwendungsbereiche wird die Ergänzung um folgende Anwendungsgebiete mit anwendungsspezifischen Anforderungen empfohlen:

- ▶ Außenanwendung gegen Luft mit den Anwendungen DAD, DAA, DZ, WAB, WZ, WAA, WAP, WTH
- ▶ Außenanwendung gegen Erdreich und unter der Bodenplatte, auch bei drückendem Wasser; dies entspricht der Perimeter-Anwendung und inkludiert die Anwendungen PW und PB
- ▶ Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach) mit der Anwendung DUK

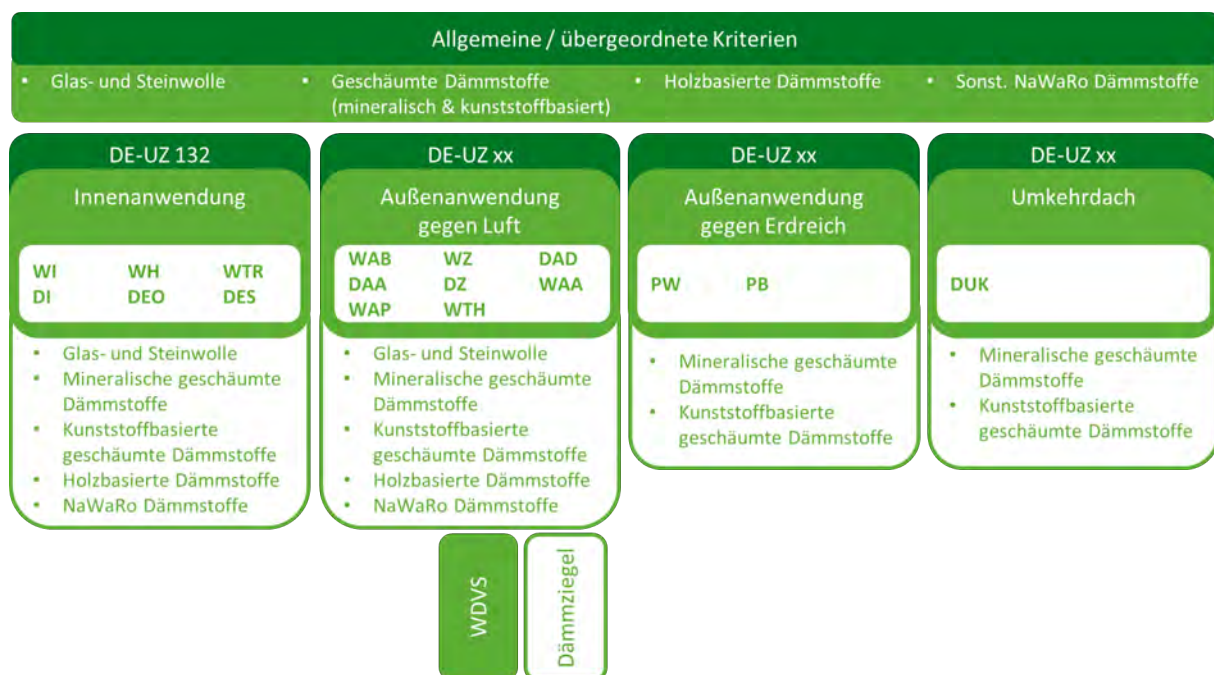
Das bestehende DE-UZ 140 für die Systemanwendung WDVS soll der Anwendung „Außenanwendung gegen Luft“ untergeordnet werden. Der im System verwendete Dämmstoff muss somit alle Anforderungen aus dem Katalog erfüllen. Erst dann ist ein Blauer Engel im System

erreichbar. Zusätzlich müssen die bestehenden Anforderungen an die weiteren Systemkomponenten, wie z. B. Putze, Verkleidungen und Deckanstriche, erfüllt werden. Diese Strukturierung hat den Vorteil, dass bei der Außenanwendung und im WDVS die gleichen Anforderungen an den Dämmstoff selbst gestellt werden und kein Abgleich zweier Kataloge notwendig ist. Zudem wird so auch die Nutzung des Umweltzeichens für den Hersteller verbessert: auf dem Dämmstoff kann das Symbol des Blauen Engels für die Außenanwendung abgedruckt werden, ohne dass eine Verwechslungsgefahr in Bezug zum System besteht. Andere Systemanwendungen oder kombinierte Dämm- und Bauprodukte wie z. B. mit Dämmstoff gefüllte Mauerziegel (Dämmziegel) oder die vorgehängte Fassade können nach dem gleichen Prinzip erweitert und einer der Anwendungstypen untergeordnet werden.

Durch die Erweiterung der Anwendungsgebiete wird eine erweiterte Lenkungswirkung innerhalb der Anwendungen des Blauen Engels erwartet. Ziel des Blauen Engels für Dämmstoffe ist die Auszeichnung von emissionsarmen, innovativen bzw. umweltverträglichen Produkten. Durch die Vergleichbarkeit der verschiedenen Materialien innerhalb eines Anwendungsgebietes kann so eine Lenkungswirkung generiert werden.

Mit den Erweiterungen der Anwendungen kann der Blauer Engel für Dämmstoffe seiner Außenwahrnehmung als ganzheitlich nutzbares Umweltzeichen gerecht werden. Auch können so Benachteiligungen bzw. Bevorzungen aufgrund der Bauweise beglichen werden. Diese Benachteiligung der Bauweise ist beispielsweise im Rahmen von Förderprogrammen zu erkennen. Wenn nur einzelne Anwendungen den Blauen Engel erhalten, werden diese aufgrund des Erhalts zusätzlicher Fördermittel präferiert eingesetzt (z. B. WDVS anstelle einer Vorhangfassade). Dadurch werden ggf. Baukonstruktionen gefördert, die aus Rückbaubarkeits- und Recyclingaspekten Nachteile aufweisen, weil sie beispielsweise verklebt sind, anstatt mit mechanischen Verbindungsmitteln verbunden. Außerdem wird im Zweifelsfall auf andere Umweltzeichen zurückgegriffen, weil diese mehrere Dämmanwendungen der thermischen Gebäudehülle abdecken.

Abbildung 15: Empfehlung zur Strukturierung der Vergabekriterien des Blauen Engels



Quelle: Eigene Darstellung

7 Blauer Engel – Bestehende Vergabekriterien und mögliche Anpassungen

Einzelne Aspekte der aktuellen Vergabekriterien des Blauen Engels DE-UZ 132 und DE-UZ 140 wurden in Fachgesprächen und im Workshop mit dem Begleitkreis thematisiert. Gleichzeitig wurde festgestellt, dass einzelne Kriterien an neue Anforderungen angepasst werden können oder in Hinblick auf ihre mögliche Lenkungswirkung angepasst werden sollten. Daher werden im Folgenden verschiedene Aspekte in Bezug auf die bestehenden Vergabekriterien beleuchtet. Im nachfolgenden Kapitel werden ausschließlich die bestehenden Vergabekriterien des Blauen Engel betrachtet. Neue Themenfelder, die zum aktuellen Zeitpunkt noch kein Kriterium in den Vergabekriterien aufweisen, werden in Kapitel 8 beschrieben.

7.1 Kriterien mit Bezug zu enthaltenen Stoffen

Für die Bewertung der Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Dämmstoffen ist die Betrachtung der zur Herstellung verwendeten und der im Produkt enthaltenen Stoffe von zentraler Bedeutung. Dabei steht insbesondere die Vermeidung gefährlicher, persistenter, bioakkumulierbarer oder toxischer Substanzen im Fokus. Die stofflichen Anforderungen dienen dazu, ein hohes Maß an Produktsicherheit sowie eine möglichst geringe Belastung für Mensch und Umwelt während Herstellung, Nutzung und Entsorgung zu gewährleisten.

Im Kriterienkatalog der UZ 132 (Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für Innenanwendungen) und UZ 140 (Wärmedämmverbundsysteme) werden konkrete Ausschlusskriterien für bestimmte Stoffe formuliert. Diese betreffen entweder konkrete Stoffeigenschaften oder Teile von Stoffgruppen, die als gesundheitlich oder ökologisch bedenklich gelten.

Im Folgenden werden bestehende Anforderungen zusammengefasst, eine neue Systematik zur Einstufung verarbeiteter Stoffe vorgeschlagen und die Relevanz einzelner Stoffklassen wie Flammschutzmittel, halogenierte Verbindungen und Biozide näher erläutert.

7.1.1 Allgemeine stoffliche Anforderungen

Die beiden aktuellen Kriterienkataloge des UZ 132 und UZ 140 enthalten allgemeine stoffliche Anforderungen. Ziel des Kriteriums ist es, dass gefährliche Stoffe ausgeschlossen werden. Es wird geregelt, welche Stoffe in den entsprechenden Produkten nicht als „konstitutionelle Bestandteile“ enthalten sein dürfen. Die ausgeschlossenen Stoffe werden über deren Eigenschaften definiert. Zur Festlegung der Eigenschaften wird auf bestehende Verordnungen und Verzeichnisse (REACH, CLP, TRGS 905) referenziert und es werden die Eigenschaften gelistet, welche zu einem Ausschluss führen. Zusätzlich werden in einer Fußnote „konstitutionelle Bestandteile“ als *„[...] Stoffe, die dem Produkt als solche oder als Bestandteil von Gemischen zugegeben werden und dort unverändert verbleiben, um bestimmte Produkteigenschaften zu erreichen oder zu beeinflussen sowie Stoffe die als chemische Spaltprodukte zur Erzielung der Produkteigenschaften erforderlich sind“* definiert. Weiter heißt es, dass auf ein Minimum reduzierte Restmonomere beispielsweise nicht darunterfallen.

Im Rahmen der durchgeführten Fachgespräche wurde Kritik an der „unscharfen“ Definition der konstitutionellen Bestandteile geäußert. Beispielsweise könnten Kleinstmengen von Katalysatoren oder anderen gezielt zur Erreichung bestimmter Produkteigenschaften eingesetzten Verbindungen, die zu einem Ausschluss führen können, seitens der Hersteller nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund soll im Folgenden eine Möglichkeit aufgezeigt werden die stofflichen Anforderungen über Grenzwerte zu regeln. Eine ähnliche Ausgestaltung des

Kriteriums findet sich im DE-UZ 45 „Mineralische Dämmstoffe“ des Österreichischen Umweltzeichens (Österreichisches Umweltzeichen 2024). Darüber hinaus werden weitere Eigenschaften gelistet, die für einen Ausschluss von Stoffen in Frage kommen.

Stoffe mit Eigenschaften, die zu einem Ausschluss führen, sollen möglichst nicht in den Produkten enthalten sein. Um den Nachweis für die Hersteller eindeutig und mit möglichst geringem Mehraufwand auszugestalten werden Grenzwerte genutzt, deren Einhaltung über Sicherheitsdatenblätter (SDS, Safety Data Sheet) nachgewiesen werden können. Die vorgeschlagenen Grenzwerte sind so gewählt, dass gemäß REACH-Verordnung entsprechende SDS ohnehin bereits erstellt wurden und vorliegen müssen bzw. auf Verlangen vorgelegt werden müssen. Die Grenzwerte gelten für alle beim Dämmstoff-Hersteller eingesetzten Roh- und Hilfsstoffe. Die Grenzwerte gelten nicht für das Endprodukt.

Tabelle 13 listet alle für einen Ausschluss eines Stoffs oder Gemischs in Frage kommende Eigenschaften/Gefahren auf. Entsprechend zugeordnet sind die Grenzwerte, ab denen der Lieferant dem Abnehmer gemäß REACH-Verordnung ein SDS vorlegen muss oder auf Verlangen vorlegen muss. Die vorgeschlagenen Grenzwerte entsprechen dem niedrigsten Wert, der mit einem SDS nachgewiesen werden kann, welches mindestens auf Verlangen vorgelegt werden muss.

Wird also ein Stoff mit Eigenschaften/Gefahren, die zu einem Ausschluss führen, in Abschnitt 3 eines SDS genannt, ist der Stoff bzw. das Gemisch nicht zulässig und eine Vergabe des Blauen Engels nicht möglich. Da es vorkommen kann, dass Stoffe bereits bei niedrigeren Konzentrationen genannt werden, muss die angegebene Konzentration mit dem Grenzwert verglichen werden. Falls die Konzentration unter dem Grenzwert liegt, ist der Stoff bzw. das Gemisch zulässig.

Für die Ausgestaltung der stofflichen Anforderungen des Kriterienkatalogs müssen Eigenschaften/Gefahren aus der Liste ausgewählt und ein Grenzwert festgelegt werden.

Tabelle 13: Eigenschaften/Gefahren mit Grenzwerten, die für einen Ausschluss eines Stoffs oder Gemischs in Frage kommen

Angabe der Grenzwerte in Gew.-%.

Einstufung	H-Satz	Gefahrenhinweis	Enthalten in UZ 132/ UZ 140	Vorschlag für Grenzwert im Rahmen der Vergabe des Blauen Engels [Gew.-%]	Konzentrationsgrenzwert ⁴ in einem Gemisch,	
					ab dem der Lieferant dem Abnehmer ein SDS auf Verlangen zur Verfügung stellen muss. [Gew.-%]	der zu einer Einstufung als gefährlich führt. Ein SDS muss zur Verfügung gestellt werden. [Gew.-%]
Karzinogene Stoffe⁵						
Kategorie 1A oder 1B	H350	Kann Krebs erzeugen	ja	≥ 0,1	-	≥ 0,1
Kategorie 1A oder 1B	H350i	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen.	ja	≥ 0,1	-	≥ 0,1
Kategorie 2	H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen	nein	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 1,0
Keimzellmutagene Stoffe⁵						
Kategorie 1A oder 1B	H340	Kann genetische Defekte verursachen	ja	≥ 0,1	-	≥ 0,1
Kategorie 2	H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen	nein	≥ 1,0	-	≥ 1,0
Reproduktionstoxische Stoffe⁵						
Kategorie 1A oder 1B	H360	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen	ja	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,3
Kategorie 1A oder 1B	H360D	Kann das Kind im Mutterleib schädigen.	ja	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,3
Kategorie 1A oder 1B	H360F	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.	ja	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,3

⁴ Gemäß CLP-Verordnung: Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, kurz CLP (Classification, Labelling and Packaging).

⁵ Gemäß REACH-Verordnung: Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 über die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe, kurz REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals).

Einstufung	H-Satz	Gefahrenhinweis	Enthalten in UZ 132/ UZ 140	Vorschlag für Grenzwert im Rahmen der Vergabe des Blauen Engels [Gew.-%]	Konzentrationsgrenzwert ⁴ in einem Gemisch,	
					ab dem der Lieferant dem Abnehmer ein <u>SDS auf Verlangen zur Verfügung stellen muss.</u> [Gew.-%]	der zu einer Einstufung als gefährlich führt. Ein <u>SDS muss zur Verfügung gestellt werden.</u> [Gew.-%]
Kategorie 1A oder 1B	H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.	ja	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,3
Kategorie 1A oder 1B	H360Df	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.	ja	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,3
Kategorie 1A oder 1B	H360Fd	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.	ja	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 0,3
Kategorie 2	H361	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen	nein	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 3,0
Kategorie 2	H361d	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.	nein	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 3,0
Kategorie 2	H361f	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.	nein	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 3,0
Kategorie 2	H361fd	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.	nein	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 3,0
Zusatzkategorie	H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.	nein	≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 3,0

Einstufung	H-Satz	Gefahrenhinweis	Enthalten in UZ 132/ UZ 140	Vorschlag für Grenzwert im Rahmen der Vergabe des Blauen Engels [Gew.-%]	Konzentrationsgrenzwert ⁴ in einem Gemisch, ab dem der Lieferant dem Abnehmer ein <u>SDS auf Verlangen zur Verfügung stellen muss.</u> [Gew.-%]	
Akut toxische Stoffe⁵						
Kategorie 1 oder 2	H300	Lebensgefahr bei Verschlucken.	ja	≥ 1,0	≥ 1,0	*
Kategorie 1 oder 2	H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt.	ja	≥ 1,0	≥ 1,0	*
Kategorie 1 oder 2	H330	Lebensgefahr bei Einatmen.	ja	≥ 1,0	≥ 1,0	*
Kategorie 3	H301	Giftig bei Verschlucken.	ja	≥ 1,0	≥ 1,0	*
Kategorie 3	H311	Giftig bei Hautkontakt.	ja	≥ 1,0	≥ 1,0	*
Kategorie 3	H331	Giftig bei Einatmen.	ja	≥ 1,0	≥ 1,0	*
Stoffe mit spezifischer Zielorgan-Toxizität⁵						
Kategorie 1	H370	Schädigt die Organe	ja	≥ 1,0	-	≥ 1,0
Kategorie 2	H371	Kann die Organe schädigen	nein	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 10
Kategorie 1	H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition	ja	≥ 1,0	-	≥ 1,0
Kategorie 2	H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition	nein	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 10
Umweltgefährdende Stoffe⁵						
Akut 1	H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.	nein	≥ 1,0	≥ 1,0	*
Chronisch 1	H410	Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.	ja	≥ 1,0	≥ 1,0	*

Einstufung	H-Satz	Gefahrenhinweis	Enthalten in UZ 132/ UZ 140	Vorschlag für Grenzwert im Rahmen der Vergabe des Blauen Engels [Gew.-%]	Konzentrationsgrenzwert ⁴ in einem Gemisch, ab dem der Lieferant dem Abnehmer ein <u>SDS auf Verlangen zur Verfügung stellen muss.</u> [Gew.-%]	
						der zu einer Einstufung als gefährlich führt. Ein <u>SDS muss zur Verfügung gestellt werden.</u> [Gew.-%]
Chronisch 2	H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.	nein	≥ 1,0	≥ 1,0	*
Die Ozonschicht schädigend	H420	Schädigt die öffentliche Gesundheit und die Umwelt durch Ozonabbau in der äußeren Atmosphäre	nein	≥ 0,1	-	≥ 0,1
Sensibilisierend⁵						
Kategorie 1 oder 1B	H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.		≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 1,0 (fest)/ ≥ 0,2 (gasförmig)
Kategorie 1A	H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.		≥ 0,01	≥ 0,01 **	≥ 0,1
Kategorie 1 oder 1B	H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.		≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 1,0
Kategorie 1A	H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.		≥ 0,01	≥ 0,01 **	≥ 0,1
Endokrine Disruptoren mit Wirkung auf die menschliche Gesundheit⁵						
Kategorie 1	EUH380	Kann beim Menschen endokrine Störungen verursachen		≥ 0,1	-	≥ 0,1
Kategorie 2	EUH381	Steht in dem Verdacht, beim Menschen endokrine Störungen zu verursachen		≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 1,0

Einstufung	H-Satz	Gefahrenhinweis	Enthalten in UZ 132/ UZ 140	Vorschlag für Grenzwert im Rahmen der Vergabe des Blauen Engels [Gew.-%]	Konzentrationsgrenzwert ⁴ in einem Gemisch, ab dem der Lieferant dem Abnehmer ein <u>SDS auf Verlangen zur Verfügung stellen muss.</u> [Gew.-%]	
Endokrine Disruptoren mit Wirkung auf die Umwelt⁵						
Kategorie 1	EUH430	Kann endokrine Störungen in der Umwelt verursachen		≥ 0,1	-	≥ 0,1
Kategorie 2	EUH431	Steht in dem Verdacht, endokrine Störungen in der Umwelt zu verursachen		≥ 0,1	≥ 0,1	≥ 1,0
Persistente Umweltschadstoffe⁵						
PBT	EUH440	Reichert sich in der Umwelt und in lebenden Organismen, einschließlich Menschen, an		≥ 0,1	-	≥ 0,1
vPvB	EUH441	Reichert sich stark in der Umwelt und in lebenden Organismen, einschließlich Menschen, an		≥ 0,1	-	≥ 0,1
PMT	EUH450	Kann langanhaltende und diffuse Verschmutzung von Wasserressourcen verursachen		≥ 0,1	-	≥ 0,1
vPvM	EUH451	Kann sehr lang anhaltende und diffuse Verschmutzung von Wasserressourcen verursachen		≥ 0,1	-	≥ 0,1
Stoffe der Kandidatenliste						
Stoff, der in die gemäß Artikel 59 Absatz 1 der REACH-Verordnung erstellte Liste aufgenommen wurde. Es gilt die Fassung der Kandidatenliste zum Zeitpunkt der			ja	≥ 0,1	≥ 0,1	***

Einstufung	H-Satz	Gefahrenhinweis	Enthalten in UZ 132/ UZ 140	Vorschlag für Grenzwert im Rahmen der Vergabe des Blauen Engels [Gew.-%]	Konzentrationsgrenzwert ⁴ in einem Gemisch, ab dem der Lieferant dem Abnehmer ein <u>SDS auf Verlangen zur Verfügung stellen muss.</u> [Gew.-%] der zu einer Einstufung als gefährlich führt. Ein <u>SDS muss zur Verfügung gestellt werden.</u> [Gew.-%]	
Antragsstellung. Die Kandidatenliste in der jeweils aktuellen Fassung findet sich unter: https://echa.europa.eu/de/candidate-list-table						
Stoffe aus dem Arbeits- und Gesundheitsschutz/Arbeitnehmerschutz⁶						
Krebserzeugend (K), Kategorie 1A, 1B und 2			1A+1B: ja, 2: nein	≥ 0,1	-	-
Keimzellmutagen (M), Kategorie 1A und 1B			ja	≥ 0,1	-	-
Keimzellmutagen (M), Kategorie 2			nein	≥ 1,0	-	-
Reproduktionstoxisch (R _F und R _D), Kategorie 1A, 1B und 2			1A+1B: ja, 2: nein	≥ 0,1	-	-

* Einstufung erfolgt nicht nur auf Basis der Konzentration.

** Ab diesem Grenzwert muss immer, nicht erst nach Verlangen, ein SDS zur Verfügung gestellt werden.

*** Einstufung erfolgt auf Basis anderer Eigenschaften des Stoffs.

⁶ TRGS 905, Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS): TRGS 905. Es gilt die bei Antragstellung aktuelle Fassung. Die TRGS führt solche CMR-Stoffe auf, die bislang nicht harmonisiert eingestuft sind bzw. bei denen der AGS zu einer abweichenden Einstufung kommt.

Stoffe mit anderen gefährlichen Eigenschaften in Konzentrationen, die zu einer Einstufung und Kennzeichnung des Fertigerzeugnisses mit einem GHS-Gefahrenpiktogramm für Gesundheits- und Umweltgefahren führen, werden ausgeschlossen.

Stoffe und Gemische, die während der Herstellung des Fertigerzeugnisses die Eigenschaften, die zu einem Ausschluss führen, verlieren, sind ausgenommen. Dazu zählen beispielsweise Monomere, die während der Herstellung ausreagieren oder alte karzinogene Mineralwolle, die eingeschmolzen wird. Der Verlust der Gefährlichkeit muss nachgewiesen bzw. Prüfnachweise eingebracht werden. Gegebenenfalls kann eine plausible Erklärung ausreichen.

7.1.2 Halogenierte organische Verbindungen

Die Kriterienkataloge des DE-UZ 132 und DE-UZ 140 schließen den Einsatz halogener organischer Verbindungen, insbesondere in Bezug auf Treibmittel und Flammschutzmittel, aus. Diese Vorgaben sind mit Blick auf Umwelt- und Gesundheitsgefahren richtig und sollten auch künftig beibehalten werden. Halogenierte Verbindungen zeichnen sich häufig durch eine hohe Persistenz, Toxizität und das Potenzial zur Bioakkumulation aus. Sie können über Jahrzehnte in der Umwelt verbleiben, sich in Organismen anreichern und erhebliche Risiken für Mensch und Tier darstellen. Die Beibehaltung der genannten Kriterien ist daher sinnvoll, um gesundheitlich unbedenkliche, recyclingfreundliche und zukunftssichere Dämmstoffe zu fördern und den Wandel hin zu einer schadstoffarmen Bauweise zu unterstützen.

Eine gezielte Ausnahme sollte jedoch für das polymere Flammschutzmittel PolyFR ermöglicht werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen halogenierten Flammschutzmitteln liegt PolyFR in hochmolekularer, polymerer Form vor und ist dadurch deutlich weniger mobil und emissionsanfällig. Wie in Kapitel 7.1.3.3 beschrieben, zeigen Studien, dass es weder bioverfügbar noch bioakkumulierbar ist und sich in der Praxis als vergleichsweise umweltverträglich erwiesen hat. PolyFR stellt somit einen sinnvollen Kompromiss zwischen funktionalem Brandschutz und Umweltverträglichkeit dar – insbesondere in Anwendungen, bei denen halogenfreie Alternativen derzeit noch keine gleichwertige Leistungsfähigkeit bieten. Die Ausnahme sollte jedoch an Grenzwerte geknüpft werden. Weitere Informationen zu PolyFR können Kapitel 7.1.3.3 entnommen werden.

7.1.3 Flammschutzmittel

Die Kriterienkataloge der DE-UZ 132 und DE-UZ 140 enthalten spezifische Kriterien für Flammschutzmittel (FSM). Im Folgenden werden zunächst Informationen zu den in Dämmstoffen eingesetzten Flammschutzmitteln zusammengetragen und abschließend eine Empfehlung für die Anpassung des Kriteriums ausgearbeitet.

7.1.3.1 Allgemeines

Der Brandschutz ist ein kritischer, sicherheitstechnischer Aspekt beim Bau von Gebäuden. Es ist daher wichtig, notwendige Maßnahmen zu ergreifen, um Bauteile und die Bewohnenden vor Gefahren zu schützen. Die Verwendung von Flammschutzmitteln in leicht brennbaren, oder der Einsatz von inhärent schwer- oder nicht entflammenden Dämmstoffen ist in dieser Hinsicht entscheidend. Dies trägt dazu bei, die Ausbreitung von Feuer und Rauch zu minimieren, die Evakuierungszeit zu verlängern und ausreichend Zeit für die Brandbekämpfung zu lassen. Der effiziente Einsatz von Flammschutzmitteln in Dämmstoffen kann das Brandverhalten erheblich verbessern, was die Sicherheit von Gebäuden erhöht und Sachschäden minimiert.

Dämmstoffe, die im Bauwesen verwendet werden, bestehen, wie bereits in Abschnitt 4.1 erwähnt, entweder aus synthetischen oder natürlichen anorganischen (mineralischen) Rohstoffen

wie Glas, Stein, Ton oder Keramik oder aus synthetischen oder natürlichen organischen Rohstoffen wie Polymeren oder natürlichen Fasern (Holz, Hanf, Wolle).

Da aus anorganischen Materialien gefertigte Dämmstoffe intrinsisch nicht entflammbar sind, werden keine zusätzlichen Flammschutzmittel für eine sichere Verwendung benötigt (siehe Tabelle 30). Dämmstoffe aus organischem Material besitzen hingegen einen hohen Anteil an Kohlenstoff, wodurch diese prinzipiell entflammbar sind und somit einen zusätzlichen Flammschutz in Form von extern zugegebenen Flammschutzmitteln benötigen. Das trifft auf Kunststoffschäume genauso zu wie auf Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.

Die in Dämmstoffen eingesetzten Flammschutzmittel lassen sich in unterschiedliche Kategorien einteilen, die durch ihre chemische Zusammensetzung definiert sind. Dazu gehören die Chlor- und Brom enthaltenden (halogenierten) Flammschutzmittel, die phosphorhaltigen (Phosphate) sowie die stickstoffhaltigen und mineralischen und metallhaltigen Flammschutzmittel wie Borax, Aluminium- und Magnesiumhydroxid.

Halogenhaltige FSM wirken in der Gasphase, indem sie durch das Abfangen der gebildeten Radikale den für die Verbrennung verantwortlichen Kettenreaktionsprozess unterbrechen. Bromierte und chlorierte FSM zeichnen sich hier als die effektivsten Vertreter aus. Halogenierte FSM sind in der Regel aliphatische oder aromatische organische Verbindungen, wobei aliphatische generell eine niedrigere Hitzebeständigkeit haben als aromatische und deshalb wesentlich effektiver sind, da sie leichter in ihre reaktiven Bestandteile bei Brand zerfallen. Durch diese niedrigere Hitzebeständigkeit, können aliphatische FSM lediglich in Kunststoffen verwendet werden, welche eine niedrigere Verarbeitungstemperatur haben, weil sie sonst bereits während des Verarbeitungsprozesses abgebaut werden könnten (Maier und Schiller 2016).

Phosphorhaltige FSM sind besonders in sauerstoffhaltigen Kunststoffen effektiv, welche bei Verbrennung zum Verkohlen neigen, wie zum Beispiel Polyurethane, Polyamide oder Epoxide. Diese Flammschutzmittel fördern die Bildung von Verkohlungen während der Pyrolyse des Polymeren, was zu einer Schutzschichtbildung auf der brennenden Polymeroberfläche führt, wodurch der Sauerstofftransport unterbrochen wird. Phosphorhaltige FSM sind von ihrer chemischen Struktur sehr breit aufgebaut und umfassen mehrere Substanzklassen wie anorganische Phosphate, Polyphosphate und deren Derivate organische Phosphate, Phosphite und Phosphonate sowie Additive mit phosphor- und stickstoffhaltigen Verbindungen wie z. B. Polyphosphazene oder Phosphoramine (Maier und Schiller 2016).

Stickstoffhaltige FSM werden nur selten allein verwendet, sondern sind in der Regel Rezepturbestandteile intumeszierender Flammschutzformulierungen, also Flammschutz, der sich bei Aktivierung im Brandfall ausdehnt und somit eine isolierende Schutzschicht bildet. Werden sie in seltenen Fällen allein verwendet, so wirken sie in der Regel kühlend und flammverdünnend durch Freisetzung stickstoffhaltiger, nicht brennbarer Gase. Zu den stickstoffhaltigen FSM gehören Isocyanurate, Melamincyanurate, die sowohl als reaktive, als auch als additive FSM verwendet werden können (Maier und Schiller 2016).

Metallhaltige FSM sind anorganische Substanzen wie Aluminium- und Magnesiumhydroxid, die im Vergleich zu den organischen FSM-Kategorien in hohen Gewichtsanteilen eingesetzt werden müssen, um eine ausreichende flammhemmende Wirkung zu entfalten. Im Brandfall zerfallen diese Hydroxide in endothermen Reaktionen unter Freisetzung von Wasser zu Aluminium- oder Magnesiumoxid. Durch den endothermen Zerfall wird das Polymer gekühlt und es bilden sich weniger Pyrolyseprodukte, das entstehende Wasser führt zu einer Verdünnung der Gasphase und die gebildeten Metalloxide bilden zusammen mit den Verkohlungsprodukten der Verbrennung eine isolierende Schutzschicht. Da sich Aluminiumhydroxid bei einer Temperatur von über 200 °C bereits zersetzt, kann dieses im Gegensatz zu Magnesiumhydroxid

(Zersetzungstemperatur 330°C) nur bei Polymeren mit Verarbeitungstemperaturen < 200°C eingesetzt werden, wie zum Beispiel Polyurethan. Dafür zeigt Aluminiumhydroxid im Vergleich eine wesentlich höhere Effektivität als Magnesiumhydroxid (Maier und Schiller 2016).

Borhaltige FSM wirken durch Bildung glasartiger Rückstände über der kondensierten Phase und verstärkende Verkohlung. Des Weiteren führen diese bei Aktivierung zu kühlenden und verdünnenden physikalischen Effekten (Maier und Schiller 2016).

Synergisten selbst wirken nicht flammhemmend, verstärken jedoch die Wirkung anderer Flammschutzmittel. Beispiele hierfür sind Antimonoxid (Sb_2O_3), welches immer in Kombination mit halogenhaltigen FSM eingesetzt wird, sowie Zinkhydroxystannat oder Calciumborat, welche die Rauchgasdichte und die Wärmefreisetzungsrate herabsetzen.

Diese unterschiedlichen Flammschutzmittelkategorien zeigen teilweise eine deutlich unterschiedliche Effektivität in ihrer flammhemmenden Wirkung weswegen sie, um im Vergleich einen ähnlichen Flammschutz zu erreichen, in unterschiedlichen Anteilen in den jeweiligen Dämmstoffen eingesetzt werden müssen. Die effektivsten sind hierbei die halogenhaltigen FSM, die im niedrigen einstelligen Gew.-% Bereich eingesetzt werden müssen, gefolgt von den Phosphaten, die in eine hohe Effektivität im niedrigen einstelligen bis niedrigen zweistelligen Gew.-% Bereich zeigen und den mineralischen Flammschutzmitteln, die teilweise mit 20-50 Gew.-% in sehr großen Anteilen dem Dämmstoff beigefügt werden müssen (siehe Tabelle 30). (Maier und Schiller 2016). Ein solch hoher Anteil an Flammschutzmittel kann sich jedoch auf den Dämmstoff selbst auswirken, da dadurch die Materialeigenschaften wie die mechanische Festigkeit oder die Bildung einer Schaumstruktur bei der Herstellung der Dämmstoffe negativ beeinflusst werden. Dies ist einer der wichtigsten Gründe, weshalb die im Gegensatz zu den vor allem halogen-, aber auch phosphorhaltigen Flammschutzmittel, ökologisch, ökonomisch und toxisch als eher unproblematischen geltenden mineralischen Flammschutzmittel nicht für alle Dämmstoffsysteme geeignet und somit nicht einsetzbar sind.

FSM können prinzipiell auf zwei Arten in die Polymermatrix inkorporiert werden, entweder als additives- oder als reaktives Flammschutzmittel.

Additive FSM werden bei der Herstellung der Polymerformulierungen beim Compoundierprozess in die Polymermatrix eingemischt und besitzen in der Kunststoffmatrix noch einen gewissen Grad an Mobilität und können theoretisch aus dem Material herausdiffundieren oder herausgewaschen werden. Diese Mobilität wird jedoch von einer Vielzahl unterschiedliche Faktoren beeinflusst und ist von Materialsystem zu Materialsystem teils sehr unterschiedlich. Zu diesen Faktoren gehört zum Beispiel die chemische Struktur des Additivs (Polarität, Molekülgröße), Wechselwirkungen zwischen Additiv und Polymer (Löslichkeit und Verteilungskoeffizient), die Polymerstruktur (Kristallinität und Morphologie), die Temperatur, externe Medien wie Feuchtigkeit und die jeweiligen Diffusionskoeffizienten (Maier und Schiller 2016).

Reaktive FSM sind im Gegensatz dazu durch chemische Reaktionen fest, kovalent an das Polymer gebunden, wodurch diese integralen Bestandteile der Polymerstruktur werden und die Matrix nicht durch Diffusion oder Migration verlassen können (Maier und Schiller 2016).

Abhängig vom verwendeten Kunststoff, den geforderten Brandklassen sowie den gewünschten thermischen, mechanischen und Verarbeitungseigenschaften und den vorgesehenen Einsatzbereichen müssen daher exakt abgestimmte Formulierungen eingesetzt werden.

Eine Auflistung der im Baubereich verwendeten Dämmstoffe sowie die in diesen Dämmstoffen typischerweise verwendeten Flammschutzmittel, Synergisten und deren Einsatzmengen sind in Tabelle 30 in Anhang D dargestellt. Eine detaillierte Besprechung hierzu soll im weiteren Verlauf der Studie erfolgen (Maier und Schiller 2016).

7.1.3.2 Verbrauchte Mengen halogenhaltiger Flammschutzmittel

Flammschutzmittel werden in allen Bereichen der Kunststoffindustrie eingesetzt in denen sich potentielle Zündquellen befinden und ein hohes Risiko hohe Sach- und vor allem Personenschäden besteht. Hierzu zählen hauptsächlich die Bereiche der Elektrik und Elektronik, der Transportbereich (Automobile, Züge, Flugzeuge) und der Gebäudebereich (Möbel, Matratzen, Dämmmaterialien, etc.). Wie bereits beschrieben, werden je nach Kunststofftyp und Anwendung unterschiedliche Arten von Flammschutzmittel verwendet. Hierzu zählen phosphorhaltige-, halogenierte (brom- und chlorhaltige FSM), anorganische (magnesium-, aluminium- und borhaltige FSM). Vor allem die halogenhaltigen Flammschutzmittel sind eher als bedenklich einzustufen, da sich einige dieser FSM, obgleich sie hocheffizient sind, durch gesundheits- und umweltgefährliche Eigenschaften sowie Persistenz auszeichnen. Manche halogenhaltige Flammschutzmittel verursachen im Brandfall korrosive oder hochgiftige Brandgase beziehungsweise Brandfolgeprodukte. Hierzu zählt beispielsweise die mögliche Dioxin- und Furanbildung aus polybromierten Diphenylethern (PBDE) (Fluthwedel und Pohle 1996). Aus diesem Grund wurde die Herstellung und Inverkehrbringung von HBCD (eines der wichtigsten bis dato verwendeten FSM für Polystyrol)-haltigen Stoffen, Gemischen und Erzeugnissen in der EU im Jahr 2016 verboten.

Trotz des teilweisen Verbotes halogenhaltiger Flammschutzmittel zeigen Marktanalysen zum globalen und europäischen Verbrauch über die letzten 20 Jahre keine signifikante prozentuale Abnahme, da diese innerhalb der Stoffgruppe ersetzt werden konnten. Demzufolge lag der Anteil halogenierter FSM (chloriert und bromiert) im Jahr 2005 (in Europa) bei ca. 27 % (UBA 2008), im Jahr 2019 (weltweit) bei 21 % (IHS Consulting 2020), im Jahr 2020 (weltweit) bei 28 % und im Jahr 2023 (weltweit) bei 25,8 % (Ceresana Market Research 2024) bei einem stetig wachsenden, derzeitigen jährlichen globalen Verbrauch von 2,3 Millionen Tonnen. Eine Aufschlüsselung der FSM nach Verbräuchen in der Dämmstoffproduktion für das Bauwesen ist anhand der vorhandenen Daten jedoch nicht möglich.

In den folgenden Kapiteln sollen für die Dämmstoffsysteme EPS/XPS, PUR, PIR sowie für Dämmstoffe aus natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen exemplarisch die wichtigsten verwendeten Flammschutzmittel und Synergisten nach ihrer chemischen Zusammensetzung und deren Eigenschaften wie Abbauprodukte (Migration im Rezyklierfall) und generelle Rezyklierbarkeit näher beleuchtet werden.

Aktuell gibt es nur wenige bis gar keine Untersuchungen die sich mit der Migration von Abbauprodukten von Flammschutzmitteln in Dämmstoffen und deren Auswirkung auf das Recycling sowie auf Menschen und Umwelt befassen. Für viele dieser Stoffe fehlen zudem Langzeituntersuchungen unter künstlicher oder natürlicher Bewitterung sowie Untersuchungen zur Migrationsfähigkeit schädlicher Substanzen, die für eine fundierte Bewertung notwendig wären. Nur in wenigen Ausnahmen liegen solche Daten vor. Insgesamt bleibt die Datenlage in diesen Bereichen sehr lückenhaft.

7.1.3.3 Flammschutzmittel in EPS/XPS Dämmstoffen

Über viele Jahrzehnte war Hexabromocyclododekan (HBCD) zusammen mit dem Synergisten für bromhaltige FSM Antimonoxid Sb_2O_3 das additive Standard FSM-System für Dämmstoffe aus Polystyrol (EPS und XPS), bis dieses Flammschutzmittel für die Produktion und das Inverkehrbringen im Jahr 2016 in der EU aufgrund gesundheitlicher und umwelttechnischer Bedenken verboten wurde. HBCD ist persistent und giftig für Wasserorganismen und zeigt sich gesundheitsschädlich in Tierversuchen, indem die Embryonal- und Säuglingsentwicklung gestört wird. Die maximal erlaubte Menge an HBCD in Produkten wurde auf 100 mg/kg beschränkt (EU 2019/1021), was das werkstoffliche Recycling von Post-Consumer Bau-EPS und XPS deutlich

erschwert. Aus diesem Grund müssen diese Dämmstoffe derzeit in der Regel thermisch verwertet werden. HBCD muss aus dem werkstofflichen Recyclingkreislauf entfernt werden.

Um Post-Consumer-EPS- und XPS-Dämmstoffe recyceln zu können, wurde der lösungsmittelbasierte CreaSolv®-Prozess entwickelt (CreaCycle GmbH). Bei diesem Verfahren wird die Polymermatrix von Zusatzstoffen wie Flammschutzmitteln getrennt, sodass das gereinigte Polymer für eine Weiterverarbeitung bereitsteht. Allerdings ist dieser Prozess derzeit noch nicht im großtechnischen Maßstab verfügbar.

Im Jahr 2019 startete das Unternehmen PolyStyreneLoop den Bau einer Demonstrationsanlage zur Anwendung des CreaSolv®-Prozesses. Diese Anlage, mit einer geplanten Kapazität von 3.300 Tonnen pro Jahr, dient dem Recycling von Polystyrol-Isolierschaum (EPS und XPS) aus dem Bausektor, der das inzwischen verbotene Flammschutzmittel HBCD enthält.

Einen innovativen Ersatz für HBCD in Styrol-basierten Dämmstoffen stellt das Flammschutzmittel PolyFR dar (Sinn et al. 2019). Hierbei handelt es sich um ein bromiertes Butadien-Styrol-Copolymer mit einem Molekulargewicht von 60.000-160.000 Da, welches als additives FSM (1-2 Gew.-%) eingesetzt wird. Im Gegensatz zu HBCD oder anderen bromhaltigen FSM wie TBBPA-Ether zeichnet sich diese Alternative durch seine positiven Eigenschaften aus. PolyFR weist keine akute Toxizität auf und zeigt eine hohe Resistenz gegenüber biologischem und chemischem Abbau. Unter üblichen Einsatzbedingungen findet daher keine Zersetzung in kleinere Moleküle statt. Als langkettiges Polymer ist PolyFR zudem fest in der Polymermatrix eingeschlossen, was die Migration innerhalb und aus der Matrix heraus stark reduziert. Obwohl PolyFR – ähnlich wie niedermolekulare Alternativen – aufgrund seiner geringen Abbaubarkeit in der Umwelt eine relative Persistenz aufweist, wird dies größtenteils durch seine extrem niedrige Migrationsneigung ausgeglichen. Die Wahrscheinlichkeit, dass PolyFR die Polymermatrix verlässt und in die Umwelt gelangt, ist daher sehr gering (Sinn et al. 2019), wodurch PolyFR zu einer wichtigen Alternative für HBCD oder TBBPA-Ether wird. Wie bei allen bromhaltigen FSM entstehen jedoch auch bei PolyFR unter anderem toxische Rauchgase.

Obwohl PolyFR chemisch und biologisch sehr stabil ist, zeigten Untersuchungen, dass intensive UV-Strahlung sowie eine langzeitige Wärmeeinwirkung (36 Wochen bei 60 °C) zur Bildung von Abbauprodukten führen. Dazu zählen zum Beispiel 5-Bromosalicylsäure (CAS No. 89-55-4), 2,4,6-Tribromo-3-hydroxybenzoesäure (CAS No. 14348-40-4), 3,5-Dibromo-4-hydroxybenzoesäure (CAS No. 3337-62-0) und 2,4,6-Tribromophenol (CAS No. 118-79-6). Während der Verwendung treten solche Bedingungen in der Regel nicht auf, jedoch ist die Bildung dieser Substanzen in all jenen Ländern in Betracht zu ziehen, in denen die Deponierung von Schaumstoffen zulässig ist, wenngleich die Ergebnisse darauf hindeuten, dass die akute Toxizität der Abbauprodukte gegenüber Wasserorganismen eher begrenzt ist oder gar nicht auftritt (Koch et al. 2019).

Der Stoff beeinflusst die Rezyklierbarkeit der Dämmstoffe nach aktuellem Wissensstand nicht.

7.1.3.4 Flammschutzmittel in PUR- und PIR-Dämmstoffen

Sowohl für Polyurethan-, als auch für Polyisocyanurat- Dämmstoffe findet eine breite Palette an FSM-Verwendung, welche dadurch die Brandklasse B2 erreichen. Den größten Anteil stellen phosphathaltige Flammschutzmittel dar. Diese weisen aufgrund der sauerstoffreicheren Polymermatrix im Vergleich zu anderen Polymeren wie EPS eine wesentlich höhere Effektivität auf, da der höhere Sauerstoffgehalt die Bildung von Verkohlungs-schichten durch die Phosphate fördert. Aufgrund dieser Schichten wird dann im Brandfall die Sauerstoffdiffusion in die Pyrolysezone verhindert. Einige der wichtigsten Vertreter sind Ammoniumpolyphosphat (APP), oder der oligomere Alkylphosphatester Levagard 2000. Da diese verwendeten Phosphate eine hohe Zersetzungstemperatur haben, eignen sie sich hervorragend für die Verarbeitung in PIR- und PU-

Dämmstoffen. Ammoniumpolyphosphat zeichnet sich durch eine höhere Stabilität als Ammoniumphosphat aus und während der sachgemäßen Verwendung ist von keiner messbaren Gefahr für Mensch und Umwelt auszugehen (Leisewitz et al. 2001). Gelangt APP während der Produktion oder der Deponierung der Post-Consumer-Dämmstoffe jedoch in die Umwelt, so zersetzt sich dieses zügig in Ammoniak und Phosphat, was gegebenenfalls zur Gefährdung vor allem von Wasserorganismen führen kann.

Der oligomere Alkylpolyester Levagard 2000 ist zwar kein reaktives Flammschutzmittel, jedoch ist die Diffusionsfähigkeit und somit die Neigung zur Emission aus den Dämmschäumen durch die oligomere Struktur drastisch eingeschränkt und es sind somit kaum oder keine Emissionen zu erwarten (Lanxess 2019).

Aufgrund der hohen Temperaturstabilität der Phosphate wird davon ausgegangen, dass die Rezyklierbarkeit der PUR- oder PIR-Dämmschäume nach Gebrauch basierend auf den Flammschutzmitteln ohne weiteres möglich ist, jedoch fehlen dazu detaillierte Studien, die dieses einwandfrei belegen.

Eine mögliche bromhaltige Alternative zu den phosphorhaltigen FSM stellt für PUR- und PIR-Dämmstoffe Tetrabromphthaldiol (PHT4-Diol) dar. Hierbei handelt es sich um ein reaktives Flammschutzmittel, welches bei der Produktion der Dämmstoffe mit der Polymermatrix reagiert und somit nicht aus der Matrix in die Umwelt migrieren kann. Eine Freisetzung in die Umwelt während und nach Verwendung der Dämmstoffe wird daher als sehr unwahrscheinlich gesehen (Lanxess 2017). Durch hohe chemische Stabilität ist PHT4-Diol zwar persistent, jedoch ermöglicht diese eine Rezyklierbarkeit von Post-Consumer Dämmstoffen aus PUR und PIR.

7.1.3.5 Flammschutzmittel in mineralischen Dämmstoffen und Dämmstoffen aus natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen

Da es sich bei natürlichen mineralischen Dämmstoffen, wie beispielsweise Steinwolle, Blähglas oder Mineralwolle um anorganische Materialien handelt, die inhärent nicht brennbar sind, werden für diese Dämmstoffe keinerlei Flammschutzmittel eingesetzt. Alle diese Dämmstoffe werden demnach in die Brandklasse A1 eingruppiert. Eine prinzipielle Rezyklierbarkeit dieser Materialien aufgrund fehlender Flammschutzmittel ist demnach gegeben.

Im Gegensatz dazu, sind die meisten naturfaserbasierten Dämmstoffe wie Holzwolle, Kork, Holzfasern, Cellulose, Baumwolle, Stroh, Schilf, Hanf- und Flachsfasern normal entflammbar mit der Brandschutzklasse B2 und je nach Dämmkonzept müssen diesen Dämmstoffen entsprechende Flammschutzmittel beigemischt werden. Als FSM werden diesen Dämmstoffen entweder Natriumborat/Borsäure (ca. 8-15 Gew. %), Natriumcarbonat (ca. 3-5 Gew. %) oder Ammoniumphosphat (ca. 1-10 Gew. %) zugesetzt.

Nach aktueller Einschätzung der europäischen Chemikalienagentur (ECHA) und der Europäischen Kommission gelten Borsäure und Borax als reproduktionstoxisch und wurden bereits im Jahr 2010 als besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC – Substances of Very High Concern) eingestuft (ECHA 2010). Diese Einstufung basiert auf der nachgewiesenen toxischen Wirkung auf die Fortpflanzung, insbesondere bei wiederholter Exposition. Gemische, die mehr als 0,3 % dieser Stoffe enthalten, müssen seit Dezember 2022 entsprechend gekennzeichnet werden und dürfen nicht mehr an Verbraucher abgegeben werden (EU 2021/849; WOTech GbR 2021).

Trotz dieser Einstufung wird die Anwendung von Boraten wie Natriumborat (Borax) als Flammschutzmittel unter bestimmten Bedingungen weiterhin als technisch sinnvoll und ökologisch vertretbar eingeschätzt. Wesentlich für diese Bewertung ist, dass Borate kaum flüchtig sind und unter normalen Nutzungsbedingungen nicht in die Innenraumluft oder den Hausstaub migrieren. Untersuchungen zeigen, dass bei fachgerechtem Einbau borhaltiger Dämmstoffe, wie z. B.

Zelluloseflocken, selbst unter worst-case-Bedingungen die Grenzwerte für Bor im Gesamtstaub deutlich unterschritten werden. Allerdings fehlen weiterhin umfassende Studien zur langfristigen Innenraumbelastung in Gebäuden mit borhaltigen Dämmstoffen (Maier und Schiller 2016).

In Kontakt mit Wasser zerfällt Borax in Borsäure und Natriumhydroxid. Borsäure wiederum zerfällt bei erhöhter Temperatur (ab 171 °C) in Metaborsäure (HBO₂) und Wasser. Die entstehenden Abbauprodukte sind ebenfalls toxikologisch relevant, insbesondere im Hinblick auf die Reproduktionstoxizität. Dennoch ist unter normalen Nutzungsbedingungen nicht mit einem signifikanten Abbau oder einer Migration dieser Stoffe aus Dämmmaterialien zu rechnen. Aus diesem Grund wird das Recycling borhaltiger Dämmstoffe prinzipiell als möglich eingeschätzt, auch wenn detaillierte Untersuchungen zur Quantifizierung des Abbaus und zur Freisetzung der Abbauprodukte bislang fehlen (Maier und Schiller 2016).

Die Verwendung von Boraten als Flammschutzmittel bleibt somit ein Abwägungsprozess zwischen technischer Wirksamkeit und gesundheitlicher sowie ökologischer Verantwortung. Eine sorgfältige Bewertung der Expositionspfade, insbesondere bei Verarbeitung und Rückbau, ist unerlässlich (Maier und Schiller 2016).

Ammoniumphosphat als Flammschutzmittel wird in Hanf-, Flachsfasern sowie in Cellulosedämmungen eingesetzt in Anteilen zwischen 1 bis 10 Gew.-%. Das weiße Pulver ist gut in Wasser löslich und zersetzt sich bei über 100 °C in Ammoniak und Phosphorsäure, welche potentiell ätzende Verbindungen darstellen. Unterhalb der Zersetzungstemperatur ist das FSM jedoch stabil. Derzeit sind keine Studien bekannt, die die Zersetzung von Ammoniumphosphat während ihrer Einsatzzeit und des Recyclings in den Dämmmaterialien quantifizieren. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Dämmungen während ihrer Anwendung nicht über die Zersetzungstemperatur von 100 °C erhitzt werden, weswegen ein Zerfall des FSM eher unwahrscheinlich ist. Die Recyclingfähigkeit des Dämmstoffes aufgrund des FSM wird daher prinzipiell als gegeben eingeschätzt (Maier und Schiller 2016).

Die verfügbaren Informationen deuten darauf hin, dass es durchaus Überschneidungen zwischen den verschiedenen Flammschutzmitteln in den Dämmstoffen gibt, in denen sie eingesetzt werden. Infolgedessen ist bei additiven Flammschutzmitteln im Allgemeinen ein hohes Maß an Austauschbarkeit zu erwarten: zwischen den verschiedenen bekannten oder potenziell gefährlichen Flammschutzmitteln, aber auch mit solchen ohne oder mit geringer Gefahr (bekannt oder potenziell). Für viele Kunststoffe für Dämmmaterialien können für die gefährlichsten Flammschutzmittel weniger gefährliche Alternativen zur Verfügung stehen, die zu einer geringeren Exposition führen (z. B. größere Oligomere oder reaktive Flammschutzmittel), oder es können alternative Materialien (zum Beispiel anorganische Dämmstoffe wie Steinwolle) gewählt werden, die einen geringeren oder keinen Flammschutz erfordern oder die Verwendung von reaktiven Flammschutzmitteln ermöglichen, die nicht gefährlich sind oder eine geringere Exposition mit sich bringen können (zum Beispiel PolyFR).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass nach aktuellem Wissensstand und basierend auf den verfügbaren Informationen die Möglichkeit des chemischen oder werkstofflichen Recyclings von Dämmstoffen nach ihrem Gebrauch im Wesentlichen nicht signifikant durch die eingesetzten Flammschutzmittel selbst beeinträchtigt wird. Diese sind in der Regel stabil und haben für die potenziellen Recyclingprozessen selbst nur eine untergeordnete Bedeutung. Allerdings können, bedingt durch ungenügendes Labelling der Inhaltstoffe in den Dämmstoffen, die spezifischen eingesetzten Flammschutzmittel nicht ohne weiteres identifiziert werden, was ein sortenreines Recycling und eine entsprechende Kategorisierung des Rezyklates erschwert (Page et al. 2023). Dies ist wichtig, um zu verhindern, dass mit kritischen Flammschutzmitteln versetzte Dämmstoffrezyklate unangemessener Weise in dafür nicht vorgesehene Anwendungen

eingesetzt werden (Strakova et al. 2018). Es ist jedoch anzumerken, dass die wissenschaftliche Datenlage in diesem Bereich bislang begrenzt ist.

7.1.3.6 Kriterium

Das bisherige Kriterium zu Flammschutzmitteln in den Kriterienkatalogen der DE-UZ 132 und DE-UZ 140 schließt den Einsatz bestimmter problematischer Stoffgruppen aus. Dazu zählen persistente, bioakkumulierbare und toxische Stoffe (PBT-Stoffe) sowie sehr persistente und sehr bioakkumulierbare Stoffe (vPvB-Stoffe). Zusätzlich werden halogenierte organische Verbindungen ausgeschlossen. Diese inhaltlichen Anforderungen sollten grundsätzlich beibehalten werden. Allerdings lassen sich die Inhalte unter Umständen durch andere bestehende Kriterien abdecken. So kann beispielsweise der generelle Ausschluss von PBT- und vPvB-Stoffen über die allgemeinen stofflichen Anforderungen erfolgen. Ebenso kann ein separates Kriterium, das den Ausschluss halogener organischer Verbindungen regelt, die Anforderungen des bisherigen Flammschutzmittel-Kriteriums übernehmen. Auf diese Weise kann eine thematische Doppelung vermieden und die Struktur der Kriterien klarer gestaltet werden.

Eine gezielte Ausnahme sollte jedoch für das bromierte polymere Flammschutzmittel PolyFR ermöglicht werden.

7.1.4 Biozide

In Dämmstoffen aus Naturmaterialien werden zum Schutz gegen Schädlinge und Schimmel teilweise Biozide oder andere Zusätze eingesetzt, wobei sich die Stoffe je nach Material deutlich unterscheiden.

Da Schafwolle anfällig für Mottenbefall ist, wurde sie lange Zeit mit Natriumborat behandelt, das zusätzlich eine flammhemmende Wirkung besitzt. Wegen der Einstufung von Boraten als reproduktionstoxisch und des möglichen Auswaschens wird diese Behandlung heute kaum noch eingesetzt. Zwischenzeitlich kamen auch andere Mittel wie Sulcofuron (Mitin FF) oder Thorlan IW zum Einsatz, die jedoch keine europäische Zulassung mehr besitzen. In einigen Fällen wird daher Permethrin verwendet, obwohl es aus Sicht ökologischer Baustoffe als problematisch gilt. Als nachhaltige Alternative bietet beispielsweise ein Hersteller von Dämmstoffen aus Schafwolle eine biozidfreie Plasma-Ionen-Behandlung (Ionic Protect®) an, die die Wolle dauerhaft vor Insekten schützt (Greenhouse Media GmbH 2024).

Hanf als pflanzlicher Dämmstoff ist von Natur aus weniger anfällig gegenüber Insekten, benötigt aber einen gewissen Schutz gegen Schimmelbildung und zur Verbesserung der Brandsicherheit. Hier wurden üblicherweise Borsalze verwendet, die fungizid und brandhemmend wirken. Alternativ oder ergänzend kommen Ammoniumpolyphosphate zum Einsatz, die jedoch ebenfalls vor allem den Brandschutz verbessern (Heß 2020; Hochhardt 2021).

Bei Zellulosedämmung, die meist in Form von Einblasdämmung eingesetzt wird, besteht vor allem ein Risiko durch Feuchtigkeit und Brand. Deshalb wurde Zellulose in der Regel mit Borsalzen behandelt, die sowohl als Fungizid gegen Schimmel als auch als Brandschutzmittel dienen. Inzwischen werden – da Borate als reproduktionstoxisch eingestuft wurden – vermehrt Ammoniumphosphate verwendet, die denselben Zweck erfüllen (BBSR et al. 2025).

Biozide bzw. biozid wirkende Stoffe können durch Auswaschung in die Umwelt gelangen und dort toxisch auf aquatische Organismen wirken. Auch in Kläranlagen können sie das biologische Gleichgewicht stören (Fuchs et al. 2020).

Die Datenlage zu Art und Menge der eingesetzten Biozide in Dämmstoffen ist insgesamt lückenhaft. Eine vollständige Erfassung war im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Öffentliche Daten

zu Konzentration und Verwendungszweck biozider Substanzen sind fragmentarisch und oft nicht systematisch erfasst. Infolge dieser unvollständigen Datenlage ist eine belastbare Bewertung der potenziellen Umwelt- und Gesundheitswirkungen nicht möglich.

Vor diesem Hintergrund erscheint es aus vorsorgeorientierter Sicht geboten, dass das Umweltzeichen Blauer Engel weiterhin konsequent den Einsatz biozider Wirkstoffe in Dämmstoffen ausschließt.

7.2 Umweltproduktdeklaration (EPD) (DE-UZ 140)

Das Kriterium zur Umweltproduktdeklaration/Ökobilanzparameter, das aktuell in DE-UZ 140 vorhanden ist, soll deutlich weiterentwickelt und auf alle Anwendungsbereiche ausgeweitet werden. Es wird ausführlich in Kapitel 8.3 beschrieben.

7.3 Anforderungen an den Wärmeschutz (DE-UZ 140)

Im DE-UZ 140 wird für den Dämmstoff im zertifizierten Wärmedämmverbundsystem ein R-Wert von $4,0 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ gefordert. Diese Anforderung stellt sicher, dass nur jene Systeme, die eine Mindestqualität an den Wärmeschutz sicherstellen den Blauen Engel erhalten können. Bei gleicher Wärmeleitfähigkeit bedeutet das den Ausschluss zu geringer Dämmstoffstärken. Das Kriterium kann jedoch nicht den Wärmedurchgangswiderstand einer gesamten Konstruktion bewerten, welche stark vom bestehenden Wandbildner abhängt. Beispielsweise ist in einer mit WDVS gedämmten Holzständerwand bereits die Dämmung innerhalb der Ständer nicht nur wirksam, sondern trägt auch einen großen Teil zum R-Wert der Gesamtkonstruktion bei. Genauso haben im Sanierungsfall die ersten Zentimeter Dämmung auf einer Bestandswand die größte Wirkung auf die Wärmeverluste und meist ist daher auch bei begrenzter Platzverfügbarkeit eine Dämmung sinnvoll. Auch im Falle von Aufdopplungen auf ein bestehendes WDVS, d.h. bei Erhalt der bestehenden Dämmung sind geringere Dämmstärken für das Neumaterial erforderlich. Der Erhalt stellt dabei gleichzeitig die ökologisch beste Möglichkeit dar. Aus diesen Gründen, und da die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Schichten bauphysikalische Änderungen im Bauteil erzeugt, ist der R-Wert üblicherweise eine Bauteilanforderung und keine Produkthanforderung.

Um konkrete Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäudehülle zu erfüllen, die beispielsweise aus dem Gebäudeenergiegesetz GEG oder spezifischen Förderungen wie BEG resultieren, kann daher auch eine geringere, oder höhere, Dämmung ausreichend bzw. erforderlich sein. Das Kriterium wird daher im Markt für die Effizienz der Gebäudehülle als wenig relevant eingeschätzt.

Eine dickenunabhängige und daher rein auf den Dämmstoff bezogene Anforderung an die Wärmeleitfähigkeit könnte die Anforderung an den R-Wert ersetzen. Diese würde den Anwendungsbereich des Umweltzeichens verdeutlichen. Davon unabhängig ist, dass bereits über den Anwendungsbereich nur Produkte die als Dämmstoffe gelten (und an die entsprechend der jeweiligen Produktnorm Anforderungen an die Wärmeleitfähigkeit gestellt werden) den Blauen Engel erhalten können. Dieses Vorgehen ist weiterhin zwingend erforderlich, um Fehlzuordnungen zu verhindern. Für einen Grenzwert wird die Wärmeleitfähigkeit von $\leq 0,1 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ für den Nennwert der Wärmeleitfähigkeit vorgeschlagen. Dieser wird aus der DIN EN 4108-4 abgeleitet, dort werden Dämmstoffe in Tabelle 2 zur Zuordnung der Nenn- und Bemessungswerte gelistet. Der höchste genannte Nennwert (abgesehen von Teilkomponenten wie Zuschlagstoffen oder Deckschichten) ist für Holzwolle-Platten (WW) mit $0,1 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ festgesetzt.

7.4 Innenraumluftqualität (DE-UZ 132)

Materialien, die unter den Anwendungsbereich des Umweltzeichens DE-UZ 132 fallen, müssen zum Erhalt des Blauen Engels, entsprechend des Titels der Vergabekriterien, „emissionsarm“ sein. In der Vergabekriterien wird dazu das Kriterium Innenraumluftqualität (Punkt 3.2.1 im DE-UZ 132) definiert, welches auf Produktebene konkrete Grenzwerte für einzelne Substanzen setzt.

Für die Wirkung auf den Menschen ist die Stoffkonzentration im Raum entscheidend. Dabei kombinieren sich die Emissionen verschiedenster Bauprodukte und weiterer Emittenten. Zur Einordnung gesundheitlicher Auswirkungen leicht flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC) hatte die Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der IRK/AOL Leitwerte für die Gesamtkonzentration der in der Innenraumluft entwickelt (Stand 2007). Sie beschreiben Konzentrationsbereiche mit einer hygienischen Bewertung (UBA 2025a). Diese Bewertung wurde 2025 mit der Bekanntmachung „Bewertung von chemischen Innenraumluftverunreinigungen auf Grundlage von Messergebnissen“ durch einen Richtwert ersetzt, welcher die Einordnung der TVOC-Konzentration im Vergleich zu repräsentativ untersuchten Räumen ermöglicht. Für die darüber hinaus gehende gesundheitliche Bewertung der Stoffkonzentration wird dabei auf die Einzelstoffbetrachtung verwiesen. Die konkrete Bewertung der Abgabe von Luftschadstoffen auf Produktebene, z.B. durch den Blauen Engel, kann einen Beitrag dazu leisten, dass der Richtwert auf Raumebene unterschritten wird. Dazu können gesetzliche Anforderungen sowie die Einhaltung freiwilliger Grenzwerte als ein Werkzeug eingesetzt werden.

Neben den Leitwerten für TVOC wurden durch den Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR) Vorsorge- sowie Gefahrenrichtwerte zu einzelnen Schadstoffen definiert. Diese Werte sind toxikologisch begründet. Unter anderem werden hier Grenzwerte für Formaldehyd und Acetaldehyd genannt, welche auch im Blauen Engel DE-UZ 132 adressiert und produktbezogen begrenzt werden.

Das im DE-UZ 132 beschriebene Vorgehen zur Begrenzung von Emissionen aus Bauprodukten ist angelehnt an Regelungen der MVV TB, die verpflichtend für einzelne Produkte im Innenraum eine Prüfung und Bewertung der Emissionen fordert. Entsprechend dem Anhang 8 Punkt 2.21 MVV TB ist, neben weiteren Produktgruppen, in Überschneidung mit dem Anwendungsbereich des DE-UZ 132, eine Bewertung der Emissionen nötig für:

- ▶ Dämmstoffe (Phenolharzschaume und UF-Ortschaume)
- ▶ Dekorative Wandbekleidungen und dickschichtige Wandbeschichtungen auf Kunststoffbasis
- ▶ Deckenverkleidungen und Deckenkonstruktionen auf Kunststoffbasis

Der MVV TB liegen zur Bewertung der zulässigen Konzentrationen Beurteilungskriterien des Ausschusses zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB-Bewertungsschema) zu Grunde. Diese berücksichtigen eine mögliche Exposition über das gesamte Leben eines Menschen und geht zur Bewertung unterschiedlicher Emittenten von der Wirkungsaddition aus (Abs. 1 und Abs. 2 AgBB). Dabei dienen insbesondere die TVOC-Grenzwerte dazu „mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Gefahren auszuschließen“ (Abs. 2 AgBB).

Die Anforderungen des AgBB-Bewertungsschemas bilden die Basis für die Anforderungen im Blauen Engel DE-UZ 132. Jedoch unterscheiden sie sich teilweise in Bezug auf die Prüfbedingungen und zulässigen Maximalkonzentrationen. Im DE-UZ 132 werden die Summe organischer Verbindungen (VOC ohne NIK, TVOC und TSVOC, R-Wert), Essigsäure, karzinogene Stoffe (entsprechend CLP-Verordnung), sowie Formaldehyd und Acetaldehyd betrachtet. Die Grenzwerte,

die das Kriterium Innenraumluftqualität festlegt, unterschreiten die AgBB-Grenzwerte deutlich (siehe Tabelle). Der Blaue Engel ermöglicht so die Kennzeichnung von geringer emittierenden Produkten und hat somit eine stärkere Vorsorgewirkung. Mit dem Umweltzeichen können mögliche Gefahren für die Gesundheit minimiert werden und Produkte mit niedrigen Emissionen werden herausgestellt. Dabei wird keine quantitative Aussage zur erzielten Gefahrenreduktion getätigt.

Es wird festgestellt, dass der produktbezogene Grenzwert des DE-UZ 132 (TVOC nach 28 Tagen $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) bei definierter Beladung und Prüfdauer, deutlich unter dem Referenzwert des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR) für Räume ($950 \mu\text{g}/\text{m}^3$) liegt. Dieser Vergleich vernachlässigt die tatsächliche Beladung und Lüftung des Raums sowie zusätzlich auftretende oder andersartige Belastung im Raum durch andere Bauprodukte, Gegenstände oder Personen. Daher kann keine konkrete Schlussfolgerung aus dem Vergleich der produktbezogenen Grenzwerte unter Prüfandbedingungen und raumbezogenen im realen Umfeld gemessenen Werten gezogen werden. Gleichzeitig wird deutlich, dass der Wert darauf abzielt, dass die Anforderungen an die Raumluftqualität eingehalten bzw. unterschritten werden.

Die konkrete Festlegung der beim Kriterium des Blauen Engels vorliegenden produktbezogenen Grenzwerte basiert laut Mitteilung des Umweltbundesamtes auf der Empfehlung einer ersten Entwurfsfassung des AgBBs. Dort wurden zwei Niveaus festgelegt, wobei der Blaue Engel die höheren Anforderungen übernommen hat. Mit der Festlegung, die über die Mindeststandards hinaus geht, kann somit eine Lenkungswirkung erzielt werden.

Tabelle 14: Übersicht über Grenzwerte des DE-UZ 132 und AgBB-Bewertungsschemas zu VOC

	DE-UZ 132 (V6)	AgBB-Schema (2021)
Summe der organischen Verbindungen im Retentionsbereich C6 - C16 (TVOC)	$\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 1,0 \text{ mg}/\text{m}^3$
Summe der organischen Verbindungen im Retentionsbereich C16 (17) - C22 (TSVOC)	ohne NIK: $\leq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit NIK: $\leq 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$
Essigsäure	$\leq 140 \mu\text{g}/\text{m}^3$	NA* NIK: $1200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
C-Stoffe (krebserzeugende Stoffe)	$\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je Einzelwert	$\leq 0,001 \text{ mg}/\text{m}^3$ je Einzelwert
Summe VOC ohne NIK	$\leq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$\leq 0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$
R-Wert	≤ 1	≤ 1
Formaldehyd	$\leq 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$	NA* NIK: $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Acetaldehyd	$\leq 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	NA* NIK: $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Prüfungsrandbedingung	DIN EN 16516	DIN EN 16516
Beladung	Max. $1,0 \text{ m}^2/\text{m}^3$	Max. $1,8 \text{ m}^2/\text{m}^3$

*u.a. diese Stoffe werden bei der Berechnung des R-Werts mit einbezogen und müssen damit unter dem NIK-Wert liegen.
Quelle: Eigene Darstellung

Der Nachweis erfolgt über die Prüfung nach DIN EN 16516:2020-10., sodass bei festgelegten Randbedingungen die Luftkonzentrationen in der Prüfkammer nach 28 Tagen bewertet werden kann. Die Ergebnisse der Prüfung sind aufgrund ihrer Standardisierung und weiten Verbreitung dazu geeignet Grenzwerte zu entwickeln und die Einhaltung nachzuweisen.

Aktuell ist davon auszugehen, dass im DE-UZ 132 über das Kriterium Innenraumluftqualität eine Lenkung hin zu emissionsarmen Produkten innerhalb der Anwendung stattfindet, die Wahl der Vergleichsgruppe ist somit ident mit dem Anwendungsbereich der Richtlinie. Die Grenzwerte werden somit materialunabhängig gesetzt womit widerspiegelt wird, dass die Wirkung der Emissionen nicht materialspezifisch ist.

In Fachgesprächen wurde angemerkt, dass die Grenzwerte für TVOCs im Kriterium Innenraumluftqualität insbesondere für holzfaserbasierte Dämmstoffe eine Hürde darstellen. Gleichzeitig wurde die Problematik angesprochen, dass die TVOC-Grenzwerte in ihrer spezifischen Höhe nicht mit bekannten konkreten Wirkungen auf die menschliche Gesundheit belegt werden können und die Wirkungsaddition verschiedener Stoffe kritisch gesehen werden kann. Aus Sicht der Auftragnehmer stellt die aktuelle Prüfung und Bewertung der Emissionen jedoch einen guten Indikator dar, der trotz gewisser Einschränkungen weiterhin als praktikable Lösung herangezogen werden sollte. Dennoch wird empfohlen, dass bei einer Überarbeitung in Bezug zu holzfaserbasierten Dämmstoffen geprüft wird ob hier Grenzwerte festgelegt werden können, die eine Lenkungswirkung innerhalb dieser Materialgruppe ermöglichen.

Innerhalb des Umweltzeichens Blauer Engel werden nicht nur an Dämmstoffe Anforderungen an Emissionen gestellt, sondern auch an Produkte in anderen Anwendungsbereichen, beispielsweise im DE-UZ 76, Emissionsarme plattenförmige Werkstoffe (Bau- und Möbelplatten) für den Innenausbau und im DE-UZ 176, Emissionsarme Bodenbeläge, Paneele und Türen aus Holz und Holzwerkstoffen für Innenräume). Die dort definierten Anforderungswerte weichen von denen im Umweltzeichen DE-UZ 132 ab und unterscheiden sich.

Neben dem Blauen Engel stellen auch andere Umweltzeichen Anforderungen an Emissionen in die Raumluft. Ein Vergleich dieser Anforderungen hat ergeben, dass auch hier die Randbedingungen der Prüfung sowie die Grenzwerte variieren. Die Anforderungen des Österreichischen Umweltzeichens, des eco-INSTITUT-Labels und von natureplus an TVOC wurden mit Relevanz für Dämmstoffe zudem in den letzten Jahren überarbeitet und verändert. Sowohl natureplus als auch das eco-Institut geben an, dass so ermöglicht wird, natürliche Essigsäureemissionen aus Holz in begrenztem Maße zuzulassen und mit den gesetzten Grenzwerten zu ermöglichen, dass der TVOC-Grenzwert auch durch holzbasierte Produkte erreicht werden kann (Roth 2024). Durch die Überarbeitung des österreichischen Umweltzeichens konnte möglicherweise eine bessere Vergleichbarkeit der Emissionsgrenzwerte zwischen verschiedenen Produktgruppen erzielt werden.

Bei einer möglichen Festlegung neuer Grenzwerte sollte neben der gewünschten Lenkungswirkung berücksichtigt werden, dass das Kriterium Innenraumluftqualität im DE-UZ 132 aktuell den Fokus darstellt. Eine gesamtheitliche Überarbeitung des Kriterienkataloges könnte weitere entscheidende Aspekte verstärkt in den Vordergrund rücken und so die Relevanz der Lenkung über die Innenraumluftemissionen reduzieren. Auch wäre zu berücksichtigen, dass einzelne Nachhaltigkeitszertifizierungen den Blauen Engel zum Nachweis eigener Anforderungen an die Innenraumluftqualität akzeptieren oder er als Hilfsmittel genutzt werden kann um Anforderungen in Bezug auf die Raumluft als Ganzes einzuhalten (siehe 5.3.2).

7.5 Kennzeichnung

Die Anforderungen an die Produktkennzeichnung werden aktuell in Blauen Engel Kriterienkatalogen über die Abschnitte „Ziel des Umweltzeichens“ und „Zeichenbenutzung“ beschrieben. Dabei wird durch das Erklärfeld der Fokus des Umweltzeichens deutlich. Ziel der Kennzeichnung sollte sein, dass sie zum einen (werbe-)wirksam eingesetzt werden kann, d.h. ihre Lenkungswirkung entfaltet, und gleichzeitig eindeutig in ihrer Aussage ist in Bezug auf das zertifizierte Produkt und den Hintergrund der Zertifizierung. Diese Aspekte werden im Blauen Engel auch teilweise über die Punkte „Deklaration von Verbraucherinformationen“ und „Werbeaussagen“ sichergestellt.

7.5.1 Deklaration von Verbraucherinformationen

Das Kriterium „Verbraucherinformationen“ ist sowohl im DE-UZ 132 als auch im DE-UZ 140 vorhanden, wobei im Detail verschiedene Anforderungen gestellt werden. Beide Vergabekriterien fordern zusätzlich die Bereitstellung von Informationen, die dem Produkt als Kurzfassung beigelegt werden müssen. Dazu zählen beispielsweise Installationsanleitungen und Hinweise zum Schallschutz. Im DE-UZ 132 wird dem Hersteller für einen Teil der Informationen die Entscheidung überlassen, ob die Informationen direkt auf dem Produkt ersichtlich sind oder ob sie nur auf Nachfrage durch den Händler zur Verfügung gestellt werden. Da das DE-UZ 140 ein System zertifiziert (WDVS), das aus verschiedenen Komponenten besteht, ist zudem eine Systembeschreibung entsprechend zum Zeichennutzungsvertrag zu veröffentlichen. Die Fundstellen der Informationen sowie die Systembeschreibung selbst werden einheitlich in der „Anlage 2“ zum Zeichennutzungsvertrag zusammengefasst. Alle dort genannten Bestandteile sind gleichzeitig alle für das WDVS zugelassenen Komponenten und müssen die Anforderungen des Blauen Engels erfüllen. Da der Blauen Engel aktuell im DE-UZ 140 eine Anforderung an den R-Werts stellt, sind dort auch die notwendige Mindestdämmstärke ersichtlich, welche nicht der Zulassung des WDVS entsprechen. Zusätzlich werden mit der „Anlage 2“ auch die zur Verwendung des WDVS mit dem Blauen Engel kompatible Schlussanstriche genannt, für welche insbesondere die Anforderung an Biozidfreiheit gilt und daher einschränkenden Charakter hat. Es ist davon auszugehen, dass für Kunden und Zeichennutzer ohne die genaue Kenntnis der Vergabekriterien die Bezeichnung „Anlage 2“ uneindeutig ist und das Auffinden des Informationsblatts erschwert. Die Anlage kann insbesondere dann relevant werden, wenn beispielsweise aufgrund einer Förderung der Blauen Engel für das Dämmsystem gefordert ist und die korrekte Anwendung inkl. Dämmstärken und Anschlussanstrich dafür zwingend erforderlich ist. Gleichzeitig sorgt eine transparente, kundenorientierte Kommunikation dafür Fehlannahmen zu vermeiden und die Umsetzung der gestellten Anforderungen zu fördern.

Im Umweltzeichen DE-UZ 140 werden „zusätzliche Hinweise für gekennzeichnete Putze“ gefordert. Dabei geht es darum, die Gefährdung, die bei der Arbeit mit Putzen generell auftritt, zu reduzieren. Daher handelt es sich um Handlungsanweisungen wie beispielsweise „Tragen Sie eine Schutzbrille“. Diese Aussagen dienen nicht der Unterscheidbarkeit verschiedener Produkte und sind daher ohne direkte Lenkungswirkung, sondern stellen sicher, dass die Verbraucher ausreichend informiert sind.

7.5.2 Werbeaussagen

Hier werden Werbeaussagen ausgeschlossen, die in pauschaler Form das Produkt als ungefährlich bzw. unbedenklich benennen. So kann die Glaubwürdigkeit des Zeichens gestärkt werden.

Im DE-UZ 140 wird zusätzlich gefordert, dass keine Werbung für einzelne Systemkomponenten gemacht wird. Daher ist die tatsächliche Nutzung des Blauen Engels erschwert und der Nutzen für den Inverkehrbringer reduziert. Gleichzeitig birgt die Systemzertifizierung die Gefahr, dass der Blaue Engel fehlerhaft mit einzelnen Produkten in Verbindung gebracht wird, da eine physische Zuordnung nicht möglich ist. Diese Problematik wird mit der Struktur der Kriterienkataloge adressiert (siehe Kapitel 6)

7.5.3 Zeichenbenutzung

Die Kennzeichnung von Produkten mit dem Blauen Engel setzt einen Zeichenbenutzungsvertrag voraus. An dieser Stelle könnte festgelegt werden, dass bei der Kennzeichnung auf Produkten nicht nur der Kurzlink mit dem Logo und der UZ-Nummer, sondern auch die Anwendung abgedruckt werden muss sowie auch ein Erklärfeld immer verpflichtend wird. Dies würde sicherstellen, dass bei den Produkten direkt ersichtlich ist, dass die Anforderungen anwendungsabhängig gestellt werden. Gleichzeitig ist das Erklärfeld ein Hinweis darauf, dass die Kriterien des Blauen Engels einen Schwerpunkt setzen und es nicht möglich ist allumfassend die verschiedensten Aspekte der Ökologie bzw. Nachhaltigkeit abzudecken. So kann eine Missinterpretation vermieden werden, die gleichzeitig die Aussagekraft und Glaubwürdigkeit des Umweltzeichens stärkt.

Bei Anpassung der Zeichenbenutzung ist insbesondere in Hinblick auf die Verwendung auf dem Produkt und der Verpackung die neue BauPVO und ihre Auslegung zu berücksichtigen. Die dort beschriebenen Anforderungen können die Umsetzungsmöglichkeiten einschränken.

7.5.4 Erweiterung zur Förderung von Transparenzaspekten

Zur individuellen Bewertung verschiedener Aspekte der Nachhaltigkeit wird vorgeschlagen, dass Hersteller erweiterte Produktinformationen in übersichtlicher und einheitlicher Form bereitstellen, sowie ausgewählte Informationen auf der Verpackung deklarieren. Diese ermöglichen dem Kunden eine informierte Entscheidung bei der Wahl des Dämmstoffes. Hierbei können zum einen Bereiche adressiert werden, an die aktuell über den Kriterienkatalog keine quantitativen Anforderungen gestellt werden (z. B. Rezyklatanteil). Gleichzeitig ist es möglich über Aspekte zu informieren, die über Kriterien abgedeckt sind, um so die Eigenschaften herauszustellen (z. B. Einhaltung von Emissionsgrenzwerten). Mit der hohen Zugänglichkeit zu relevanten und qualitativ geprüften Informationen sollen Endkund:innen und Baubeteiligte mit Entscheidungsfunktion adressiert werden. Dabei stellt das Kriterium eine Weiterentwicklung der schon über die im Kriterium Verbraucherinformationen adressierten Punkte dar. Idealerweise findet eine zentrale zusammengefasste Endkundeninformation statt. Es wird empfohlen ein einheitliches Dokument zu schaffen, das die Informationen der „Anlage 2“ (siehe 7.5.1) mit beinhaltet. Dabei sollte eine für den Verbraucher ersichtlicher Bezeichnung des Informationsblattes gewählt werden um die Auffindbarkeit der Informationen zu gewährleisten.

Der Schwerpunkt der Erweiterung der Transparenz liegt darin, über die Materialien zu informieren. Dabei sind verschiedene Detailtiefen möglich. In Tabelle 15 werden beispielhaft die verschiedenen Ebenen dargestellt und die empfohlene Art der Deklaration ausgewiesen. Ziel dabei ist einen konkreten Mehrwert für Nutzer:innen zu schaffen und gleichzeitig die Hersteller nicht in ihrer Wettbewerbsfähigkeit einzuschränken. Zudem ist abzuwägen, in welcher Form die Informationsbereitstellung einen relevanten Nutzen bei einem akzeptierten erhöhten Zusatzaufwand für die Zeichenhalter mit sich bringt. Informationen zur eigentlichen Rezeptur sollen dabei nur vertraulich bei der RAL gGmbH hinterlegt werden. Die Rezepturoffenlegung dient dem Nachweis der öffentlich deklarierten Roh- und Inhaltsstoffe sowie als Teil der Prüfung des Kriteriums „Allgemeine stoffliche Anforderungen“ (siehe Kapitel 7.1.1).

Tabelle 15: Materialinformationen zur Verbesserung der Transparenz

Bezugsebene	Menge	Ursprung	Zirkularität	Empfohlene Art der Deklaration
Gesamtprodukt	Rohdichte	Herstellwerk (Land)	Rezyklatanteil gem. Kriterium (siehe 8.2.3) (Pre-Consumer und Post-Consumer getrennt ausgewiesen)	Öffentlich: auf der Verpackung und auf Informationsblatt
Eingesetzte Rohstoffe (Gruppierte Inhaltsstoffe)	Menge absolut/ Anteil; ggf. mit R-Wert Bezug	Ursprung (Land)	s.o.	Öffentlich: auf Informationsblatt, das auf Homepage des Herstellers einsehbar ist
Konkrete Inhaltsstoffe (Material)	Menge absolut/ Anteil	Ursprung (Land)	s.o.	Öffentlich und/oder vertraulich
Rezeptur (konkrete Produkte)	Menge absolut/ Anteil	Herstellwerk	s.o.	Vertraulich – zum Nachweis der eingesetzten Inhalts- und Rohstoffe (Prüfung beim RAL)

Quelle: Eigene Darstellung

Ein Teil der genannten Informationen kann sich auf die vorliegende EPD stützen (siehe Kriterium 8.3.1), gleichzeitig sollen relevante Zusatzinformation bereitgestellt werden. Daher muss auf die genutzten und weiterführenden Informationsquellen verwiesen werden, sodass diese leicht auffindbar sind (z. B. konkrete Bezeichnung der EPD und Fundstelle in Ökobaudat).

Aktuell ist für die Endkund:innne die konkrete Wirkung, d.h. die Darlegung wofür das Produkt den Blauen Engel erhalten hat, nur über Einblick in den Kriterienkatalog und ein sehr komprimiertes Erklärfeld auf dem Produkt selbst gegeben. Das vorgeschlagene Informationsblatt kann dafür sorgen, die Kriterienerfüllung transparenter zu gestalten. So sollen nicht nur die konkreten Anforderungen, sondern auch beim Nachweis geprüften Werte deklariert werden. So wird, neben der Lenkungswirkung hin zu Produkten mit Blauem Engel, für Interessierte auch ein Vergleich der geprüften Eigenschaften innerhalb des Blauen Engels möglich.

Folgender Aufbau des Informationsblatts wird vorgeschlagen:

1. Systembeschreibung (entspr. Anlage 2)
2. Materialinformationen (z.T. Materialabhängig)
 - a. Siehe Tabelle 15
 - b. Über Kriterien des BE nachgewiesene Inhaltsstoffe (z. B. „frei von...“)
3. Hinweis auf EPD mit konkreter Fundstelle
 - a. Information zu relevanten Umweltwirkungskategorien
 - i. Unterschreitung des Grenzwertes GWP in %

ii. zur Nutzung der EPD: Nennwert und Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit und Rohdichte

4. Weitere über den BE nachgewiesene Eigenschaften (Anwendungsabhängig)

- a. z. B. Raumluftemission (inkl. Angabe Grenzwert)
- b. z. B. keine zugesetzten Biozide im Dämmstoff

Durch die Deklaration im Informationsblatt dürfen keine irreführenden Materialeigenschaften gelistet werden, wenn diese in der Regel sowieso unabhängig vom Blauen Engel gegeben sind (z. B. darf bei nicht geschäumten Dämmstoffen wie beispielsweise Mineralwolle die Qualität „ohne halogenierte Treibmittel“ nicht genannt werden). Daher sollten bei einer konkreten Ausgestaltung der Informationsblätter auf eine sinnvolle Zuordnung der nachgewiesenen Eigenschaften auch in Bezug zur Materialart geachtet werden.

Zudem müssen die Werte in der ausgewiesenen Form auch durch die Nutzer interpretierbar sein. Fehlschlüsse müssen vermieden werden. So wird die Angabe konkreter Werte aus der EPD nicht empfohlen. Die Vergleichbarkeit – welche auch in der Empfehlung zur Festlegung verschiedener bzw. auf eine Bezugsgröße umgerechnete Grenzwerte resultiert – ist stark von der funktionellen Einheit, der Rohdichte und den betrachteten Lebenszyklusphasen abhängig. Bei Darstellung von Informationen, die ohne einfache weitere Erklärung missverständlich sein können, muss die eindeutige Zusatzinformation z. B. in Form einer Fußzeile direkt verfügbar sein. Das trifft z. B. auf den Rezyklatanteil zu, insbesondere auch, wenn hierbei die Wiederverwendung (siehe 8.2.3) miteingerechnet wird.

Bei Ausweisung der Informationen ist zu berücksichtigen, dass das Prinzip der Massenallokation ausgeschlossen ist. Das bedeutet, dass der angegebene Rohstoffanteil auch tatsächlich im mit dem Blauen Engel ausgezeichneten Produkt vorhanden sein muss. Wenn die produktspezifische Zuordnung in Einzelfällen nicht möglich ist, dann sollte ein über alle – in Hinsicht auf die Funktion gleichwertigen – Produkte und ein Jahr gemittelter Wert zugelassen werden. Der Anteil wird daher für das Vorprodukt ermittelt und der Materialeinsatz darf somit auf eine größere Gruppe an Produkten aufgeteilt werden. Eine Zuschreibung der Anteile muss zu allen aus dem Vorprodukt hergestellten Produkten erfolgen. So könnte sichergestellt werden, dass der angegebene Wert den tatsächlichen Materialeinsatz des Herstellers im Mittel nicht übersteigt. (In diesem Fall muss ausgeschlossen werden, dass der Hersteller für nicht zertifizierte Produkte zu eigenen Zwecken eine andere Art der Allokation heranzieht.) Die Bilanzierung des Materialeinsatzes sollte jahresscharf erfolgen und kann bei Änderungen in der Zusammensetzung eine Anpassung der bereitgestellten Informationen erforderlich machen. In Bezug zur Materialherkunft, ist somit dann die Listung verschiedener Länder möglich.

Die Kenntnis über Materialien und Inhaltsstoffe ist indirekt auch immer mit der Recyclingfähigkeit verknüpft. Umso vollständiger die Informationen bereitliegen, desto einfacher kann zukünftig eine Sortierung für das Recycling erfolgen. Die konkrete Schwierigkeit hierbei besteht jedoch darin, dass zum aktuellen Zeitpunkt nicht zwingend bekannt ist, welche Informationen für ein zukünftiges Recycling benötigt werden. Zudem muss eine Informationszuordnung zum konkreten Produkt auch in Zukunft gegeben sein. Es ist daher wichtig, dass Dämmstoffe eindeutig und dauerhaft gekennzeichnet sind – insbesondere hinsichtlich Produkttyp, Hersteller und Herstellungsjahr. Die Kennzeichnung muss so gestaltet sein, dass sie auch nach langer Nutzungsdauer und unter Baustellenbedingungen beim Rückbau noch lesbar und eindeutig identifizierbar ist. Konkrete Vorgaben hierzu werden zum aktuellen Zeitpunkt nicht vorgeschlagen, könnten sich jedoch aus Best Practice Beispielen zukünftig entwickeln. Die Information zur Art der Kennzeichnung sollte bereitgestellt werden.

Es ist auch darauf zu achten, dass bei konkreten zukünftigen Entwicklungen z. B. in Bezug zu Produktpässen, diese Informationen frühzeitig mit in das Kriterien aufgenommen werden, um die Hersteller auf eine Datenbereitstellung vorzubereiten (siehe Kapitel 4.8.3). Der Aufbau von langfristigen und über den Gebäudelebenszyklus hinaus verfügbare Datenbanken wird zum aktuellen Zeitpunkt als eine Aufgabe außerhalb des Tätigkeitsbereichs der RAL gGmbH und somit nicht in der Umsetzbarkeit des Blauen Engels gesehen. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 16 zusammengefasst.

Tabelle 16: Empfehlung zum Kriterium Sicherstellung von Transparenz

Sicherstellung von Transparenz (insb. Material)	
Ziel und Wirkung	Informationsbereitstellung und Transparenz insb. in Hinblick auf Material
Empfehlung Kriterium	Empfehlung, da jedes Blaue Engel Produkt die Anforderung erfüllen kann. Eine zusätzliche Lenkungswirkung innerhalb der Produkte mit Blauem Engel ist durch Vergleich der Angaben möglich, Informationen die nicht über konkrete Kriterien abgedeckt sind werden sichtbar.
Nachweis	Darlegung der Informationen in einheitlichem Informationsblatt mit Herstellererklärung zur Einhaltung der Inhaltsstoffe.

7.6 Nachweishäufigkeit (Bestandteil jedes Kriteriums)

Die Art des Nachweises zur Erfüllung der einzelnen Kriterien ist innerhalb dieser geregelt. Grundlegend muss bei einer Neuausgabe der Vergabekriterien ein Neuantrag, mit Abgabe der jeweiligen Nachweise, gestellt werden. Wird die Richtlinie hingegen verlängert besteht in der Regel keine direkte neue Nachweispflicht, außer diese wird explizit in einzelnen Kriterien eingeführt. Da die Zeichennutzungsverträge bis zum Laufzeitende der bestehenden Richtlinie geschlossen werden, variieren die Laufzeiten zwischen den Zeichennehmern zum Teil deutlich und somit auch die Zeit bis zur erneuten Nachweiserbringung. Aktuell wird in den Kriterien „Innenraumluftqualität“ und „allgemeine stoffliche Anforderungen“ in DE-UZ 132 eine erneute Herstellererklärung bzw. Vorlage eines aktuellen Prüfberichts bei Verlängerung der Laufzeit gefordert. Dass die Änderungen der Produktzusammensetzung einen erneuten Nachweis erforderlich machen ist nur im Kriterium DE-UZ 132 „Innenraumluftqualität“ geregelt. Gleichzeitig vereinbart der Zeichennehmer im Zeichennutzungsvertrag die Mitteilung bei Änderung der Produktzusammensetzung und eine Anzeigepflicht gegenüber dem Zeichengeber der RAL gGmbH, falls sein Produkt die Anforderungen der Vergabekriterien nicht mehr erfüllt (RAL gGmbH 2021).

Die Auswirkung der Nachweishäufigkeit und Art des Nachweises (z. B. durch regelmäßige Abgabe von Prüfergebnissen) wurde in der Umfrage (siehe Abschnitt 5.2.3) thematisiert. Die Einführung einer einmaligen Vor-Ort-Prüfung statt einer Dokumentenprüfung würde das Vertrauen leicht verbessern. Eine Erhöhung der Prüfhäufigkeit (jährlich) in Kombination mit einer Vor-Ort-Überwachung würde hingegen zu einem deutlichen Vertrauensgewinn führen. Daher kann insbesondere in Bezug auf den Fokus / die Fokuskriterien der jeweiligen Richtlinien die Möglichkeit, eine jährliche bzw. geplante regelmäßig stattfindende Nachweiserbringung (mit Überprüfung durch das RAL) einzuführen, in Betracht gezogen werden. Empfohlen wird, dass mindestens mit Verlängerung der Vergabekriterien die vorliegenden Unterlagen überprüft und bei Bedarf aktualisiert nachgereicht werden. Hierbei ist eine einheitliche Regelung für alle Kriterien anzustreben.

Für neue vorgeschlagene Kriterien können Nachweise zum Einsatz kommen, die eine Gültigkeitsdauer haben (z. B. EPD mit einer Gültigkeit von 5 Jahren). Der Blaue Engel sollte

sicherstellen, dass der Nachweis nicht nur bei Einreichung, sondern über die gesamte Vertragsdauer gültig ist und bei Ablaufen ein erneuter Nachweis gefordert wird. Um eine Einheitlichkeit sicherzustellen, könnte diese Anforderung übergeordnet für alle Kriterien gelten.

7.7 Anforderungen des Umweltzeichens Blauer Engel an die Holzherkunft in Dämmstoffen

Gemäß den aktuellen Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (DE-UZ 140) ist vorgegeben, dass mindestens 70 % des eingesetzten Holzes aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammen müssen. Der Nachweis der Legalität der Holzquellen ist durch den Antragsteller entweder mittels einer Erklärung gemäß der EU-Holzhandelsverordnung (EU-Verordnung Nr. 995/2010) in Anlage 1 oder durch Vorlage der Anlage 5 des Dämmstoffherstellers zu erbringen.

Zur Dokumentation der nachhaltigen Herkunft des eingesetzten Holzes sind vom Antragsteller geeignete Zertifikate der Rohstoffzulieferer vorzulegen (vgl. Anlage 6). Anerkannt werden hierbei insbesondere Zertifikate des Forest Stewardship Council (FSC) sowie des Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC), sofern sie eine nachhaltige Waldbewirtschaftung sowie eine geschlossene Produktkette (Chain of Custody, CoC) nachweisen. Ergänzend ist eine Holzbilanz gemäß Anlage 7 vorzulegen, aus der der Anteil an eingesetztem zertifiziertem Holz eindeutig hervorgeht.

Ogleich FSC- und PEFC-Zertifizierungen international verbreitet und grundsätzlich als vertrauenswürdig anerkannt sind, bestehen hinsichtlich der Überprüfbarkeit der Zertifikate regionale Unterschiede. Besonders bei Holzherkünften aus entlegenen Regionen, wie beispielsweise aus sibirischen Wäldern, ist eine verlässliche Verifikation der Zertifikate häufig erschwert. Zudem sind mit solchen Importen erhebliche Transportemissionen verbunden, die die Umweltbilanz negativ beeinflussen.

Vor diesem Hintergrund erscheint es aus umwelt- wie auch aus wirtschaftspolitischer Sicht sinnvoll, künftig auch die Regionalität des Holzes als weiteres Kriterium in die Vergabekriterien aufzunehmen. Die Verwendung regional erzeugter Hölzer würde nicht nur zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen, sondern auch lokale Wirtschaftskreisläufe stärken und die Wertschöpfung in denjenigen Regionen fördern, in denen die Dämmstoffe zum Einsatz kommen.

Ferner ist zu prüfen, ob die aktuell geforderte Quote von lediglich 70 % zertifiziertem Holz mittelfristig angehoben werden kann, um einen noch stärkeren Anreiz zur vollständigen Umstellung auf nachhaltig zertifizierte Rohstoffe zu schaffen.

8 Blauer Engel – Erweiterung der Vergabekriterien

In diesem Kapitel werden die Grundüberlegungen zur Lenkungswirkung sowie die Kriterienempfehlungen für die Überarbeitung der Vergabekriterien für Dämmstoffe und Dämmstoffsysteme des Umweltzeichens Blauer Engel dargelegt. Die empfohlenen Kriterien können in sechs übergeordnete Kategorien eingeteilt werden: Verbraucherinformation, Produktinformationen, Recyclingkonzept, Bilanzierende Indikatoren, Vermeidung von Kunststoffemissionen und die Anpassung bestehender Kriterien. Die Einordnung der Kriterienempfehlungen in die Kategorien kann Abbildung 16 entnommen werden.

Abbildung 16: Darstellung der empfohlenen Kriterien zur Erweiterung der Vergabekriterien



Quelle: Eigene Darstellung

8.1 Grundüberlegungen zur Lenkungswirkung im Blauen Engel

Die Kriterien werden mit dem Ziel herausgearbeitet, dadurch einen Optimierungsanreiz für alle Dämmstoffhersteller zu setzen. Die Hersteller aller Dämmstofftypen sollen die Kriterien erfüllen können, wenn die Herstellung vorbildlich erfolgt. Dadurch wird eine Lenkungswirkung erreicht. Wenn hingegen nur wenige Dämmstofftypen die Kriterien erfüllen könnten, würde für den Großteil des Dämmstoffmarkts darüber kein Anreiz gesetzt.

Das Besondere an Dämmstoffen ist, dass diese allein deshalb auf dem Markt sind, um in der Nutzungsphase Heizenergie einzusparen und damit zum Umweltschutz beizutragen. Auch dies ist ein mögliches Argument dafür, mehreren Dämmstofftypen eine Kennzeichnung mit dem Blauen Engel zu ermöglichen.

Oftmals fällt die Entscheidung darüber, welcher Dämmstofftyp eingesetzt wird, schon in der Planungsphase von Gebäuden. Auch daher sollten verschiedene Dämmstofftypen mit Blauem Engel bereitstehen, um nicht nur bei den Herstellern, sondern auch in der Beschaffung eine Lenkungswirkung entfalten zu können.

Um verschiedenen Dämmstofftypen das Erlangen eines Blauen Engels zu ermöglichen, müssen wiederum die Kriterien spezifisch für verschiedene Dämmstoffmaterialien und Dämmstoffformen herausgearbeitet werden. Dämmstoffformen meint dabei die Unterscheidung in feste Dämmstoffplatten mit verschiedenen Rohdichten für verschiedene Anwendungsbereiche, Dämmstoffmatten und Einblasdämmstoffe. Verschiedene Dämmstoffformen implizieren insbesondere bei Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen verschiedene Herstellungsverfahren. Die Dämmstoffformen hängen von der Anwendung ab, so dass dämmstoffformspezifische Kriterien zumeist deckungsgleich mit anwendungsspezifischen Kriterien sind. Für den Fall, dass es verschiedene Herstellungsverfahren für denselben Dämmstofftyp gibt (bspw. Holzfaserdämmplatten), wird aber empfohlen, die Kriterien nicht weiter nach Herstellungsverfahren zu differenzieren. Damit kann dann nur das jeweils bessere Herstellungsverfahren einen Blauen Engel erreichen, was als zweckmäßig angesehen werden kann, um den Einsatz des besseren Herstellungsverfahrens zu fördern.

8.2 Kriterien im Zusammenhang mit der Kreislaufwirtschaft und Abfallvermeidung

Das Thema Kreislaufwirtschaft und Abfallvermeidung ist im Bauwesen bereits fest etabliert und gewinnt auch im Bereich der Dämmstoffe zunehmend an Bedeutung. Der selektive Rückbau und die stoffliche Verwertung können maßgeblich zur Ressourcenschonung beitragen. Damit rückgebaute Dämmstoffe einer stofflichen Verwertung zugeführt und als Sekundärrohstoffe weiterverwendet werden können, müssen sie bestimmten Anforderungen genügen, insbesondere in Bezug auf Sortenreinheit und geringe Verunreinigungen. Damit das Recycling vieler Dämmstofftypen technisch möglich ist, bedarf es einer optimierten Rückbau- und Sortierpraxis sowie geeigneter Verwertungsstrukturen. Zudem spielen regulatorische und wirtschaftliche Anreize eine entscheidende Rolle bei der Etablierung effizienter Recyclingprozesse. Dieses Kapitel identifiziert Kriterien zur Förderung einer nachhaltigen Verwertung.

Begriffsdefinitionen

Nachfolgende Begriffsbestimmungen und Anforderungen beziehen sich ausschließlich auf neue Dämmstoffe, die künftig das Umweltzeichen Blauer Engel tragen sollen. Bereits verbaute oder anderweitig in Verkehr gebrachte Dämmstoffe sind davon ausgenommen – insbesondere im Hinblick auf die Verpflichtung zur Implementierung eines Recyclingkonzepts

Als **Recycling** gilt im Kontext dieses Berichtes ausschließlich die stoffliche Verwertung von Post-Consumer-Dämmstoffen, also von Materialien, die bereits eine Nutzungsphase durchlaufen haben. Dies umfasst insbesondere Dämmstoffe, die aus dem Rückbau von Gebäuden oder aus dem Verschnitt bei Baustellen stammen.

Demgegenüber wird die unternehmen-/anlageninterne stoffliche Rückführung von Produktionsresten – etwa von Ausschussmaterialien oder Verschnitten aus der Herstellung – nicht als Recycling definiert. Deren Rückführung in den Produktionsprozess ist jedoch grundsätzlich anzustreben und stellt eine gängige interne Ressourcenschonung im Herstellungsprozess dar.

Als **Rezyklateinsatz** werden in diesem Bericht ausschließlich Sekundärrohstoffe aus Altmaterial zur Erfüllung der Kriterien des Blauen Engels anerkannt, die bereits einem Nutzungskontext zugeführt waren. Dabei können die Rezyklate aus dem ursprünglichen Anwendungsbereich

(Dämmstoff; closed-loop-Recycling) als auch aus anderen Anwendungsbereichen stammen (open-loop-Recycling). Beispiele hierfür sind etwa textile, holzbasierte oder kunststoffhaltige Reststoffe aus anderen Branchen wie Verpackung, Möbelbau oder Automobilindustrie, sofern sie die technischen Anforderungen für den Einsatz in Dämmstoffen erfüllen.

Ein **Recyclingverfahren** im Sinne dieses Berichts liegt vor, wenn der eingesetzte Dämmstoff stofflich so verwertet wird, dass daraus Sekundärrohstoffe entstehen, die Primärrohstoffe in ihrer ursprünglichen Funktion substituieren können. Dies betrifft insbesondere „gängige Anwendungen“, also Fälle, in denen das aufbereitete Material wieder für denselben Zweck eingesetzt wird (z. B. Dämmstoff zu Dämmstoff). Daneben können auch „andere Anwendungsbereiche“ als Recycling gelten, sofern die erzeugten Sekundärrohstoffe funktional gleichwertige Primärrohstoffe in anderen Produktgruppen ersetzen und damit Ressourcen eingespart werden, ohne dass die wesentliche stoffliche Qualität verloren geht. Im Unterschied zur gesetzlichen Recyclingdefinition nach KrWG (§ 3 Abs. 25) und EU-Abfallrahmenrichtlinie (Art. 3 Nr. 17), die auch ein Downcycling einschließt, wird hier eine strengere Anforderung zugrunde gelegt: Entscheidend ist, dass die stoffliche Qualität des Rezyklats erhalten bleibt und die Verwertung in einem gleichwertigen oder höherwertigen Nutzungszusammenhang erfolgt.

Die **Hochwertigkeit** eines Recyclingverfahrens bemisst sich einerseits an den Materialverlusten während der Aufbereitung und andererseits an den Einsatzmöglichkeiten des erzeugten Sekundärrohstoffs. Sie ist besonders hoch, wenn aus Dämmstoffabfällen Rezyklate bereitgestellt werden, die Primärrohstoffe für die Dämmstoffproduktion funktional 1:1 substituieren können und dadurch ein möglichst großer Anteil an Primärmaterial eingespart wird. In der Praxis sind hochwertige Rezyklatqualitäten – etwa mit sehr hoher Sortenreinheit, minimalem Fremdstoffanteil und den für den Wiedereinsatz erforderlichen Eigenschaften – insbesondere bei verschmutzten oder wenig sortenreinen Post-Consumer-Abfällen nur mit erheblichem Aufbereitungsaufwand erreichbar, was regelmäßig mit höheren Verlusten verbunden ist. Darüber hinaus unterscheiden sich Recyclingverfahren in ihrer Robustheit gegenüber Störstoffen sowie in ihrem spezifischen Energie- und Betriebsmittelbedarf. Ein Verfahren, das zwar qualitativ hochwertige Sekundärrohstoffe liefert, dafür aber extrem energieintensiv und störstoffanfällig ist, kann zwar als hochwertig gelten, erscheint jedoch im Aufwand oft unverhältnismäßig und in der praktischen Umsetzung wenig realistisch.

Auch die **Recycling- und Wiederverwendungsfähigkeit** wird wesentlich durch die Einbauweise und damit die Rückbaubarkeit vorbestimmt. Diese wird durch Planer:innen, Architekt:innen und Bauherr:innen sowie die bauausführenden Firmen vorgegeben, so dass die Dämmstoff- und Systemhersteller keine Einflussmöglichkeit auf alle entscheidenden Faktoren haben. Die Vergabekriterien für den Blauen Engel betreffen daher nur solche Kriterien, die durch Dämmstoff- und Systemanbieter adressiert werden können; einige davon sind im Österreichischen Umweltzeichen bereits etabliert und werden auch in einer Studie für die Senatsumweltverwaltung Berlins adressiert (SenMVKU und ifeu 2023).

Für Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) spielen die Aspekte der Kreislaufwirtschaft eine wichtige Rolle, weil die Hersteller dieser Dämmsysteme einen direkten Einfluss auf die Verbauweise und damit deren spätere Rückbaubar-, Wiederverwendbar- bzw. Rezyklierbarkeit haben. Daher müssen für WDVS zusätzliche Kriterien zur Kreislaufwirtschaft und Abfallvermeidung zugrunde gelegt werden. Es wird daher vorgeschlagen, Wärmedämmverbundsysteme getrennt von den Dämmstoffen zu bewerten.

Zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Abfallvermeidung wurden folgenden übergeordneten Kriteriengruppen abgeleitet, für die spezifische Kriterien vorgeschlagen werden:

- Produktinformation

- ▶ Entwicklung eines Recyclingkonzepts
- ▶ Weitere Kriterien

8.2.1 Kriterien im Hinblick auf Produktinformationen

8.2.1.1 Installationsanleitung und -hinweise für selektiven Rückbau

Die Hersteller haben auf den Ein- und Rückbau auf der Baustelle keinen direkten Einfluss. Für das zukünftige Recycling der langlebigen Dämmstoffe ist es aber essenziell, wie die neu verbauten Dämmstoffe angebracht sind. Nur wenn Dämmstoffe möglichst sauber und sortenrein rückgebaut werden können, ist nach jetzigem Kenntnisstand, zukünftig ein Recycling oder sogar eine Wiederverwendung möglich. Je stärker ein Dämmstoff mit anderen Materialien verklebt wird, desto schwieriger ist ein sauberer und sortenreiner Rückbau. Ziel ist, einen saubereren und sortenreineren Rückbau von Dämmstoffen auf den Baustellen zu fördern.

Die Hersteller können zur Bewusstseinschaffung auf der Baustelle beitragen, wenn sie ihrem Produkt Empfehlungshinweise und Anleitungen zum Ein- und Rückbau mitgeben oder Schulungen anbieten. Das wird über dieses Kriterium adressiert. Damit dieses Kriterium wirksam umgesetzt werden kann, ist ein entsprechendes Logistikkonzept erforderlich (Siehe Kriterium Kapitel 8.2.2.1), das die Annahme der Dämmstoffe sicherstellt – vorausgesetzt, diese werden gemäß der Installationsanleitung rückbaufähig eingebaut und nach Nutzungsende sortenrein zurückgebaut.

Das Kriterium ist erfüllt, wenn dem Produkt beim Verkauf Einbau- und Rückbauanleitungen beigefügt. Der Hersteller kann auch in diesem Zuge bereits darauf hinweisen, dass eine mögliche Rücknahme eingeschränkt ist, wenn die Abfälle Verschmutzungen aufweisen, die über das Maß hinausgehen, das bei sachgemäßem Einbau und Rückbau gemäß den Anleitungen typischerweise anfällt. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 17 zusammengefasst.

Tabelle 17: Empfehlung zum Kriterium Installationsanleitung und -hinweise für den selektiven Rückbau

Installationsanleitung und -hinweise für selektiven Rückbau	
Ziel und Wirkung	Sicherstellung der Kreislauffähigkeit durch sortenreinen und fremdstofffreien Rückbau. Höhere Qualität des zurückgebauten Dämmstoffs erleichtert Wiederverwendung und stoffliche Verwertung.
Empfehlung Kriterium	Die Lenkungswirkung ist gering, da alle Hersteller die Informationen zwar bereitstellen können, aber keinen Einfluss auf die Umsetzung auf der Baustelle haben. Das Kriterium wird empfohlen.
Nachweis	Vorlage von Anleitungen zum Einbau und Rückbau. Benennung von "schlechten" Einbauformen, die Rücknahme ausschließen.

8.2.1.2 Hinweise zu Förderung von Wiederverwendung

Durch die Wiederverwendung von Dämmstoffen lassen sich die größten positiven Umwelteffekte erzielen, da die Materialien nach dem Rückbau nicht stofflich aufbereitet werden müssen, sondern direkt erneut als Dämmstoff eingesetzt werden können. Rechtlich werden rückgebaute Dämmstoffe zwar zunächst als Abfall eingestuft, können jedoch im Rahmen der Abfallhierarchie über die Vorbereitung zur Wiederverwendung wieder in die Produktnutzung überführt werden. Dadurch entfallen die Umweltlasten der Rohstoffgewinnung und Herstellung vollständig. Die rechtlichen Hürden ergeben sich insbesondere daraus, dass gebrauchte Bauprodukte die bau- und produktsicherheitsrechtlichen Anforderungen erfüllen und den Übergang vom Abfallstatus

zurück zum Produkt durchlaufen müssen. Technisch stellen vor allem die schadstoffarme Demontage, die Sicherstellung von Qualität und Leistungsfähigkeit sowie die notwendige Logistik für Sammlung, Aufbereitung und Wiedervertrieb hohe Anforderungen dar. Dennoch ist die Förderung der Wiederverwendung aufgrund der erheblichen Umweltvorteile besonders zielführend.

Die Hersteller haben nur begrenzten Einfluss auf die direkte Wiederverwendung von Dämmstoffen im Gebäude, da die Entscheidung über den Verbleib und die mögliche Weiterverwendung im Zuge eines Rückbaus primär bei den baustellenseitigen Akteuren liegt – etwa bei Bauherren, Rückbauunternehmen oder Fachplaner:innen. Da die Hersteller in der Regel nicht am Abbruchprozess beteiligt sind und zudem keine gesetzliche Rückgabepflicht für ausgediente Dämmstoffe besteht, können sie den Wiedereinsatz ihrer Produkte im konkreten Anwendungsfall nicht unmittelbar steuern.

Hersteller können Anleitungen zur Wiederverwendung herausgeben und Hinweise machen, unter welchen Umständen eine Wiederverwendung möglich ist. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Tabelle 18: Empfehlung zum Kriterium Hinweise zu Förderung von Wiederverwendung

Hinweise zu Förderung von Wiederverwendung	
Ziel und Wirkung	Kunden für die Wiederverwendbarkeit von Dämmstoffen sensibilisieren. Mehrfachnutzung durch richtige Verbauweise und fachgerechten Rückbau fördern.
Empfehlung Kriterium	Geringe Lenkungswirkung, für den Hersteller theoretisch leicht umzusetzen, da dies in die Produktbeschreibung mit aufgenommen werden kann, daher empfohlen.
Nachweis	Vorlage der Produktinformation, die entsprechende Informationen zu einer möglichen Wiederverwendung enthalten.

8.2.1.3 Hinweise zur Entsorgung von Verpackungen und Produktresten

Hersteller und Vertreiber von Verpackungen von Dämmstoffen, die nach Gebrauch typischerweise nicht bei privaten Endverbrauchern als Abfall anfallen, unterliegen gemäß dem Verpackungsgesetz (§ 15 VerpackG) einer Rücknahmepflicht für diese Verpackungen. Eine Getrenntsammlung solcher Verpackungen ist dafür unerlässlich. In der Praxis erfolgt die Entsorgung jedoch häufig über das allgemeine Baustellenentsorgungssystem, wodurch eine gezielte Rückführung in den Recyclingkreislauf erschwert wird. Erfolgt durch die Erzeuger und Besitzer von gewerblichen Dämmstoffverpackungsabfällen keine dem Verpackungsgesetz entsprechende Rückgabe, greifen die Vorgaben der Gewerbeabfallverordnung.

Daher muss die Verpackung deutlich sichtbare und eindeutige Hinweise zur korrekten Entsorgung enthalten. Dieselben Hinweise sind ebenfalls der Installationsanleitung hinzuzufügen:

- ▶ Erläuterung der gesetzlich vorgeschriebenen Rücknahmeoptionen
- ▶ Angabe einer empfohlenen Entsorgungsmethode, die eine sortenreine Trennung und Recycling ermöglicht
- ▶ Recycling- oder Entsorgungssymbol gemäß DIN EN 13430 oder vergleichbarer Norm

Zusätzlich müssen auch für auf der Baustelle anfallende **Produktreste** (Verschnittreste) klare Entsorgungshinweise bereitgestellt werden. Diese sollen:

- ▶ darüber informieren, ob und wie Reste zurückgegeben oder recycelt werden können,
- ▶ Maßnahmen zur sortenreinen Trennung und Vermeidung von Vermischung mit anderen Baustoffen vorschlagen,
- ▶ falls erforderlich, auf spezielle Entsorgungswege hinweisen, insbesondere bei schwer recycelbaren Materialien.

Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 19 zusammengefasst.

Tabelle 19: Empfehlung zum Kriterium Hinweise zur Entsorgung

Hinweise zur Entsorgung von Verpackungen und Produktresten	
Ziel und Wirkung	Am Bau Beteiligte über Verwertungsmöglichkeiten informieren und zur Nutzung motivieren. Erhöhte stoffliche Verwertung durch bewusstere Entscheidungen bei der Entsorgung.
Empfehlung Kriterium	Die Lenkungswirkung ist niedrig eingestuft, da alle Hersteller diese Informationen bereitstellen können. Die Hersteller haben keinen direkten Einfluss auf das Geschehen auf den Baustellen, können aber Anleitungen liefern. Die Umsetzung ist für Hersteller einfach, daher wird das Kriterium empfohlen.
Nachweis	Aufdruck auf der Verpackung: welchen Weg die Verpackung und welchen der Produktabfall (Baustellenverschnitt) gehen soll. Diese Informationen müssen ebenfalls in der Installationsanleitung enthalten sein.

8.2.2 Kriterien zur Etablierung eines Recyclingkonzeptes

Zur Förderung nachhaltiger Recyclingkonzepte für Dämmstoffe wurden drei differenzierte Kriterien entwickelt, die jeweils unterschiedliche Aspekte der Kreislaufführung adressieren. Auch wenn diese Kriterien analytisch getrennt betrachtet und einzeln bewertet werden können, ist in der praktischen Umsetzung zu beachten, dass zwischen ihnen eine starke Wechselwirkung besteht. Insofern könnte es in der Praxis durchaus sinnvoll sein, diese drei Einzelfaktoren zu einem übergeordneten Gesamtkriterium zusammenzufassen, das die systemische Qualität eines Recyclingkonzepts abbildet. Die getrennte Darstellung dient vor allem der methodischen Schärfung und der gezielten Identifikation von Optimierungspotenzialen entlang des Produktlebenszyklus.

Zentrale Aspekte dabei sind die Entwicklung eines Logistikkonzepts für die Rückführung ausgeleierter Dämmstoffe – auch unter Einbeziehung externer Dienstleister oder in Kooperation mit Drittanbietern –, die organisierte Rücknahme der betroffenen Materialien sowie die Ausarbeitung eines Recyclingkonzepts für Dämmstoffe, die künftig mit dem Umweltzeichen Blauer Engel ausgezeichnet werden sollen.

Diese Rücknahme sollte sowohl den Baustellenverschnitt als auch langfristig Post-Consumer-Dämmstoffe umfassen. Entscheidend ist, dass das Rücknahmesystem in direkter Konkurrenz zu bestehenden Entsorgungswegen steht und wirtschaftlich vorteilhafter gestaltet wird.

Ein weiterer zentraler Aspekt betrifft die Anforderungen an das Recyclingverfahren des Dämmstoffs selbst. Im Fokus steht dabei insbesondere die Rückführbarkeit in die gleichwertige Dämmstoffproduktion, d. h. die Fähigkeit, aus dem Recyclingprozess Sekundärmaterialien zu gewinnen, die Primärrohstoffe funktional und qualitativ ersetzen können. Weitere entscheidende Kriterien sind:

- ▶ eine gleichbleibend hohe Produktqualität der aus Rezyklaten hergestellten Dämmstoffe,

- ▶ geringe Abfall- und Verlustmengen im Recyclingprozess, insbesondere in Bezug auf den verwertbaren Reinstoff,
- ▶ eine hohe Sortenreinheit des zurückgeführten Materials zur Sicherstellung der technischen Eignung,
- ▶ die technische Robustheit des Verfahrens gegenüber Störstoffen und Verunreinigungen,
- ▶ ein vertretbarer Energie- und Ressourceneinsatz im Recyclingprozess,

Diese Kriterien bestimmen maßgeblich die ökologische wie ökonomische Effizienz eines Recyclingverfahrens und sind entscheidend für die langfristige Etablierung geschlossener Stoffkreisläufe im Bereich der Dämmstoffproduktion.

Mit dem Recyclingkonzept, das sich aus drei Kriterien zusammensetzt, sollten final folgende Punkte einhergehen:

Rücknahme- und Logistikprozess

- ▶ Wie wird sichergestellt, dass Dämmstoffe nach ihrem Lebenszyklus und als Baustellenverschnitt zurückgeführt werden können?
- ▶ Gibt es ein Netzwerk von Rücknahmestellen oder Zwischenlagerungen?
- ▶ Wie erfolgt der Transport der rückgebauten Dämmstoffe und des Baustellenverschnittes zur Aufbereitung?

Aufbereitungsprozess

- ▶ Welche Schritte sind erforderlich, um die Dämmstoffe in eine verwertbare Form zu bringen?
- ▶ Gibt es spezialisierte Aufbereiter (extern) oder wird dies intern im Unternehmen durchgeführt?
- ▶ Welche Qualitätsanforderungen müssen die recycelten Materialien erfüllen, um wieder in der Produktion von Dämmstoffen eingesetzt zu werden?

Materialverluste und Recyclingquote

- ▶ Mit welchem Verlust ist beim Recyclingprozess zu rechnen?
- ▶ Welche Anteile der Materialien können tatsächlich stofflich verwertet werden?
- ▶ Wie werden Reststoffe entsorgt oder anderweitig genutzt?

Zielprodukte des Recyclings

- ▶ In welche neuen Produkte fließen die recycelten Dämmstoffe ein (kein Down Cycling)?
- ▶ Können daraus wieder Dämmstoffe hergestellt werden (geschlossener Kreislauf) oder gehen sie in andere Anwendungen

Die nachfolgenden drei Kriterien stellen sicher, dass die genannten Punkte, die das Recyclingkonzept adressieren sollte, berücksichtigt sind:

- ▶ Logistikkonzept für rückgebaute Dämmstoffe
- ▶ Marktwirtschaftlich konkurrenzfähiges Rücknahmekonzept
- ▶ Konzept eines Recyclingverfahrens zukünftig anfallender Dämmstoffe

8.2.2.1 Logistikkonzept für rückgebaute Dämmstoffe

Dämmstoffhersteller sind verpflichtet, ein Logistikkonzept zu entwickeln, das die Sammlung der oft dezentral anfallenden Dämmstoffe sicherstellt. Ziel ist es, eine effiziente Infrastruktur zu schaffen, die es ermöglicht, gebrauchte Dämmstoffe in ein Recyclingverfahren zu überführen. Da ohne eine funktionierende Logistikstruktur kein großflächiges Dämmstoffrecycling realisierbar ist, müssen Hersteller Maßnahmen ergreifen, um die Rückführung der Materialien sicherzustellen.

Das Logistikkonzept kann verschiedene Lösungen beinhalten, wie beispielsweise regionale Sammelzentren oder dezentrale Einsammelsysteme, die eine gebündelte Rückführung von Dämmstoffen ermöglichen. Hersteller können entweder eigene Strukturen aufbauen oder in bestehende Systeme investieren, indem sie beispielsweise Drittanbieter für die Sammlung und den Transport der Dämmstoffe bezahlen/beauftragen. Entscheidend ist, dass sie aktiv dazu beitragen, die notwendigen logistischen Voraussetzungen für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft zu schaffen.

Eine herstellerübergreifende Sammlung und Verwertung von Dämmstoffen, sowohl aus Baustellenverschnitt als auch aus rückgebauten Materialien, ist gestattet. Diese herstellerübergreifende Rücknahme soll dazu beitragen, einen Markt für Post-Consumer Dämmstoffe sowie Baustellenverschnitt zu schaffen. Es wird davon ausgegangen, dass vor allem Branchenlösungen zielführend sein werden, da anderweitig die ökonomische Hürde sehr hoch sein wird. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 20 zusammengefasst.

Tabelle 20: Empfehlung zum Kriterium Logistikkonzept für rückgebaute Dämmstoffe

Logistikkonzept für rückgebaute Dämmstoffe	
Ziel und Wirkung	Sammlung der dezentral anfallenden Dämmstoffe, um sie aufbereiten zu können. Ggf. durch Sammelzentren oder Einsammelsysteme
Empfehlung Kriterium	Empfohlen, da gute Lenkungswirkung und essenziell für funktionierende Kreislaufführung als Teil eines gesamten Recyclingkonzeptes
Nachweis	Vorlage des Konzeptes inkl. Beteiligungserklärung möglicher Dritter, die in Logistikkonzept eingebunden sind

8.2.2.2 Marktwirtschaftlich konkurrenzfähiges Rücknahmesystem

Hersteller von Dämmstoffen sollten ein marktwirtschaftlich attraktives Rücknahmesystem etablieren, das die Rücknahme von Baustellenverschnitt des mit dem Blauen Engel ausgezeichneten Dämmstoffes bereits zum aktuellen Zeitpunkt sicherstellt und langfristig auch diese rückgebauten Dämmstoffe einbezieht. Das Rücknahmesystem muss wirtschaftlich so gestaltet sein, dass die Rückgabe von Dämmstoffen für den Nutzer günstiger ist als die herkömmliche Entsorgung über den regulären Entsorgungsweg.

Hersteller verpflichten sich dazu, perspektivisch auch produktübergreifend Dämmstoffe ihrer Produktgruppe zurückzunehmen, um so die tatsächliche Umsetzung eines Recyclingprozesses sicherzustellen. Damit übernehmen sie im Sinne der Produktverantwortung eine aktive Rolle in der Rückführung und stofflichen Verwertung ihrer Produktgruppe. Zu Beginn reicht eine

Rücknahme der eigenen Dämmstoffe aus, da die Rücknahme von Dämmstoffen anderer Hersteller in der Regel mit zusätzlichen genehmigungsrechtlichen Anforderungen verbunden ist – insbesondere, wenn diese als Abfall im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes gelten und somit eine Abfallbehandlungs- oder -verwertungsgenehmigung erforderlich wäre. Dies gilt ebenfalls für Post-Consumer Dämmstoffabfälle aus eigener Produktion, bis diese durch eine Aufbereitung (stoffliche Verwertung) die Abfalleigenschaft verlieren.

Durch die Etablierung eines solchen Rücknahmesystems wird nicht nur die notwendige Infrastruktur für das Recycling geschaffen, sondern auch Investitionssicherheit für Unternehmen geboten, die sich auf die stoffliche Verwertung von Dämmstoffen spezialisieren. Je besser das System etabliert ist, desto eher können effiziente Recyclinglösungen entwickelt und wirtschaftlich tragfähig betrieben werden. Gleichzeitig kann die Definition klarer Rücknahmebedingungen dazu beitragen, dass ein sauberer und sortenreiner Rückbau von Dämmstoffen attraktiver wird. Branchenlösungen sind möglich, sofern die festgelegten Qualitätskriterien für zurückgenommene Dämmstoffe eingehalten werden.

Um sicherzustellen, dass die zurückgenommenen Dämmstoffe den erforderlichen Qualitätsstandards entsprechen, muss der Hersteller eine Anleitung zur richtigen Rückbauweise und Sortierung bereitstellen (Siehe Kriterium Installationsanleitung und -hinweise für selektiven Rückbau 8.2.1.1). Diese Anleitung gibt klare Vorgaben, wie der saubere Rückbau erfolgen muss, um die Recyclingfähigkeit der Materialien zu gewährleisten.

Dieses Kriterium stellt sicher, dass Hersteller nicht nur ein Rücknahmesystem einführen, sondern es auch so ausgestalten, dass es für Bauherren, Handwerker und Entsorger eine wirtschaftlich sinnvolle Alternative zur herkömmlichen Entsorgung darstellt. Gleichzeitig trägt es dazu bei, einen funktionierenden Markt für Dämmstoffabfälle zu etablieren und die Kreislaufwirtschaft in der Branche anzustoßen. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 21 zusammengefasst.

Tabelle 21: Empfehlung zum Kriterium Marktwirtschaftlich konkurrenzfähiges Rücknahmekonzept

Marktwirtschaftlich konkurrenzfähiges Rücknahmekonzept	
Ziel und Wirkung	Markt für Post-Consumer Dämmstoffabfälle schaffen und Verwertung ermöglichen, indem Hersteller ihre Dämmstoffabfälle und zukünftig auch fremde Dämmstoffabfälle gem. ihren Anforderungen zurücknehmen. Branchenlösung möglich.
Empfehlung Kriterium	Empfohlen, da gute Lenkungswirkung und essenziell für funktionierende Kreislaufführung als Teil eines gesamten Recyclingkonzeptes
Nachweis	Vorlage des Konzeptes inkl. Beteiligungserklärung möglicher Dritter, die in Rücknahmekonzept eingebunden sind

8.2.2.3 Konzept eines Recyclingverfahrens zukünftig anfallender Dämmstoffe

Hersteller von Dämmstoffen müssen ein Konzept für ein Recyclingverfahren vorlegen, das darstellt, wie ihr Produkt nach der Nutzungsphase recycelt werden kann. Dabei ist es notwendig, dass der Hersteller konkret angibt, welche konstruktionsbedingten Störstoffe in welcher Menge problematisch sind, beispielsweise Klebereste, oder Putzhaftungen. Sind diese konstruktionsbedingten Störstoffe zu hoch für das genannte Recyclingverfahren, müssen im Konzept mögliche Aufbereitungsschritte entsprechend erläutert werden. Dazu gehört eine Beschreibung, wie problematische Störstoffe entfernt werden können, sei es durch Sortierung, Reinigung oder mechanische Aufbereitung. Die technologischen Details dieser Verfahren müssen jedoch nicht offengelegt werden. Die Vorbehandlung bzw. Aufbereitung der Dämmstoffe kann durch Dritte erfolgen.

Zur Standardisierung der erforderlichen Informationen soll ein einheitliches Formblatt entwickelt werden. Es müssen Infos zu den beim Recyclingverfahren auftretenden Verlusten, dem ersetzten Primärrohstoff, dem spezifischen Energie- und Betriebsmittelbedarf sowie den Prozessmissionen bereitgestellt werden, um die Qualität des Recyclingverfahrens beurteilen zu können.

Darüber hinaus ist vorgesehen, dass das Recyclingkonzept durch eine unabhängige Instanz – etwa einem externen Dienstleister – überprüft wird, um eine indirekte Bestätigung der Recyclingfähigkeit des Dämmstoffs zu gewährleisten. Perspektivisch ermöglichen die im Rahmen der Recyclingkonzepte erhobenen Informationen eine Bewertung ihrer Qualität, sodass darauf aufbauend Mindeststandards für Konzeptinhalte und deren praktische Umsetzung definiert werden können.

Ein weiterer entscheidender Aspekt betrifft die rechtlichen Rahmenbedingungen, sofern der Hersteller die Dämmstoffabfälle selbst zurücknimmt und aufbereitet. In diesem Fall bedarf es einer abfallrechtlichen Genehmigung des Herstellerbetriebes. Dies ist in der Praxis möglich und wird in der Baubranche bereits praktiziert. Lässt er die Dämmstoffabfälle jedoch extern recyceln und verwendet in seiner Anlage nur die dabei erzeugten Sekundärrohstoffe, so benötigt er diese abfallrechtliche Genehmigung nicht. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 22 zusammengefasst.

Tabelle 22: Empfehlung zum Kriterium Konzept eines Recyclingverfahrens

Konzept eines Recyclingverfahrens zukünftig anfallender Dämmstoffe	
Ziel und Wirkung	Recyclingfähigkeit von Dämmstoffen sicherstellen und nachhaltige Entsorgung fördern. Hersteller entwickeln Recyclingkonzepte, benennen problematische Störstoffe und mögliche Aufbereitungsverfahren, um eine stoffliche Verwertung zu ermöglichen
Empfehlung Kriterium	Empfohlen, da gute Lenkungswirkung und essenziell für funktionierende Kreislaufführung als Teil eines gesamten Recyclingkonzeptes
Nachweis	Konzeptvorlage des Recyclingverfahrens inkl. Beteiligungserklärung möglicher Dritter. U.a. konkrete Angabe über Einschränkungen hinsichtlich der Inputqualität des Materials

8.2.3 Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote

Die Einführung einer Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote für Dämmstoffe erfordert eine differenzierte Betrachtung verschiedener Materialströme, technischer Möglichkeiten und ökonomischer Anreize. Eine materialspezifische Herangehensweise sowie die Einbindung der Hersteller sind essenziell, um eine umsetzbare und praxisnahe Regelung zu entwickeln. Gleichzeitig müssen Mechanismen zur Vermeidung von Fehlanreizen etabliert werden, um eine realitätsnahe Abbildung des tatsächlichen Potenzials eines Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzes zu gewährleisten. Im Folgenden werden wesentliche Überlegungen zur Festlegung dieses Kriteriums dargestellt.

► Trennung von Recyclingkonzept und Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote

Das übergeordnete Recyclingkonzept eines Unternehmens oder einer Branche sollte unabhängig von der Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote betrachtet werden. Da eine allgemeingültige Quote derzeit noch nicht etabliert ist, wäre eine enge Verknüpfung mit dem Recyclingkonzept nicht zielführend. Stattdessen ist eine schrittweise Einführung erforderlich, um zunächst

belastbare Quoten festzulegen und diese dann schrittweise in ein übergeordnetes Konzept zu integrieren.

Das Recyclingkonzept sowie bestehende Rücknahmesysteme sollten separat von der Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote betrachtet werden. Während Rücknahmesysteme in erster Linie auf die Sammlung und Sortierung von Materialien abzielen, bildet die Rezyklateinsatzquote den tatsächlichen Wiedereinsatz der Materialien im Produktionskreislauf ab. Eine Vermischung beider Konzepte könnte zu Missverständnissen führen und die Umsetzung erschweren

► Materialspezifische Rezyklateinsatzquote statt allgemeiner Vorgaben

Eine pauschale Rezyklateinsatzquote für alle Dämmstoffarten wäre nicht zielführend, da unterschiedliche Materialien über unterschiedliche Recyclingpotenziale verfügen. Stattdessen sollten materialspezifische Quoten definiert werden, die sich an den technischen Möglichkeiten der jeweiligen Dämmstoffe orientieren. Beispielsweise könnte für expandiertes Polystyrol (EPS) ein anderer Prozentsatz angesetzt werden als für Mineralwolle (MW), um den jeweiligen Materialeigenschaften Rechnung zu tragen. Perspektivisch sollte darauf geachtet werden, dass die Quoten dämmstofftypübergreifend ambitioniert sind, um eine Lenkungswirkung zu ermöglichen.

► Definition der zulässigen Materialien für die Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote

Die Berechnung der Quote sollte auf einer klaren Definition der für die Anrechnung zulässigen Materialien basieren. Folgende Kriterien sind dabei relevant:

Zugelassen:

- Post-Consumer-Dämmstoffabfälle einschließlich Baustellenverschnittreste
- Dämmstofffremde Stoffe, die derzeit keinen hochwertigen Verwertungsweg haben wie z.B.:
 - Holzreste aus Sägewerken die bisher in eine thermische Verwertung gehen
 - Industrieschlacken (z. B. Hüttensand, Stahlwerkschlacke)
 - Textilfasern aus Altkleidern
 - Jute-/Naturfaser-Säcke aus der Lebensmittelindustrie (Kaffee, Kakao)
 - Weitere: Dabei ist nachzuweisen, dass das betreffende Material nicht in einen bereits etablierten, hochwertigen Verwertungsweg eingebunden ist und somit durch die Nutzung im Dämmstoffrecycling keine Konkurrenzsituation zu bestehenden Kreisläufen entsteht

Nicht zugelassen:

- Post-Industrial-Dämmstoffabfälle: Produktionsverschnitte, auch nicht von Weiterverarbeitern (z. B. Sandwichpaneele)

Diese Abgrenzung stellt sicher, dass die Rezyklateinsatzquote nicht durch Produktions- und Verarbeitungsabfälle künstlich erhöht wird, sondern tatsächlich den Wiedereinsatz gebrauchter Materialien misst.

Produkte, die auf geschlossenen Materialkreisläufen oder proprietären Recyclingtechnologien basieren, sollten nicht in die allgemeine Recyclingquote integriert werden. Als Beispiel ist hier die Verpackungsbranche zu nennen. Verpackungs-EPS wird bereits in großem Umfang werkstofflich recycelt und ist Teil eines etablierten, weitgehend geschlossenen Kreislaufsystems. Der

Einsatz dieses aus Verpackungsabfällen stammenden Materials bedingt eine Verknappung des bestehenden Systems, in dessen Folge zur Herstellung neuer Verpackungen mehr Virgin EPS hergestellt werden muss als zuvor. Die Lasten würden somit nur verlagert, nicht aber verbessert. Gleiches gilt für den Altglasmarkt, auf dem bereits eine höhere Nachfrage als Angebot herrscht.

► Differenzierte Berechnung der Rezyklateinsatzquote und Allokation der Materialien

Die Rezyklateinsatzquote muss als prozentualer Anteil im jeweiligen zertifizierten Produkttyp (d. h. alle Produkte mit gleicher Zusammensetzung und identischer Bezeichnung) berechnet werden. Eine Massenallokation, bei der der in einem Produkttyp eingesetzte Rezyklatanteil rechnerisch auch einem anderen Produkttyp zugerechnet wird, der tatsächlich keinen oder nur einen deutlich geringeren Rezyklatanteil enthält, ist nicht zulässig. Dies würde zu einer verfälschten Darstellung des tatsächlichen Recyclinganteils im jeweiligen Produkttyp führen. Der Einsatz chemisch erzeugter Sekundärrohstoffe (z. B. aus Pyrolyseprozessen) ist dabei nicht ausgeschlossen. Die Angabe eines über ein Jahr gemittelten Durchschnittswertes ist zulässig, sofern dieser eindeutig dem betreffenden Produkttyp zugeordnet werden kann, in dem das Rezyklat tatsächlich eingesetzt ist. Es wird nicht davon ausgegangen, dass die Marktverfügbarkeit von Rezyklaten in einem Maße eingeschränkt sein wird, dass eine Einhaltung der Vorgaben nicht möglich wäre.

Wenn ein Hersteller rückgebaute Dämmstoffe nach einer Qualitätsprüfung erneut in Verkehr bringt (d. h. Post-Consumer-Dämmstoffe, die gemäß § 3 Abs. 21 KrWG als „Wiederverwendung“ gelten), kann diese Menge auf die Recyclingquote des entsprechenden Neuprodukts angerechnet werden. Die Anrechnung kann beispielsweise nach folgendem Verhältnis erfolgen:

Menge der wiederverwendeten Dämmstoffe × 100 % RC-Quote / (Menge der wiederverwendeten Dämmstoffe + Menge des entsprechenden Neuprodukts).

Alternativ kann der wiederverkaufte Dämmstoff selbst mit einer Recyclingquote von 100 % ausgewiesen werden, da es sich hierbei um die direkte Wiederverwendung eines bereits genutzten Produkts handelt.

► Hemmnisse zur Ableitung konkreter Recyclingquoten

Aufgrund des derzeit geringen Aufkommens an Post-Consumer-Dämmstoffabfällen lässt sich eine belastbare Rezyklat- bzw. Sekundärrohstoffeinsatzquote momentan nicht zuverlässig bestimmen. Auch unter Einbeziehung von Baustellenverschnitt ist es fraglich, ob die von Herstellern angegebenen technisch möglichen Quoten tatsächlich erreicht werden können. Sollte sich das Verhältnis zwischen dem derzeit technisch Machbaren und dem am Markt verfügbaren Aufkommen künftig umkehren, wären RC-Quoten nicht am technisch Möglichen, sondern an der tatsächlichen Verfügbarkeit bislang nicht hochwertig verwerteter Abfallströme auszurichten. Es wird empfohlen, zunächst eine Datenerhebung auf Basis der zur Transparenzverbesserung bereitgestellten Informationen (siehe Kapitel 7.5.4) durchzuführen, um die aktuell verarbeiteten Mengen an Sekundärmaterial zu erfassen. Auf dieser Grundlage können in einem ersten Schritt realistische aber ambitionierte Recyclingquoten abgeleitet werden. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 23 zusammengefasst.

Tabelle 23: Empfehlung zum Kriterium Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote

Rezyklat- / Sekundärrohstoffeinsatzquote	
Ziel und Wirkung	RC-Quote in Produktion erhöhen und die Nachfrage nach Sekundärrohstoffen zu steigern, ohne dabei Stoffkreisläufe anderer Branchen zu beeinträchtigen oder eine Materialverknappung zu verursachen. Vorrangig Recycling von Dämmstoffabfällen. Soll zur Forschung und Entwicklung neuer Dämmstoffe führen, die hochgradig rezyklatkompatibel sind
Empfehlung Kriterium	Uneingeschränkte Empfehlung, da große Lenkungswirkung. Allerdings aktuell noch keine ausreichende Datenlage, um konkrete Quoten benennen zu können
Nachweis	Erfolgt über die Sachbilanz der EPD oder das Kriterium der Kennzeichnung enthaltener Rohstoffe

8.2.4 Weitere Kriterien in Bezug auf Recycling (nicht empfohlen)

Die im Rahmen dieses Kapitels untersuchten Kriterien wurden im Projektverlauf geprüft, jedoch nicht in die abschließend empfohlenen Kriterien überführt.

8.2.4.1 Recyclingfähigkeit von Dämmstoffen

Das Ziel besteht darin, dass Hersteller recycelbare Materialien verwenden und keine schwer recycelbaren Verbundwerkstoffe erzeugen.

Grundsätzlich sind die meisten Dämmmaterialien als solche recycelbar. Das Kriterium gilt daher als erfüllt, wenn die Produkte seitens der Hersteller nicht mit dämmstofffremden Materialien verbunden werden, die nach dem Rückbau nur schwer vom Dämmstoff getrennt werden können. Da die heute gängigen Dämmstoffe mit Ausnahme von Polyurethan (PU) grundsätzlich recyclingfähig sind und die eigentliche Problematik des Recyclings erst durch verklebte, verputzte oder nicht sortenreine Rückbaupraktiken auf der Baustelle entsteht – Faktoren, die außerhalb des Einflussbereichs der Hersteller liegen – ist die Relevanz dieses Kriteriums als gering einzustufen.

8.2.4.2 Zerlegbarkeit von WDVS in Einzelkomponenten

Ziel ist es, WDVS zu fördern, die sich einfach und sauber in ihre Einzelbestandteile Mineralik, Dämmstoff und Befestigung an der Wand trennen lassen.

WDVS (Wärmedämmverbundsysteme) werden fast ausschließlich an der Wand verklebt und anschließend verputzt. Eine stoffliche Verwertung der enthaltenen Dämmstoffe ist jedoch nur möglich, wenn diese beim Rückbau sauber und sortenrein abgetrennt werden können. Der Putz lässt sich beim Rückbau unter zusätzlichem Aufwand gegebenenfalls noch vom Dämmstoff trennen. Schwieriger ist hingegen die Entfernung der Kleberschicht, die auf dem Dämmstoff verbleibt. Wird das WDVS in seine Einzelkomponenten zerlegt, verbessert dies grundsätzlich die Möglichkeiten zur stofflichen Verwertung und Wiederverwendung. An diesem Punkt setzt das Kriterium an, um recyclingfreundlich konzipierte Dämmsysteme gegenüber konventionellen Systemen hervorzuheben.

Aufgrund der derzeit noch sehr schwierigen praktischen Umsetzung wird dieses Kriterium jedoch nicht zur Anwendung empfohlen. Die Herausforderungen bestehen unter anderem in bauphysikalischen Einschränkungen (z. B. bei nicht verklebten Systemen hinsichtlich Wind- oder Schlagregensicherheit), in einem erhöhten Planungs- und Montageaufwand sowie in fehlenden

marktverfügbaren Alternativen, die eine sortenreine Rückbaubarkeit ermöglichen, ohne die Funktionalität des Systems zu beeinträchtigen.

Die maschinelle Zerlegung von rückgebauten WDVS wird gerade erforscht. Falls darüber eine sortenreine Auftrennung der WDVS-Bestandteile großmaßstäblich nach der Baustelle möglich wird, ist das Kriterium obsolet.

8.2.4.3 Forschung im Bereich der Vorbereitung zur Wiederverwendung

Hersteller können rückgebaute Dämmstoffe ggf. so vorbereiten, dass sie wiederverwendet werden können, statt sie zu recyceln. Dies ist Ziel des hier adressierten Kriteriums.

Hierfür müssen Verfahren zur Vorbereitung für den großtechnischen Einsatz erforscht und etabliert werden. Die Hersteller müssen sich daran beteiligen oder eigene Aktivitäten in diesem Bereich aufweisen. Sie müssen die dabei auftretenden Verluste bei einem gängigen Verschmutzungsgrad von Post-Consumer-Dämmstoffen in der jeweiligen Anwendung, den spezifischen Energie- und Betriebsmittelbedarf sowie die Prozessemissionen benennen, um Informationen zu den Vorbereitungsverfahren zu sammeln und deren Qualität bewerten zu können.

Das Kriterium ist erfüllt, wenn die Hersteller über ein Formblatt Angaben zu den oben genannten Kennzahlen des angedachten Verfahrens geben.

Aktuell erscheint es noch als ein zu großer Schritt, dass Hersteller eigene Post-Consumer-Dämmstoffe aufbereiten und erneut in den Markt einführen, da dies nicht ihrem Kerngeschäft entspricht, das primär auf die Herstellung neuer Dämmstoffe ausgerichtet ist. Hinzu kommt, dass für eine solche Rückführung erhebliche Hürden bestehen: Es fehlen bislang geeignete rechtliche Rahmenbedingungen, etwa zur Produktverantwortung und Haftung. Zudem müsste in den Betrieben erst eine Infrastruktur aufgebaut werden, um die rückgeführten Materialien systematisch zu prüfen – etwa im Hinblick auf bauphysikalische Eigenschaften und Sicherheit –, was mit erheblichem Aufwand verbunden wäre, auch im Kontext der Gewährleistungspflichten. Im Bereich des Recyclings sind Hersteller hingegen stärker involviert, da sie recycelte Materialien gezielter in ihre bestehenden Produktionsprozesse integrieren können.

Die Vorbereitung und der Wiederverkauf von Dämmstoffen werden voraussichtlich nicht von den Herstellern selbst durchgeführt, sondern von spezialisierten Recycling- oder Wiederverwendungsunternehmen übernommen.

Aus diesem Grund wird das Kriterium zur Wiederverwendung, trotz der hohen ökologischen Relevanz nicht empfohlen.

8.2.5 Kriterien für das Brandverhalten

Bei Dämmprodukten entscheidet die Materialzusammensetzung mit den verwendeten Flamm- schutzmitteln über die Brennbarkeit. An die Inhaltsstoffe von Flammenschutzmitteln werden aktuell über die Kriterienkatalogen DE-UZ 132 und DE-UZ 140 Anforderungen gestellt. Die Brennbarkeit (Verhindern der Brandentstehung) bzw. das Brandverhalten selbst wird jedoch nicht geregelt. Auch der Fall, dass es zu einem Gebäudebrand kommt, wird nicht adressiert. Daher soll evaluiert werden, ob es den Bedarf gibt, konkrete Kriterien zu entwickeln und Möglichkeiten aufzuzeigen.

In Hinblick auf etwaige Kriterien-Anpassungen des Umweltzeichens ist zu bemerken, dass der Blaue Engel aktuell überwiegend nichtbrennbare Dämmmaterialien (Mineralfasern) auszeichnet (siehe Tabelle 11). Das geschieht durch vom Brandverhalten unabhängige Kriterien, wie die Anforderung an Inhaltsstoffe (Ausschluss von halogenierten Flammenschutzmitteln) oder VOC-Emissionen, welche indirekt eine große Gruppe der kunststoffbasierten Materialien (Kapitel 7.1.3)

und einen Teil der auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Dämmstoffe (Kapitel 7.4) ausschließen. Sollte sich das durch eine Veränderung der Kriterien ändern (zulässiger begrenzter Einsatz bestimmter halogenierter Flammschutzmittel), so wird auch das Thema Brand relevanter und für Endkund:innen in Bezug auf Blaue Engel Dämmstoffe auch sichtbarer. Bei kunststoffbasierten Dämmstoffen können aufgrund ihrer Brennbarkeit und den verwendeten Flammschutzmitteln andere giftige Brandfolgeprodukte entstehen. Diese werden im Bezug zum Flammschutzmittel in Kapitel 7.1.3 genannt.

Der weiteren Ausführung wird vorangestellt, dass es sich bei einem Gebäudebrand um einen Sonderfall handelt und die sich daraus ergebende Umweltrelevanz lediglich auf Gebäude mit Schadensereignis begrenzt ist. Davon ist der Brandschutz abzugrenzen, der grundlegend auf den Schutz des menschlichen Lebens abzielt und immer sichergestellt werden muss.

Brandverhalten

Die Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten ergeben sich aus den Bauordnungen der Länder und den darauf aufbauenden Definitionen in den Technischen Baubestimmungen. Eine Vereinheitlichung der Regelungen zwischen den Ländern wird durch die gleiche Basis, die Musterbauordnung, angestrebt. Eine wesentliche Unterscheidung der Einsetzbarkeit von Materialien basiert auf der Einteilung von Gebäudeklassen, in denen bauteilbezogen unterschiedliche Anforderungen an das Brandverhalten der in den Konstruktionen verwendeten Materialien definiert werden: normalentflammbar, schwerentflammbar, nichtbrennbar. Diesen bauaufsichtlichen Anforderungen können wiederum Brandklassen von Materialien zugeordnet werden (siehe Anhang A.6). Bei bestimmter Funktion des Bauteils (z. B. Brandwand) können erweiterte Anforderungen gelten.

Mit den genannten Regelungen stellt die Gesetzgebung jedes Bundeslandes sicher, dass einheitliche Anforderungen an die Bauteile in ihrer Anwendung gestellt werden. Gleichzeitig sind die Prüfverfahren, die der Zuordnung zu einer Brandschutzklasse dienen und zur Einhaltung der Anforderungen herangezogen werden, über die Zulassung auf Grundlage der europäischen Bauproduktenverordnung und der zitierten Normen geregelt. Daher ist die Bewertung des Bauprodukts europaweit einheitlich, die Anforderung in der Anwendung jedoch länderspezifisch (auf Staaten sowie in DE auf Bundesländer-Ebene) geregelt. In Deutschland sind beispielsweise nur Bauprodukte, die mindestens die Klasse E erreichen, d.h. nicht mehr als leichtentflammbar gelten, erlaubt. Gleichzeitig können die Länder weitere Anforderungen stellen, die nicht über die europäische Klassifizierung abgedeckt sind. Deutschland hat beispielsweise eine Zusatzanforderung für nichtbrennbare Baustoffe an das Glimmverhalten eingeführt.

Damit wird der Bereich Brandentstehung und Brandausbreitung umfassend durch die Gesetzgebung abgedeckt. Lücken im Brandschutz wären in Hinblick auf den Personenschutz für alle eingesetzten Dämmstoffe zu erfüllen, nicht nur für die „besten“, wie sie der Blaue Engel ausweist. In dem Falle wird der Gesetzgeber in der Nachbesserungspflicht gesehen.

Mit dem Umweltzeichen Blauer Engel könnte theoretisch anwendungsabhängig eine Anforderung an die Brandentstehung und Brandausbreitung gestellt werden, die über die gesetzlichen Anforderungen hinaus geht. Die Anwendung (z. B. Dämmung einer Außenwand) selbst definiert jedoch noch nicht die Funktion (z. B. tragende Eigenschaft, Brandwand) oder Einsatzort (z. B. Gebäudeklasse, Einordnung als Sonderbau) mit Einfluss auf die zulässigen Brandschutzklassen. Damit können an die Bauprodukte in der gleichen Anwendung unterschiedliche Brandschutzanforderungen - je nach Gebäudeklasse oder zusätzlicher Funktion des Bauteils (z. B. tragende Wände vs. Brandwände) gestellt werden. Das Festlegen einer Mindestanforderung, die je nach Gebäudeklasse oder Funktion aufgrund gesetzlicher Anforderungen nicht ausreichend ist, wird nicht empfohlen, da insbesondere für Endkund:innen Fehlinterpretationen entstehen können.

Auch der rein theoretische Ausweg einer Forderung der höchstmöglichen Brandschutzklasse (nichtbrennbar) in den Kriterien des Blauen Engels kann nicht empfohlen werden, weil das von vorneherein ganze Produktgruppen ausschließen würde. Die Lenkungswirkung hin zu umweltverträglichen Dämmstoffen in Hinblick auf die weiteren Kriterien des Blauen Engels wäre eingeschränkt.

Aus den genannten Gründen wird kein Kriterium, welches Anforderungen an die Entzündbarkeit und das Brandverhalten des Dämmstoffs stellt, empfohlen und daher nicht weiter ausgearbeitet.

Brandfolgeprodukte

Neben der oben genannten und als nicht sinnvoll eingeschätzten Einführung eines Kriteriums in Bezug zum Brandverhalten (Anforderung an die Brandschutzklasse) könnte der Blaue Engel Bereiche abdecken, die nicht vollumfassend durch das Bauordnungsrecht abgedeckt sind. Dazu gehört die Toxizität der Brandgase und schwerflüchtige Brandrückstände (bspw. in Schöpel et al. (2018)) welche im Brandfall entstehen und Gesundheits- und Umweltschäden hervorrufen können.

Die Brandfolgeprodukte sind materialabhängig. Es ist somit zu beachten, dass in den potenziell durch neue Kriterien die Brandfolgeprodukte betreffend im Blauen Engel vollständig oder in Teilen ausgeschlossenen Dämmstoff-Materialien keine positive Lenkungswirkung in Bezug auf andere Kriterien mehr bestehen würde. Der Nutzen eines solchen Kriteriums – Verhindern der Entstehung von negativen Brandfolgeprodukten im Brandfall – sollte mit dem Nutzen anderer Kriterien wie z. B. Reduktion der Emissionen in die Raumluft abgewogen werden. Da der Brandfall einen extrem seltenen Sonderfall außerhalb des üblichen Lebenszyklus darstellt, würde der positive Effekt des Kriteriums auch nur im Sonderfall und damit sehr selten zum Tragen kommen. Parallel würde es Produkte geben, die aufgrund dieses Kriteriums nicht mehr den Blauen Engel erhalten könnten. Die Hersteller würden damit den Anreiz verlieren, andere Kriterien des Blauen Engels – die im Lebenszyklus immer vorkommen – zu erfüllen und die Produkte zu optimieren. Somit ist es unwahrscheinlich, dass ein Kriterium für Brandfolgeprodukte in Bezug zu den verschiedenen Umweltwirkungen überwiegend positiv wirkt.

Ein weiterer Aspekt ist, dass sich im Brandfall sich aus den verschiedensten im Raum verwendeten Materialien eine Mischung an Brandfolgeprodukten (z. B. Rauchgase) bildet. Daher wird eine singuläre Betrachtung der dämmstoffbezogenen Brandfolgeprodukte unabhängig vom Einsatzort und sonstigen Gegebenheiten nicht als zielführend erachtet.

Neben den tatsächlichen Brandfolgeprodukten ist bei der Entscheidung für oder gegen ein Kriterium im Blauen Engel auch die Wirkung des Kriteriums zu berücksichtigen: grundlegend sind Kriterien zu bevorzugen, die eine Lenkungswirkung innerhalb ihrer Anwendung und/oder verwendeten Materialien haben. In Bezug auf die Toxizität von Brandgasen kann aufgrund der geringen Datenlage zu geprüften Bauprodukten keine Aussage getroffen werden, die ein Kriterium zur Toxizität der Brandfolgeprodukte begründen würde. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, den weitgehenden Verzicht auf halogenierte organische Verbindungen (siehe Kapitel 7.1.2) als präventive Maßnahme im Kriterienkatalog umzusetzen, da diese im Brandfall potenziell toxischere Gase freisetzen.

Ein gesondertes Kriterium in Bezug zu Brandfolgeprodukten wird aus den genannten Gründen nicht empfohlen.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass für den Bereich Brand zum aktuellen Zeitpunkt keine konkreten Kriterien für den Blauen Engel für Dämmstoffe empfohlen werden. Der Schutz des Menschen vor dem Brandfall wird als gesetzliche Pflichtaufgabe gesehen, eine Nachregelung über den Blauen Engel wird nicht als sinnvoll erachtet. Zudem sind die Brandschutzanforderungen

gesamtheitlich gebäudebezogen (Gebäudeart und Funktion der Bauteile im Gebäude) zu sehen, der Blaue Engel hingegen deckt Bauprodukte in ihrer Anwendung ab. Eine weitergehende Regelung in Bezug zum Brandverhalten oder Brandfolgeprodukten würde potenziell im Ausschluss von ganzen Materialgruppen resultieren. Dies wird nicht empfohlen, da die Lenkungswirkung des Blauen Engels innerhalb dieser nicht mehr möglich wäre.

8.3 Integration von bilanzierenden Indikatoren

Dämmstoffe sparen in ihrer Nutzungsphase deutlich mehr Umweltlasten und Energieaufwand ein als sie in ihrer Produktion und Entsorgung verursachen, wie die ökologische Amortisationsrechnungen in (Reinhardt et al. 2022) gezeigt haben. Nichtsdestotrotz können die Produktionslasten minimiert werden. Ziel dieses Kapitels ist es, zu bewerten, ob und ggf. wie die Umweltwirkungen sowie der Energiebedarf der verschiedenen Dämmstofflebenswege in die Vergabekriterien des Blauen Engels einfließen können. Es sollen Informationen zu den Umweltwirkungen der Dämmstoffproduktion generiert und, falls zielführend, diesbezügliche Grenzwerte zur Herausstellung guter Praktiken eingeführt werden, um die Optimierung der Herstellungsprozesse zu fördern. Die Grenzwerte zielen darauf ab, eine diesbezügliche Differenzierung zwischen Herstellern desselben Dämmmaterials und derselben Dämmstoffform (Platten mit gleicher Rohdichte, Matten, Einblasdämmstoffe) zu ermöglichen. Ein Vergleich verschiedener Dämmmaterialien und -formen wird nicht bezweckt. Darüber wird ein Optimierungsanreiz für alle Dämmstoffhersteller geschaffen, weil alle potenziell das Kriterium bei entsprechender Optimierung ihrer Herstellungsprozesse erfüllen können.

Es wird davon ausgegangen, dass eine Materialeinsparung und mögliche Rohdichtenormierung durch die Hersteller schon aus Marktgründen erfolgt. Der Materialminimierung sind auch aus Qualitätsgründen Grenzen gesetzt. Deshalb werden höhere Rohdichten von Dämmstoffen als anwendungsgegebene Notwendigkeit betrachtet. Auch diese Dämmstoffe sollten die Grenzwerte erreichen können.

Folgende Daten standen zur Untersuchung der bilanzierenden Indikatoren zur Verfügung: In (Reinhardt et al. 2019) und Reinhardt et al. (2022) wurden die Umweltwirkungen der Lebenswege verschiedener Dämmstoffe ermittelt. Die dem zugrundeliegenden Produktionsdaten stellen konservative Hintergrundwerte dar. In der Ökobaudat⁷ sind generische Daten, Durchschnittswerte und produktspezifische Umweltwirkungen aus Umweltproduktdeklarationen verschiedener Hersteller aufgeführt. Die Unterteilung der deklarierten Umweltwirkungen gliedert sich nach den Lebensphasen: Produktions-, Errichtungs-, Nutzungs- und Entsorgungsphase, sowie dem Informationsmodul D. Falls in der Ökobaudat Daten mehrerer Hersteller vorhanden sind, lässt sich eine Spannbreite für die Produktion der Dämmstoffe angeben. Zudem können Daten aus anderen Ökobilanzdatenbank wie beispielsweise der ecoinvent v3.9.1 (2022) (Wernet et al. 2016) für den Vergleich herangezogen werden.

Die über die bilanzierenden Indikatoren zu bewertenden Lebenswegabschnitte umfassen mindestens die Produktion inklusive der Bereitstellung aller dafür benötigten Rohstoffe (Lebensphase A1 bis A3). Nach der Nutzung erfolgt am Lebensende die Entsorgung der rückgebauten Dämmstoffe, wobei diese entweder thermisch genutzt, deponiert, stofflich verwertet oder wiederverwendet werden können. Falls das Lebensende mitbetrachtet werden soll, wird vorgeschlagen, die Lasten der Entsorgung der Dämmstoffe, wie sie im Status-Quo über thermische Nutzung bzw. Deponierung erfolgt, entsprechend der Systemallokationsmethode nach DIN EN 15804:2012+A2:2019 + AC:2021. anzurechnen. Nur wenn verschiedene Dämmmaterialien und -Anwendungen miteinander verglichen werden, muss das Lebensende zwingend mitbetrachtet

⁷ Informationsportal Nachhaltiges Bauen des BMWSB (Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen)

werden (Lebensphase C1 bis C4), um eine Vergleichbarkeit zu generieren. Die zugehörigen Entsorgungslasten aus C1 bis C4 für dieselben Entsorgungswege kommen bei jedem Hersteller derselben Dämmmaterialien und -Anwendungen jeweils in gleicher Höhe zu denen aus A1 bis A3 dazu.

Die Ergebnisse in Reinhardt et al. (2022) unterstreichen unabhängig davon deutlich, dass die stoffliche Verwertung von Dämmstoffen am Lebensende insbesondere bei Hartschaum-Dämmstoffen einer Entsorgung wie im Status-Quo (thermische Verwertung) vorzuziehen ist. Eine Wiederverwendung ist bei allen Dämmstoffen deutlich besser als eine Entsorgung wie sie im Status-Quo stattfindet. Darüber haben die Kriterien zur Kreislaufwirtschaft (Kapitel 8.1) auch eine Auswirkung auf die bilanzierenden Indikatoren.

Die Umweltwirkungen und Energiebedarfe der jeweiligen Dämmstofflebenswege hängen im Wesentlichen von der zu produzierenden Materialmasse ab. Das benötigte Dämmstoffvolumen, um eine bestimmte Dämmwirkung zu erzielen, hängt von der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs ab. Aus diesem Volumen ergibt sich dann mithilfe der Rohdichte die für eine bestimmte Dämmwirkung notwendige Dämmstoffmasse, was für einen Vergleich zwischen verschiedenen Bauweisen und Dämmstofftypen immer berücksichtigt werden sollte. Eine Möglichkeit dafür ist, die Umweltwirkungen und den Energiebedarf jeweils auf eine einheitliche Dämmwirkung entsprechend eines definierten R-Wertes (Wärmedurchlasswiderstand) zu beziehen. Bisherige Umweltproduktdeklarationen von Dämmstoffen beziehen sich auf Dämmstoffmassen, -volumen oder gedämmte Fläche bei einer bestimmten Dämmdicke, was die Auswertung sehr erschwert.

Da die Dämmstoffmasse und damit die mit der Produktion verbundenen Umweltwirkungen mit der Rohdichte zunehmen, ist die Herstellung von Dämmstoffen für eine druckfeste Anwendung bei gleicher Dämmwirkung und gleichem Herstellungsverfahren mit größeren Umweltwirkungen verbunden. Dies muss in der Grenzwertsetzung berücksichtigt werden, indem bspw. anwendungsdifferenzierte Grenzwerte festgesetzt werden oder die Rohdichte aus der Bewertung über eine Rohdichtenormierung eliminiert wird. Letzteres ist nur möglich, wenn die Dämmstoffe im betrachteten Rohdichtebereich mit derselben Wärmeleitfähigkeit hergestellt werden und die Herstellungsverfahren sich dabei nicht wesentlich verändern.

Das zeigt sich auch aus den untersuchten Ökobaudat-Daten: insbesondere bei Mineralwolle müssen neben der Dämmwirkung aufgrund der großen Spannweite auch verschiedene Rohdichten in der Beurteilung betrachtet werden. So zeigen die Ökobaudat-Werte für die Produktion von Steinwolle massebezogen im Treibhauseffekt nur eine Spannweite von 1,24 bis 1,51 kg CO₂-eq./kg Dämmstoff. Bezogen auf eine gleiche Dämmwirkung mit einem R-Wert von 1 (m²·K)/W reicht die Spannweite hingegen von 1,4 bis 7,36 kg CO₂-eq., weil gleichzeitig die Dichte der zugrundeliegenden Dämmstoffe von 24 kg/m³ (lose Matten) bis hin zu 152 kg/m³ (feste Platten) variiert.

Beim EPS und XPS ist auch die Spannweite im Treibhauseffekt bei Bezug auf Dämmstoffmasse (kg CO₂-eq./kg) in den Ökobaudat-Daten vergleichsweise groß. Dies liegt am Massebilanzverfahren für die anteilig eingesetzten biotischen Rohstoffe bzw. Rezyklate. Dieses ermöglicht die Zuordnung des gesamten biotischen Rohstoffs bzw. der Rezyklate zu nur einem Produkt, das dann entsprechend geringe Umweltwirkungen hat. In der Praxis gibt es ein solches Produkt aber nicht, jedes Produkt besteht nur zu einem geringen Anteil aus biotischen Rohstoffen bzw. Rezyklaten. Aus diesem Grund wird empfohlen, das Massebilanzverfahren in der Bewertung für den Blauen Engel nicht zuzulassen.

Als zu untersuchende bilanzierende Indikatoren werden das globale Erwärmungspotential (GWP) und die Prozessenergiemenge aus nicht erneuerbaren Quellen (PENRE) vorgeschlagen. Weiterhin könnte der Anteil erneuerbarer Energie in der Herstellung betrachtet werden. Die

Prozessenergie korreliert häufig mit dem GWP. Auch die weiteren Umweltwirkungen werden durch das GWP häufig mit abgedeckt. Zukünftige Betrachtungen des Versauerungs- oder Eutrophierungspotenzials könnten aber gesichert zeigen, ob gegenläufige Effekte zum GWP durch andere luftseitige Emissionen auftreten.

Um eigene Grenzwerte für die bilanzierenden Indikatoren festzulegen erscheint die Datenlage noch nicht geeignet. Zum aktuellen Stand sind noch nicht ausreichend viele produktspezifische Umweltproduktdeklarationen vorhanden, um Aussagen zu den Produktionsweisen abgrenzen zu können. Mit Einführung der neuen BauPVO ist die produktspezifische Deklaration der Umweltwirkung (in der ersten Stufe ab 2026 allerdings nur GWP) verpflichtend umzusetzen. Zusätzlich könnte die Forderung nach produktspezifischen Umweltproduktdeklarationen schon davor diesbezügliche Daten generieren. Daraus ergibt sich zukünftig eine Datengrundlage, die für das Festlegen von Grenzwerten herangezogen werden kann.

8.3.1 Kriterium produktspezifische Umweltproduktdeklaration

Anhand der bisherigen Erkenntnisse wird empfohlen, produktspezifische Umweltproduktdeklarationen für die Erzeugung einer angegebenen Menge Dämmstoffe zu fordern. Die Berechnung der abgefragten Parameter kann dabei über eine Masseskalierung von Produkten derselben Produktlinie erfolgen, die sich in Material und Herstellungsverfahren nicht voneinander unterscheiden oder deren massespezifische Ausprägung der abgefragten Parameter übereinstimmt.

Dadurch ist es möglich, vor Einführung der neuen BauPVO produktspezifische Informationen zu den deklarierten Umweltwirkungen zu erhalten, um dann zu einem späteren Zeitpunkt verbesserte Grenzwerte ableiten zu können. Damit werden die Hersteller auf diesbezügliche Anforderungen der europäischen Bauprodukteverordnung vorbereitet, die das ab dem Inkrafttreten in einigen Jahren verpflichtend macht.

Unabhängig davon wird empfohlen, den Prozessenergiebedarf und den Anteil erneuerbarer Energie daran weiterhin verpflichtend auszuweisen, wie es in produktspezifischen Umweltproduktdeklarationen schon geschieht. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 24 zusammengefasst.

Tabelle 24: Empfehlung zum Kriterium Produktspezifische EPDs und Energie

Produktspezifische EPDs und Energie	
Ziel und Wirkung	Verpflichtende Vorlage einer produktspezifischen Umweltproduktdeklaration. Bereitstellung von Umweltinformationen, um daraus zukünftige Grenzwerte ableiten zu können; Vorbereitung der Hersteller auf entsprechende zukünftige Verpflichtung durch die neue Bauprodukteverordnung; Sammlung Daten zur Prozessenergiemenge und dem Anteil erneuerbarer Energie daran (PERE, PENRE)
Empfehlung Kriterium	Uneingeschränkte Empfehlung; Vorbereitung der Hersteller auf die Einführung der neuen Bauproduktenverordnung
Nachweis	Vorlegen der produktspezifischen Umweltproduktdeklaration

8.3.2 Kriterium GWP-Grenzwert

Ein Grenzwert beim Treibhauseffekt (GWP-Grenzwert) soll alle Dämmstoffhersteller dazu animieren, ihre Produktion zu optimieren und erneuerbare Energie einzusetzen. Darüber sollen die jeweils vorbildlichen Hersteller eines bestimmten Dämmmaterials und -form (Platten mit

jeweiliger Rohdichte, Matten, Einblasdämmstoffe) bestimmt werden. Ein Vergleich mit anderen Dämmmaterialien oder anderen Dämmstoffformen/Anwendungen wird nicht bezweckt.

Der Grenzwert umfasst daher nur die Produktionsphasen A1 bis A3. Als Bezug wird die Erfüllung einer definierten Dämmfunktion über einen definierten R-Wert vorgeschlagen. Für alle Dämmmaterialien wird ein eigener Grenzwert benötigt. Um die Rohdichteabhängigkeit im Grenzwert zu berücksichtigen, wird für Dämmstoffe mit großen Dichtespannbreiten ein roh-dichteabhängiger Grenzwert über eine Differenzierung nach Anwendungen oder in Verbindung mit einer Rohdichtenormierung empfohlen. Letztere kann genutzt werden, wenn die Dämmstoffe im betrachteten Rohdichtebereich mit derselben Wärmeleitfähigkeit hergestellt werden können und sich die Herstellungsverfahren dabei nicht wesentlich unterscheiden. Der Grenzwert errechnet sich dann aus einem auf eine zugehörige Normrohdsichte normierten, rohdsichte-spezifischen Grenzwert multipliziert mit der Rohdsichte des betrachteten Produkts. Hierdurch können verschiedene Druckfestigkeiten mit verschiedenen Grenzwerten berücksichtigt werden. So können bspw. feste Steinwolle-Platten, die für den Einbau an der Außenwand benötigt werden, den Grenzwert genauso erreichen wie lose Steinwollematten. Insbesondere für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen müssen zusätzlich separate Grenzwerte für Einblas-, Matten- und Plattendämmstoffe erstellt werden, weil deren Produktion völlig unterschiedlich ist. Es wird eine Grenzwertziehung für den GWP-gesamt statt den GWP-fossil gemäß DIN EN 15804 empfohlen, weil darüber aufgrund der biogenen Kohlenstoffaufnahme auch der tatsächliche Einsatz bspw. biogener Rohstoffe im Dämmmaterial und Bindemittel anstelle fossiler Rohstoffe honoriert werden kann. In den GWP-gesamt gehen biogene Rohstoffe im Gegensatz zum GWP-fossil mit negativen GWP-Werten entsprechend des enthaltenen biogenen Kohlenstoffs ein.

Um eigene Grenzwerte festzusetzen, bedarf es weiterer Arbeiten zur Auswertung verfügbarer Umweltproduktdeklarationen bzw. neuer, noch nicht verfügbarer Daten aus zukünftigen EPDs dazu.

Das Österreichische Umweltzeichen hat dämmstoffspezifische Grenzwerte zum Treibhauseffekt auf Basis des R-Wertes jeweils für die Dämmmaterialgruppen „Hartschaum-Dämmstoffe aus polymeren Rohstoffen“, „mineralische Wärmedämmstoffe“ und „Wärmedämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen“ abgeleitet. Grundlage dafür ist eine Studie des IBO (Boogman und Richter 2025), in der viele europäische Umweltproduktdeklarationen, generische Daten und IBO-Richtwerte ausgewertet wurden. Diese Grenzwerte werden ebenso für die jeweiligen Dämmstoffe im WDVS angesetzt, wohingegen die weiteren Bestandteile des WDVS bislang nicht betrachtet werden. Da die verschiedenen Dämmstoffe mit eigenen Grenzwerten adressiert sind, werden Materialart, Druckfestigkeit als auch Herstellungsverfahren berücksichtigt. Letztere werden explizit nur bei Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen unterschieden. Die Druckfestigkeit, die u.a. Dämmstoffplatten von -matten abgrenzt, wird bei Steinwolle, Glaswolle, EPS und XPS durch die Berücksichtigung der Rohdichte in der Grenzwertziehung einbezogen. Bei Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen wird bislang nicht nach Material und Rohdichte unterschieden.

Die Vorgehensweise des Österreichischen Umweltzeichens zu den GWP-Grenzwerten entspricht damit weitgehend der oben empfohlenen Methodik. Wenn zum aktuellen Zeitpunkt GWP-Grenzwerte eingeführt werden sollen, wird empfohlen, die GWP-Grenzwerte des österreichischen Umweltzeichens zu übernehmen.

Die Grenzwerte des Österreichischen Umweltzeichens beziehen sich auf eine einheitliche Dämmleistung entsprechend eines R-Wertes von $1 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}$ bezogen auf eine Anwendungsfläche von 1 m^2 . Die Umweltproduktdeklarationen in Deutschland weisen den GWP aber häufig für andere Funktionelle Einheiten wie z. B. pro kg Dämmstoffmasse oder 1 m^3 Dämmstoff aus. Daher muss zunächst eine Umrechnung der Einheiten erfolgen, um daraus den mit den

Grenzwerten des Österreichischen Umweltzeichens zu vergleichenden GWP zu ermitteln. Dafür muss die Dämmstoffmasse für einen R-Wert = $1 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)}/\text{W}$ berechnet werden. Die so erhaltene Dämmstoffmasse muss dann mit dem GWP pro kg Dämmstoffmasse aus der Umweltproduktdeklaration multipliziert werden. Der dann erhaltene Wert muss kleiner als der Grenzwert des österreichischen Umweltzeichens sein, um das Kriterium zu erfüllen.

Zukünftiger Nachbesserungsbedarf beim Österreichischen Umweltzeichen ergibt sich insbesondere für die Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, weil der dort dafür benannte Grenzwert für die Hersteller leicht erreichbar ist. Dies hat sich bei einem Vergleich der Grenzwert mit den in (Reinhardt et al. 2019) angesetzten konservativen GWP-Produktionsdaten auf Basis von Daten des IBO gezeigt. Weiterhin wird im österreichischen Umweltzeichen bislang für alle Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen derselbe GWP-gesamt Grenzwert angesetzt. Da im GWP-gesamt der in den Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen enthaltene biogene Kohlenstoff negativ angerechnet wird, haben diejenigen Dämmstoffe den kleinsten GWP-gesamt, die die größte Masse haben. Sie erreichen den bislang einheitlichen Grenzwert entsprechend leichter. Oftmals sind mit der Produktion dieser Dämmstoffe aber größere Umweltlasten verbunden. Daher müssen zukünftig entsprechend differenzierte Grenzwerte entwickelt werden, die dies berücksichtigen, um einen Optimierungsanreiz für die Hersteller setzen zu können.

Die Rohdichtenormierung muss ggf. bei Dämmstoffen hinterfragt werden, die im betrachteten Rohdichtebereich nicht mit derselben Wärmeleitfähigkeit hergestellt werden oder deren Herstellungsverfahren sich dabei wesentlich unterscheiden. Bei Steinwolle hat eine diesbezügliche überschlägige eigene Prüfung von Umweltproduktdeklarationen ergeben, dass unabhängig vom Rohdichtebereich dieselbe Wärmeleitfähigkeit im Produkt angestrebt wird und die Produktionslasten in erster Linie von der produzierten Masse abhängen. Die auf die Masse bezogenen (massespezifischen) Produktionslasten verändern sich nicht wesentlich, wenn Steinwolle anderer Rohdichte produziert wird. Daher erscheint die Rohdichtenormierung hier geeignet, um im Grenzwert die Abhängigkeit der Umweltlasten von der Rohdichte zu berücksichtigen.

Für weitere mineralische Dämmstoffe ist im Österreichischen Umweltzeichen kein Grenzwert ausgewiesen, so dass empfohlen wird, hier entweder stattdessen analog zum Österreichischen Umweltzeichen einen Mindestanteil der erneuerbaren Prozessenergie an der gesamten Prozessenergie von 15 % zu fordern. Oder alternativ könnten die in der Hintergrundstudie des IBO für das österreichische Umweltzeichen abgeleiteten Grenzwerte dafür herangezogen werden (Boogman und Richter 2025). Diese wurden aber im Rahmen dieser Studie nicht geprüft und auch nicht im Österreichischen Umweltzeichen übernommen.

Es wird empfohlen, zukünftig die Grenzwerte auf Basis der produktspezifischen Umweltproduktdeklarationen in Projekten ggf. in Zusammenarbeit mit dem Österreichischen Umweltzeichen weiter zu entwickeln und auch an die Regeln der Bauprodukteverordnung anzupassen. In Zukunft ist es auch denkbar, die Entsorgungsphase in den Grenzwert mit einzubeziehen, wenn diesbezügliche Aktivitäten der Hersteller einen differenzierbaren Einfluss auf die Art der Entsorgung haben und die Aspekte nicht über Kriterien zur Kreislaufwirtschaft abgedeckt werden. Die Empfehlung zum Kriterium sind in Tabelle 25 zusammengefasst.

Tabelle 25: Empfehlung zum Kriterium GWP-Benchmark

GWP-Benchmark (GWP₁₀₀ gesamt)	
Ziel und Wirkung	Material- und druckfestigkeitsspezifische (Platten gleicher Rohdichte, Matten, Einblasdämmstoffe) (= anwendungsspezifische) Grenzwertsetzung für den GWP ₁₀₀ gesamt aus der Produktionsphase (A1 bis A3) als Leitindikator für Umweltwirkungen. Diesbezügliche Optimierung/Umstellung der Herstellungsprozesse aller Dämmstoffe; Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energie
Empfehlung Kriterium	Empfehlung zur Übernahme der GWP-gesamt-Grenzwerte des Österreichischen Umweltzeichens für die Produktionsphase A1 bis A3; später Verifizierung anhand gesammelter Daten und Verbesserung der Grenzwerte insbesondere für Dämmstoffe aus erneuerbaren Rohstoffen. Noch keine Grenzwerte für Versauerungs- und Eutrophierungspotenzial, sondern zukünftige Entwicklung aus gesammelten Daten
Nachweis	GWP ₁₀₀ gesamt (A1-A3) entsprechend DIN EN 15804 aus produktspezifischer EPD < Grenzwert

8.3.3 Weitere Kriterien zu bilanzierenden Indikatoren

8.3.3.1 Kriterien Versauerungs- und Eutrophierungspotenzial

Eine Betrachtung von weiteren Umweltwirkungskategorien neben dem GWP wie bspw. dem Versauerungs- oder Eutrophierungspotenzial als Kriterium ist sinnvoll, um weitere, ggf. zum GWP gegenläufige, Umweltwirkungen zu adressieren. Damit wird eine vollumfassende Optimierung der Produktion gewährleistet.

Das Vorgehen und die Methodik wären analog zum GWP (Kapitel 8.3.2). Die bislang verfügbaren Daten reichen aber nicht aus, um Grenzwerte abzuleiten und es gibt auch durch das Österreichische Umweltzeichen keine Veröffentlichungen dazu. Zukünftig wird die Setzung von diesbezüglichen Grenzwerten empfohlen. Die Informationen dazu können über das Kriterium produktspezifische Umweltproduktdeklarationen (Kapitel 8.3.1) beschafft werden und werden zukünftig auch über diesbezügliche Vorgaben in der BauPVO generiert. Für den Moment werden die Umweltwirkungen über den GWP zum großen Teil mit adressiert.

8.3.3.2 Kriterium Erneuerbare Energie

Ein weiteres potenzielles Kriterium betrifft den Anteil erneuerbarer Energie an der Prozessenergie und den Anteil an Ökostrom in der Produktion von Dämmstoffen mit dem Blauen Engel. Ziel ist die Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energie und damit auch deren Ausbau. Zu Letzterem kann der Hersteller auf seinem Werksgelände auch direkt beitragen.

Der Anteil Ökostrom könnte zu 100 % festgesetzt werden, wobei selbst erzeugter erneuerbarer Strom doppelt in die Bewertung einfließen könnte, um entsprechende Investitionen der Hersteller zu würdigen (siehe z. B. DE-UZ 233 für Verpackungen). Der Nachweis könnte über Ausweisung der eingekauften und produzierten Ökostrommenge im Verhältnis zur benötigten Gesamtstrommenge erfolgen. Hierzu müsste aber der gesamte Produktionsstandort diese Anforderung erfüllen, weil eine isolierte diesbezügliche Betrachtung einzelner Produkte schwierig ist: Eine gesamte Zuordnung des Ökostroms zur Produktion eines Produktes hätte zur Folge, dass für alle weiteren Produkte kein Ökostrom in den EPDs angerechnet werden dürfte. Dies könnte zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen, da in der praktischen Umsetzung mit abweichenden Vorgehensweisen zu rechnen ist, wodurch eine systematische Asymmetrie bzw. eine tendenziell günstigere Darstellung begünstigt werden kann.

Viel Energie wird bei manchen Dämmstofftypen für die Bereitstellung von Prozesswärme benötigt, welche teilweise über Strom gedeckt wird. Aufgrund der großen benötigten Menge müssten für die betroffenen Dämmstofftypen ggf. die geforderten Anteile an Ökostrom reduziert werden, weil sie sonst eine große Hürde zum Erhalt des Blauen Engels darstellen würden. Eine Aufspaltung des Strombedarfs in solchen für Wärmebereitstellung und alle weiteren Prozesse ist aber nicht einfach möglich.

Ein geforderter Mindestanteil erneuerbarer Energie an der gesamten Prozessenergie würde auch die Wärmeenergie umfassen, die nicht über Strom bereitgestellt wird. Der Nachweis könnte über den Anteil der erneuerbaren Prozessenergie (PERE) im Verhältnis zur gesamten Prozessenergie (PERE+PENRE) aus den Angaben in der Umweltproduktdeklaration erfolgen. Aber auch hierfür müssten verschiedene Mindestanteile für jede Dämmstoffindustrie festgelegt werden, weil dieses Kriterium sonst für Dämmstofftypen, die wie bspw. die Mineralwolleindustrie viel Prozessenergie in der Herstellung benötigen, eine große Hürde zum Erhalt des Blauen Engels darstellen würde.

Die Effekte durch den Anteil erneuerbarer Energie an der gesamten Prozessenergie und den Anteil Ökostrom spiegeln sich im GWP wider. Deshalb und auch aufgrund der schwierigen Festlegung der dämmstoffspezifischen Anteile (material- und herstellungsverfahrenabhängig) wird empfohlen, vorrangig GWP-Grenzwerte einzuführen und darüber auch dieses Kriterium mit abzudecken, ohne dieses als eigenständiges Kriterium auszuführen. Für die mineralischen Dämmstoffe außer Mineralwolle sind noch keine GWP-Grenzwerte verfügbar, die angesetzt werden können, weshalb für diese in Vertretung die Forderung gem. des Österreichischen Umweltzeichens eines PERE-Anteils von $\geq 15\%$ empfohlen wird, bis GWP-Grenzwerte verfügbar sind.

8.4 Integration der Ressourceneffizienz bei der Herstellung

Ziel ist die Bewertung des Ressourcenverbrauchs durch die in den Dämmstoffen enthaltenen Rohstoffe und Materialien, um ressourcenschonende Produktionsformen über Vergabekriterien des Blauen Engels zu fördern.

Der Ressourcenverbrauch lässt sich zum einen durch Materialoptimierungen vermindern, indem dieselbe Dämmwirkung durch weniger Dämmmasse erreicht wird. Zum anderen können durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen ggf. Primärrohstoffe eingespart und damit der Ressourcenverbrauch durch die Dämmstoffproduktion gesenkt werden. Dies gilt aber dann nur noch eingeschränkt, wenn die Dämmstoffhersteller dafür verstärkt auf viel gefragte und wertvolle Sekundärrohstoffe aus anderen Anwendungsgebieten zurückgreifen, wie Altglas oder EPS-Verpackungsmaterial. Diese Sekundärrohstoffe fehlen dann für andere Anwendungen, so dass diese wiederum auf Primärrohstoffe zurückgreifen müssen. So wird der Primärressourcenverbrauch in Summe nicht vermindert, sondern nur verschoben.

Wie ressourceneffizient die Produktion der Dämmstoffe erfolgt, lässt sich für die mineralischen Dämmstoffe über den mineralischen kumulierten Rohstoffaufwand (KRA mineralisch) bzw. den Rohstoffeinsatz (engl. Raw Material Input) RMI mineralisch quantifizieren. Der RMI gleicht für abiotische Rohstoffe dem KRA. Für die anderen Dämmstoffe lässt sich die Ressourceneffizienz der Produktion besser bspw. über den Materialanteil (Feedstock) des gesamten kumulierten Energieaufwands bestimmen. In den RMI mineralisch gehen die weiterverarbeiteten Primärrohstoffmassen ein, in den gesamten kumulierten Energieaufwand die Heizwerte der enthaltenen Rohstoffe. Da verwendete Sekundärrohstoffe in den mineralischen RMI demzufolge nicht eingehen, in den gesamten kumulierten Energieaufwand über den Heizwert aber je nach Methodik schon, muss mindestens für die nicht-mineralischen Dämmstoffe der Anteil an Sekundärrohstoffen zusätzlich zum gesamten kumulierten Energieaufwand betrachtet werden. Nur dann lässt

sich auch für nicht-mineralische Dämmstoffe sicher der Primärrohstoffaufwand beziffern. Ebenso ist die Ausweisung des Anteils an Sekundärrohstoffen nötig, um auch die Sekundärrohstoffbedarfe der mineralischen Dämmstoffe zu erfassen.

Es werden derzeit keine Kriterien zur Bewertung des Ressourcenverbrauchs empfohlen, weil eine diesbezügliche Lenkungswirkung entweder schon durch andere Kriterien erreicht wird oder nicht gegeben ist (s. Kapitel 8.4.1.1).

8.4.1 Weitere Kriterien zur Ressourceneffizienz

8.4.1.1 Kriterien zum primären und sekundären Ressourcenverbrauch

Angaben zur Energie im Material bzw. zum mineralischen Rohstoffaufwand sowie dem Anteil an eingesetzten Sekundärrohstoffen (Sekundärrohstoffanteil) adressieren den Ressourcenverbrauch (primär und sekundär) durch die Rohstoffe in synthetischen Dämmstoffen und solchen aus nachwachsenden bzw. mineralischen Rohstoffen. Ein entsprechender Grenzwert als Kriterium für den Indikator vergegenständlichter Heizwert (PERM + PENRM) für ggf. nach Abzug des Sekundärrohstoffanteils verbleibendes Primärmaterial (alle nicht-mineralischen Dämmstoffe) bzw. den RMI mineralisch (mineralische Dämmstoffe) in Abhängigkeit von Dämmstoffmaterial und Herstellungsverfahren würde Hersteller dazu animieren, den primären Rohstoffeinsatz im jeweiligen Produkt zu reduzieren.

Diese Kriterien werden nicht empfohlen, weil der Anteil an eingesetzten Sekundärrohstoffen, der den Haupthebel für eine Reduktion des primären Rohstoffeinsatzes bildet, bereits über das angedachte Kriterium „RC-Quote“ im Themenfeld „Kreislaufwirtschaft“ adressiert wird (s. Kapitel 8.2.3). Je nach Ausgestaltung dieses Kriteriums werden darin aber keine Sekundärrohstoffe aus gefragten Märkten wie bspw. Altglas oder EPS-Verpackung eingerechnet, wohingegen sich diese in den hier behandelten Indikatoren ressourcenmindernd ausdrücken würden. Da der weitergehende Einsatz dieser wertvollen Sekundärrohstoffe in Dämmstoffen aber nicht belohnt werden soll, wäre das ohnehin kontraproduktiv. Eine Reduktion des Materialeinsatzes, die einen weiteren Hebel für eine Reduktion des Rohstoffeinsatzes darstellt, kann nur in sehr begrenztem Umfang erfolgen. Die Hersteller versuchen bereits aus ökonomischen Gründen, ihre Produkte materialeitig zu optimieren, weil die produzierten Materialmassen Kostentreiber sind.

Die Erstellung von Grenzwerten für alle Dämmstofftypen (Material und Herstellungsverfahren) wäre zudem komplex und aufgrund der Datenlage auch noch nicht möglich.

Durch das Kriterium „produktspezifische EPD“ (s. Kapitel 8.3.1) wird der materialeitige kumulierte Energieaufwand (PERM + PENRM) ausgewiesen und kann zur Verbesserung der Datenlage gesammelt werden. Somit kann dieser für eine evtl. zukünftige Grenzwertbildung herangezogen werden. Ebenso wird in EPDs nach der DIN EN 15804 der Einsatz von Sekundärmaterialien angegeben, so dass der daraus resultierende Sekundärrohstoffanteil dabei ggf. berücksichtigt werden kann. Anders sieht es für den Indikator RMI mineralisch aus, der in EPDs nicht standardmäßig ausgewiesen wird. Im Rahmen der Erweiterung der Anforderungen an die Kennzeichnung um Transparenzaspekte (s. Kapitel 7.5.4) werden aber die zugehörigen Rohstoffmengen und deren Quellen (primär/sekundär) vertraulich beim RAL hinterlegt, so dass der Indikator daraus berechnet werden kann. Gleiches gilt für weitere Informationen zum Sekundärrohstoffanteil, falls die Angaben zum Einsatz von Sekundärmaterialien in den EPDs nicht zu dessen Berechnung ausreichen sollten.

8.5 Massenbilanzverfahren

EPS, XPS und PUR/PIR werden fast ausschließlich aus fossilen Rohstoffen hergestellt. Ein geringer Anteil der fossilen Rohstoffe kann durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden. In Frage kommen dabei insbesondere biobasierte Abfallprodukte, die nicht in Konkurrenz zur Lebensmittelherstellung stehen. Ein mittlerweile etabliertes Ausgangsmaterial stellt beispielsweise altes Speiseöl dar. Dieses wird derart aufbereitet, dass es im Raffinerieprozess einen Teil der fossilen Rohstoffe ersetzen kann.

Ähnlich wie beim Ökostrom oder Fairtrade-Siegeln gibt es Zertifizierungsmechanismen (z. B. ISCC PLUS, REDcert2), die es ermöglichen, die biobasierte Rohstoffbasis einem Endprodukt (z. B. Hartschaumdämmplatte aus EPS) massenbilanziell zuzuordnen. Dabei handelt es sich um Nachweissysteme innerhalb der Lieferkette, d. h. eine freie Allokation (Handel mit Zertifikaten) ist nicht erlaubt. Ein geringer Teil der hergestellten Produkte kann somit beispielsweise als 100 % biobasiert ausgezeichnet werden, wohingegen allen anderen Produkten eine fossile Rohstoffbasis zugeordnet wird. Auf dem Markt erhältlich sind massenbilanziell biobasiertes EPS, XPS und PUR/PIR.

Neben biobasierten Rohstoffen wird auch das chemische Recycling von Kunststoffabfällen als potenzieller Beitrag zur Rohstoffversorgung diskutiert. Dabei werden Kunststoffabfälle durch verschiedene Verfahren (z. B. Pyrolyse, Vergasung) in Grundbausteine zerlegt, die anschließend erneut in der chemischen Industrie eingesetzt werden können. Da die so gewonnenen Rohstoffe chemisch nicht von fossilen Rohstoffen unterscheidbar sind, erfolgt die Zurechnung von Rezyklatanteilen ebenfalls über das Massenbilanzverfahren.

Eine Getrennthaltung der Rohstoffe aus dem chemischen Recycling bzw. von biobasierten Ausgangsstoffen zu der Produktion aus fossilen Rohstoffen würde zusätzliche Produktionsinfrastruktur benötigen. Darüber hinaus ist unklar, welchen Anteil chemisch recycelte bzw. biobasierte Rohstoffe in der Vorkette der Kunststoffherstellung ohne Qualitätsverlust einnehmen können. Über das technisch mögliche und die daraus resultierende Skalierbarkeit des Verfahrens sind keine Informationen verfügbar. Das Massenbilanzverfahren ist daher nicht unumstritten. Vor- und Nachteile werden im Folgenden kurz erläutert.

Nachteile:

- ▶ Beworbener Anteil Rezyklat/biobasierte Rohstoffe entspricht nicht dem tatsächlichen Gehalt
- ▶ Für Kund:innen schlecht nachvollziehbar
- ▶ Claim „100 % Rezyklatanteil“ möglich – stellt Benachteiligung des mechanischen Recyclings dar, da technisch aktuell keine 100 % erreicht werden können und Materialverfügbarkeit nicht gegeben
- ▶ Im Rahmen von Ökobilanzen für EPDs nicht anerkannt

Vorteile:

- ▶ Effizientere Prozessführung durch Nutzung der bestehenden Infrastruktur (Drop-In-Lösung)
- ▶ Im Marketing besser zu vermarkten/bewerben -> Pull-Effekt
- ▶ Sinnvolles Instrument für die Transformation, kann danach wieder abgeschafft werden

Sollte ein Vergabekriterium des Blauen Engels den Einsatz von biobasierten Rohstoffen bei der Herstellung von kunststoffbasierten Dämmstoffen fordern, so empfiehlt sich die Umsetzung des

Nachweises einer biobasierten Rohstoffbasis über das Massenbilanzverfahren. Aufgrund der umstrittenen Stellung des Massenbilanzverfahrens sollte eine Abwägung der Vor- und Nachteile stattfinden.

Als Nachweis für die Erfüllung eines Rezyklatgehalts empfiehlt sich das Massenbilanzverfahren nicht, da das deutlich ökologischere mechanische Recycling hier im Vordergrund stehen sollte. Auch im Sinne einer transparenten Kommunikation der Kriterien des Blauen Engels an den Endkunden disqualifiziert sich das Massenbilanzverfahren.

8.6 Kunststoffemissionen in die Umwelt – Makro-, Mikro- und Nanoplastik

Das folgende Kapitel setzt sich mit dem Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Dämmstoffen und der Emission von Kunststoffen in die Umwelt auseinander.

Makro-, Mikro- und Nanoplastik

Makro-, Mikro-, und Nanoplastik bezeichnen Kunststoffteile, die in die Umwelt gelangen und sich dort anreichern können. Bis zu einer Größe von 5 mm spricht man von Makroplastik. Kleinere Partikel werden als Mikroplastik bezeichnet. Obwohl es keine offizielle untere Größengrenze für Mikroplastik gibt, ist 1 µm im wissenschaftlichen Kontext weit verbreitet. Partikel, die kleiner als 1 µm sind, werden gewöhnlich als Nanoplastik bezeichnet. (Ramsperger et al. 2023)

Der „Plastik“-Begriff bezieht sich im diskutierten Zusammenhang auf ein Material, das sich aus organischen Polymeren und Additiven zusammensetzt. Die Polymere sind nicht oder nur sehr langsam bioabbaubar, sodass sie sich in der Natur nicht vollständig abbauen und somit in verschiedenen Umweltkompartimenten ansammeln. Die enthaltenen Additive können freigesetzt werden. (Bujnicki et al. 2019)

Mikroplastik wird in drei Kategorien unterschieden. Primäres Mikroplastik vom Typ A wird gezielt hergestellt (z. B. Schüttdämmung), primäres Mikroplastik vom Typ B entsteht während der Nutzung (z. B. Abrieb und Schnittverluste von Dämmstoffen) und sekundäres Mikroplastik wird durch die langsame Fragmentierung von Makroplastik (z. B. große Bruchstücke von Dämmstoffen) in der Umwelt durch Umwelteinflüsse wie UV-Strahlung, mechanische Einwirkungen oder biologische Prozesse freigesetzt (Bertling et al. 2018a; Ramsperger et al. 2023). Sogenanntes Nanoplastik entsteht durch eine weitere Fragmentierung von Mikroplastik. Allerdings bestehen hier noch große Wissenslücken, da nur begrenzte Analyse-Methoden für Nanoplastik zur Verfügung stehen. (Bujnicki et al. 2019)

Gefahren durch Kunststoffemissionen

Makro-, Mikro- und Nanoplastik wurde in zahlreichen Umweltkompartimenten nachgewiesen. Dazu zählen Meeres- und Küstengebiete, Süßwasser und Flussmündungen, Abwasser, Böden, Luft, Tiere und Pflanzen sowie Trinkwasser und Nahrungsmitteln (Bujnicki et al. 2019). Man muss davon ausgehen, dass Plastikteile und -partikel in allen Umweltkompartimenten vorhanden sind.

Wissenschaftlicher Konsens besteht über die folgenden Wirkmechanismen dieser Plastikteile auf Organismen und die Umwelt. Polymere besitzen aufgrund ihrer chemischen Struktur eine geringe Reaktivität und sind somit wenig toxisch im klassischen Sinne. Die beobachteten schädlichen Effekte auf Organismen basieren hauptsächlich auf physikalischen Wirkmechanismen. Dazu zählen beispielsweise äußere Einwirkungen wie Strangulation und Verheddern oder innere Einwirkungen von kleineren Partikeln durch Aufnahme, Ausscheidung oder Akkumulation (z. B. Nahrungsverdrängung, Entzündungen, etc.). Im erweiterten Sinne zählt auch das

Verschleppen von Arten über weite Distanzen zu den physikalischen Gefahren von Kunststoffen in der Umwelt (Bertling et al. 2018a; Dzierżyński et al. 2024; Koelmans et al. 2022).

Zusätzlich bestehen Gefahren durch chemische Wirkmechanismen. Diese gehen von organischen Stoffen aus, die in den Polymeren ungebunden vorliegen und durch Leaching freigesetzt werden können. Dabei handelt es sich beispielsweise um Additive, Restmonomere, Katalysatoren oder Reaktionsnebenprodukte, die eine Reaktivität und damit eine hohe Toxizität für Organismen mit sich bringen. Gleichzeitig können bereits in der Umwelt vorhandene Schadstoffe in die Polymermatrix aufgenommen werden. Hierdurch erhöht sich die Bioverfügbarkeit dieser Schadstoffe (Bujnicki et al. 2019).

Die konkreten Auswirkungen und Risiken auf die Umwelt sind dennoch schwer zu bestimmen und zu messen. Es fehlt an einheitlichen Messmethoden und Modellen zur Bewertung des Gefahrenpotentials von Makro- Mikro- und Nanoplastik (Bujnicki et al. 2019).

Die Vielzahl der Einflussfaktoren wie Kunststoffsorte, Herstellungsmethode, Additivierung, Geometrie der emittierten Teile, Degradationsverhalten in der Umwelt, Bedingungen im betreffenden Umweltkompartiment, etc. erschweren eine wissenschaftlich fundierte Bewertung einzelner Dämmstoffe. Pauschale Aussagen zur Gefährlichkeit einzelner Dämmstoffe in Bezug auf die Emission von Kunststoffen in die Umwelt sind somit bisher nur sehr begrenzt möglich.

Zwei Grundsätze sind generell gültig. Kunststoffemissionen sollten auf ein Minimum reduziert werden. Stoffe mit gefährlichem Eigenschaftsprofil sollten möglichst nicht als Additive eingesetzt werden.

Dämmstoffe als Quelle für Kunststoffemissionen

Um zu evaluieren, welche Dämmstoffe zur Emission von Kunststoffen beitragen können, wurden die Dämmstoffe betrachtet, die am häufigsten an der Gebäudehülle (Dach und Fassade) zum Einsatz kommen und polymere Bestandteile enthalten. Dazu zählen EPS-, PUR-, Mineralwolle-, und Holzfaserplatten (Trockenverfahren). XPS wird hier nicht separat betrachtet, ist jedoch mit den Ergebnissen für EPS vergleichbar. Die folgende Tabelle 26 listet die betrachteten Dämmstoffe und ihre als Mikroplastikquelle in Frage kommenden Bestandteile auf. Zusätzlich wurde die Masse der entsprechenden Bestandteile für einen Quadratmeter und einen Wärmedurchlasswiderstand von $R = 1 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ abgeschätzt. Als Datengrundlage dienten die Angaben von Herstellern und Herstellerverbänden in EPDs. Es handelt sich bei den berechneten Werten nicht um exakte Angaben, dennoch kann die Größenordnung der eingesetzten Menge ausreichend genau abgeschätzt und bewertet werden. Die Berechnungsgrundlagen können dem Anhang F entnommen werden.

Tabelle 26: Dämmstoffe und die als Mikroplastikquelle in Frage kommenden Bestandteile. Die Berechnungsgrundlagen können dem Anhang F entnommen werden.

Dämmstoff	Bestandteile die als Mikroplastikquelle in Frage kommen	Anteil am Dämmstoff	Menge polymere Bestandteile normiert auf 1 m ² mit R=1 (m ² K)/W
EPS-Platte	Polystyrol	90 % - 100 %	~ 0,4 – 1,1 kg
PUR-Platte	Polyurethan	100 %	~ 0,8 – 1,0 kg
Mineralwolle-Platte	Bindemittel (z. B. Phenolharz oder andere inerte Polymere)	2 % - 8 %	~ 0,1 – 0,6 kg
Holzfaserplatte (Trockenverfahren)	Polyurethan Paraffin ⁸	4 % - 5 % 0% - 4 %	~ 0,2 – 0,4 kg ~ < 0,1 – 0,3 kg

Quelle: Eigene Darstellung (Berechnung und Datengrundlage in Anhang F)

Paraffin wurde mit in die Betrachtung aufgenommen, obwohl es einen Grenzfall zwischen flüssigen und festen Polymeren darstellt.

Die betrachteten EPS- und PUR-Platten bestehen fast vollständig aus Kunststoff, wohingegen Mineralwolle- und Holzfaserplatten einen Anteil von <10 % polymeren Materials enthalten. Bezogen auf die Dämmwirkung liegen die Mengen der potenziell freisetzbaren polymeren Bestandteile aufgrund der höheren Rohdichte von Mineralwolle- und Holzfaserplatten, für alle Dämmstoffe innerhalb einer Größenordnung. Die Menge variiert innerhalb eines Dämmstoff-Typs je nach Anwendungsfall. Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit sind dabei die wichtigsten Einflussfaktoren.

Aus der durchgeführten Analyse lässt sich ableiten, dass für alle Dämmstoffe, die polymere Bestandteile enthalten, die Gefahr der Freisetzung von Mikroplastik anhand passender Vergabekriterien adressiert werden sollte.

In vielen Fällen ist es für Verbraucher auf den ersten Blick nicht ersichtlich, dass und wie viel Kunststoff enthalten ist. Etwa 98 % des deutschen Dämmstoff-Marktvolumens sind Produkte, die Kunststoffe enthalten (IC 2021).

Es gibt Dämmstoffe, die frei von Kunststoffen sind. Deren Anwendung ist jedoch eingeschränkt und benötigt möglicherweise, je nach Einbausituation, kunststoffhaltige Klebstoffe. Die Studie von Pichlmeier et al. (2025) nennt die folgenden Dämmstoffe mit entsprechenden Anwendungsfällen:

- ▶ Schafwollgedämmstoffe in Holzkonstruktionen von Dächern, Decken, Innen- und Außenwänden, Trittschalldämmung und zum Ausstopfen von Fenster- und Türfugen oder anderer Hohlräume
- ▶ Korkdämmplatten, die durch korkeigene Harze gebunden werden, als Trittschalldämmung und Korkgranulat als Ausgleichs- oder Dämmschüttung.
- ▶ Einblasdämmung aus Stroh im Holzrahmenbau

⁸ Die meisten Definitionen zu Mikroplastik beschränken sich auf feste Partikel. Greenpeace e. V. und Bund für Umwelt und Naturschutz e. V. schließen aus einer problem- und vorsorgeorientierten Sichtweise gelöste, gelartige und flüssige Polymere mit ein. Paraffin stellt einen Grenzfall zwischen fest und flüssig dar.

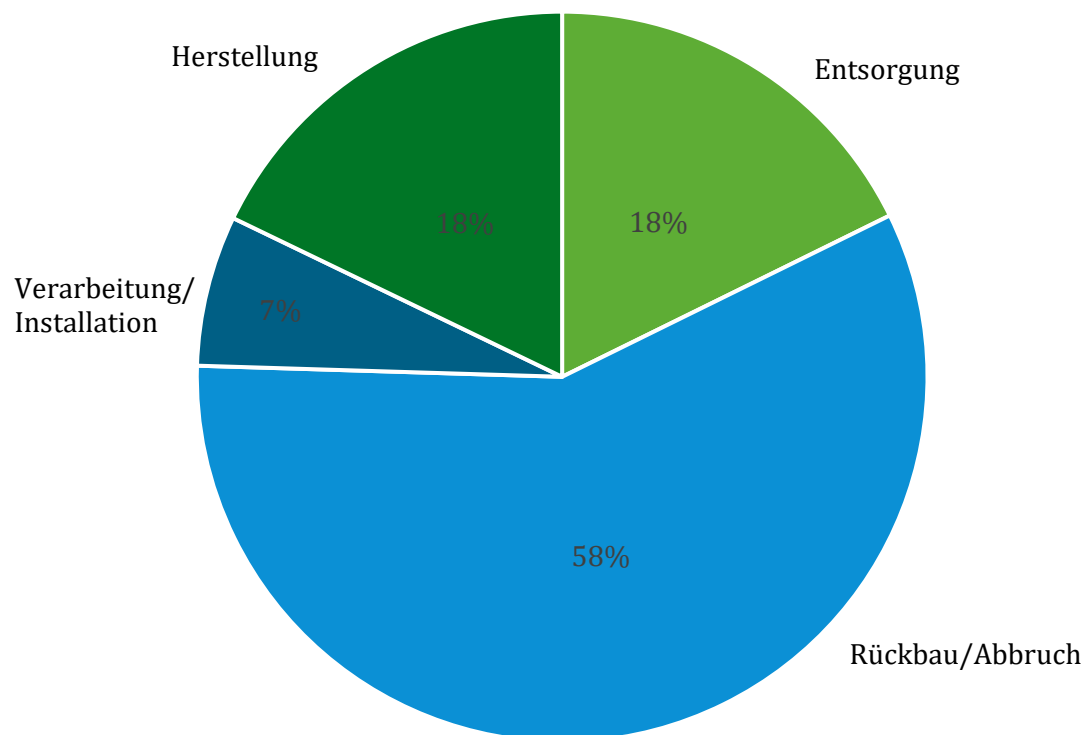
- ▶ Hanfschäben im Decken- und Fußbodenbereich als Hohlraumdämmung oder als Ausgleichschüttung
- ▶ Mineralschaum- und Perlitplatten für ein Wärmedämmverbundsystem oder Innenwanddämmung
- ▶ Calcium-Silikat-Platten für die Innenwanddämmung
- ▶ Schaumglas als Platte oder Schüttung für die Perimeterdämmung, als Flachdachdämmung oder für ein Wärmedämmverbundsystem
- ▶ Blähglas, Blähton und Blähperlite als Schüttdämmstoffe

In Summe decken diese Dämmstoffe aktuell ein Marktvolumen von weniger als 2 % ab (IC 2021).

Freigesetzte Mengen und Freisetzungsmechanismen

Auf Basis einer Übersichtsstudie zu Mikroplastik (Bertling et al. 2018a) wurde abgeschätzt, in welchem Lebenszyklusabschnitt von Dämmstoffen das meiste primäre Mikroplastik vom Typ B emittiert wird. Die folgende Abbildung 17 zeigt das Ergebnis der Abschätzung. Demnach entfällt ein Großteil der Emissionen auf den Rückbau bzw. Abbruch von Gebäuden. Es folgen Entsorgung und Herstellung mit jeweils etwa einem Fünftel. Die Verarbeitung verursacht verhältnismäßig wenige Mikroplastik-Emissionen. In jeder Lebenszyklusphase wirken andere Freisetzungsmechanismen.

Abbildung 17: Primäres Mikroplastik – Emissionen durch Dämmstoffe in Deutschland pro Jahr (abgeleitet aus Bertling et al. 2018)



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von (Bertling et al. 2018a)

Bei der Herstellung von Dämmstoffen dominieren vermutlich Pelletverluste. Dämmstoffe aus thermoplastischen Kunststoffen (also insbesondere Dämmstoffe aus Polystyrol) werden aus einem Kunststoffgranulat, sogenannten Pellets, hergestellt. Bei der Produktion und im Zusammenhang mit Vertrieb, Lagerung, Transport und der Prozessierung dieser Pellets können diese bei unsachgemäßer Handhabung in die Umwelt gelangen. Weltweit können sich Unternehmen an der Initiative „Operation Clean Sweep“ beteiligen, um so die Emission von Kunststoffgranulat entlang der Lieferkette zu verringern.

Die Verarbeitung und Installation von Dämmstoffen auf der Baustelle verursacht Mikroplastik-Emissionen durch Abrieb und Schnittverluste. Durch die Witterung können diese Verluste in die Umwelt eingetragen werden.

Die größten Mikroplastik-Emissionen werden durch den Abrieb bei Rückbau- und Abbrucharbeiten herbeigeführt. Da eine Rückbaubarkeit meist nicht gegeben ist, erfolgen diese Arbeiten oftmals mit schwerem Gerät. Die Freisetzung von polymeren Bestandteilen des Gebäudes kann so nur schwer kontrolliert bzw. vermieden werden. Eine bessere Rückbaubarkeit von Dämmstoffen und eine entsprechend angepassten Vorgehensweise beim Rückbau fördert somit nicht nur das Recycling, sondern trägt signifikant zur Vermeidung von Mikroplastikemissionen bei.

Bei der Entsorgung von Baustellenabfällen/Bauschutt findet eine Zerkleinerung der Abfälle statt, was zu einer Freisetzung durch Stäube führen kann. Weiterhin ist eine Emission von Mikroplastik nach einer Deponierung möglich.

Insgesamt liegt die Freisetzung von primärem Mikroplastik in Deutschland bei ca. 330 kt pro Jahr. Es muss von einer Emission von mindestens 2 kt primärem Mikroplastik pro Jahr in Deutschland durch die Dämmstoffnutzung ausgegangen werden. Hinzu kommt sekundäres Mikroplastik aus Makroplastik. Eine Abschätzung der Makroplastikmenge ist mit sehr großen Unsicherheiten behaftet. Es wird insgesamt von ca. 116 kt Makroplastik-Emissionen pro Jahr in Deutschland ausgegangen. Der Anteil der Dämmstoffe daran bleibt unklar. Falls es sich um den gleichen Anteil wie beim primärem Mikroplastik handelt, liegen die Emissionen, die auf Dämmstoffe zurückzuführen sind bei ca. 0,74 kt. Eine mögliche Ursache für Makroplastik-Emissionen stellt beispielsweise ungesicherte Lagerung im Freien dar. (Bertling et al. 2021)

Folgende Vermeidungsstrategien und mögliche Maßnahmen können ergriffen werden, um Mikro- und Makroplastik-Emissionen zu verringern (Bertling et al. 2021):

- ▶ Zertifizierung der herstellenden Unternehmen, die Kunststoffgranulate verwenden, nach dem „Operation Clean Sweep“-Standard, um Pelletverluste zu vermeiden.
- ▶ Beim Schneiden der Dämmstoffplatten sollten Heißschneidegeräte Standard sein. Ein geschlossener Staubschutz bis zum Boden und ein professionelles Industriesauggerät ergänzen den Schutz vor Verwehungen (Bertling et al. 2018b; Die Umweltberatung 2023)
- ▶ Filtersysteme während der Bauphase (z. B: Niederschlagsfilter)
- ▶ Materialsicherung (z. B. Lagerung in geschlossenen Containern)
- ▶ Anwendungs- und Verarbeitungsvorgaben /-hinweise können helfen, Mikroplastik zu vermeiden (z. B. nicht verkleben, um Rückbau zu erleichtern)

Kriterien-Vorschläge

Der direkte Einfluss von Dämmstoffherstellern auf die Handhabung der Dämmstoffe auf der Baustelle und beim Abbruch von Gebäuden und damit auf die Freisetzung von Mikroplastik ist

begrenzt. Es werden im Rahmen dieser Studie zwei Kriterien zur Vermeidung von Kunststoffemissionen vorgeschlagen.

Das erste Kriterium bezieht sich auf Emissionen bei der Herstellung, auf die der Hersteller Einfluss nehmen kann. Es wird eine Zertifizierung nach dem Standard „Operation Clean Sweep“ oder einem vergleichbaren Standard gefordert und kommt für alle Unternehmen in Frage, die in Ihrer Wertschöpfungskette Kunststoffgranulate verarbeiten.

Das zweite Kriterium verlangt die Formulierung und Veröffentlichung von Empfehlungen zur Vermeidung von Kunststoff-Emissionen bei der Verarbeitung und Installation auf der Baustelle im Sinne eines „Best Practice“.

Da bereits ein Kriterium zu stofflichen Anforderungen besteht, wird an dieser Stelle darauf verzichtet, den Einsatz gefährlicher Stoffe erneut zu adressieren.

Schüttdämmstoffe auf Kunststoffbasis gelten zwar als potenzielle Mikroplastikquellen, insbesondere bei unsachgemäßer Handhabung. Gleichzeitig bieten sie jedoch den Vorteil, dass sie sortenrein und rückbaubar eingebaut werden und sich dadurch sehr gut recyceln lassen. Darüber hinaus müssen sie nicht zugeschnitten werden und verursachen somit in diesem Zusammenhang keine Mikroplastikemissionen. Als Ergebnis einer Abwägung der genannten Aspekte wird kein spezielles Kriterium für Schüttdämmstoffe vorgeschlagen.

9 Quellenverzeichnis

AgBB: Anforderungen an die Innenraumluftqualität in Gebäuden: Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VVOC, VOC und SVOC) aus Bauprodukten.

Bendix, P.; Berg, H.; Sebestyén, J.; Ritthoff, M.; Perschel, L.; Eckert, D.; Kocina, R. et al. (2021): Förderung einer hochwertigen Verwertung von Kunststoffen aus Abbruchabfällen sowie der Stärkung des Rezyklateinsatzes in Bauprodukten im Sinne der europäischen Kunststoffstrategie. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) (Texte, 151/2021).

Bertling, J.; Bertling, R.; Hamann, L. (2018a): Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. UMSICHT: Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Kurzfassung der Konsortialstudie. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Oberhausen.

Bertling, J.; Dau, K.; Selig, U.; Werner, S. (2021): Mikroplastikeinträge in die marine Umwelt – Stand des Wissens und Handlungsoptionen. Ergebnisse der Berliner Workshop-Reihe zu Mikroplastik. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA).

Bertling, J.; Hamann, L.; Hiebel, M. (2018b): Mikroplastik und synthetische Polymere in Kosmetikprodukten sowie Wasch-, Putz- und Reinigungsmitteln. Endbericht. Hg. v. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT. Oberhausen.

Bigalke, U. (2024): Informationen zum Energiesprong-prinzip, 15.02.2024. E-Mail an Christoph Sprengard.

BKV GmbH [Hrsg.] (2017): Aufkommen und Management von EPS- und XPS-Abfällen in Deutschland 2016 in den Bereichen Verpackung und Bau. Frankfurt am Main.

Boogman, P. und Richter, S. (2025): Benchmarks für das österreichische Umweltzeichen. Überarbeitung der Grundlagen und Grenzwerte der ökologischen Kennwerte für die Umweltzeichenrichtlinie UZ 79 Wärmedämmverbundsysteme. Hg. v. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Wien.

Broszies, T.; Paul, A.; Liestmann, Z.; Schaudienst, F.; Vogdt, F. U. (2023): Recycling von Mineralwolle, die im Schmelzwannenverfahren hergestellt wurde. BBSR-Online-Publikation 29/2023. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Bonn. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2023/bbsr-online-29-2023-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 08.11.2023.

Bujnicki, J.; Dykstra, P.; Fortunato, E.; Grobert, N.; Heuer, R.-D.; Keskitalo, C.; Nurse, P. (2019): A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society. Hg. v. SAPEA.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) [Hrsg.] (2025): Bundesförderung Serielles Sanieren. Online verfügbar unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Serielles_Sanieren/serielles_sanieren_node.html, zuletzt geprüft am 13.03.2025.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) [Hrsg.] (2022): Deutschland - Rohstoffsituation 2021. Hannover. Online verfügbar unter https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2021.pdf;jsessionid=133E5D3319F833EF8902380D0C0D34C1.internet942?__blob=publicationFile&v=4, zuletzt geprüft am 30.08.2023.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) [Hrsg.] (2025): Nutzungsdauer von Bauteilen (2025). 25.09.2025. Aufl. Online verfügbar unter <https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen/>.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR); im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) [Hrsg.] (2020): Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. Kurzstudie zu sektorübergreifenden

Wirkungen des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ auf Klima und Umwelt. Bonn (17/2020).

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR); WECOBIS; Bayerische Architektenkammer [Hrsg.] (2025): Zellulose-Dämmstoffe. Online verfügbar unter <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe-pg/daemmstoffe-nachwachsend-pg/zellulosefaser-pg.html>, zuletzt geprüft am 02.10.2025.

KSG (2019): Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist. Fundstelle: Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 48.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) [Hrsg.] (2021): EPS- und XPS-Dämmstoffabfälle ab der Baustelle. Merkblatt. Wien.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (2017): Bewertungskriterien für Bürogebäude. Steckbriefe BNB-BN - Neubau V2015. Ökologische Qualität. 1.1.6 Risiken für die lokale Umwelt. Anlage1. Übersichtstabelle aller Qualitätsanforderungen gemäß QN 1 bis 5 (sortiert nach Bauproduktgruppen). Online verfügbar unter https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/fileadmin/anlagen/bnb_un_2017/BNB_BN2015_116_A1_korr_28-09-17.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2024.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (2023): Handbuch Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude Anlage 3. Anhangdokument 3.1.3 Schadstoffvermeidung in Baumaterialien (Aktualisiert: 14.09.2023). Online verfügbar unter https://www.qng.info/app/uploads/2023/11/QNG_Handbuch_Anlage-3_Anhang-313_Schadstoffe_v1-3-korr-14.09.2023.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2024.

Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) [Hrsg.] (2025): Zeichennutzer. Bauen, Wohnen. Online verfügbar unter <https://www.umweltzeichen.at/de/produkte/bau>, zuletzt geprüft am 14.03.2025.

Bundesregierung (BReg) [Hrsg.] (2021): Zusätzliches Geld für den Klimaschutz. Sofortprogramm 2022.

Bundesverband Glasindustrie e. V. (BV Glas) [Hrsg.] (2023a): Zahlen & Faken. Produktion von Glas. Online verfügbar unter <https://www.bvglas.de/zahlen-fakten/>, zuletzt aktualisiert am 30.08.2023, zuletzt geprüft am 30.08.2023.

Bundesverband Glasindustrie e. V. (BV Glas) [Hrsg.] (2023b): Jahresberichte 2006-2022. Online verfügbar unter <https://www.bvglas.de/presse/publikationen/>, zuletzt aktualisiert am 08.11.2023, zuletzt geprüft am 08.11.2023.

Bund-Länder Arbeitsgruppe Dämmstoffabfälle (LAGA) und Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2021): EPS- und XPS-Dämmstoffabfälle ab der Baustelle. Leitfaden. Hg. v. Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).

Ceresana Market Research [Hrsg.] (2024): Marktstudie Flammschutzmittel. 8. Aufl.

Chaar, H. (2024): Heizöl-preise heute, Preisentwicklung. Preisvergleich, Trend, Preisprognose, Empfehlung. Hg. v. Tecson GmbH & Co KG. Online verfügbar unter <https://www.tecson.de/de/heizoelpreise.html>, zuletzt geprüft am 13.11.2024.

CreaCycle GmbH [Hrsg.]: Der CreaSolv® Prozess. Für eine bessere Umwelt. Online verfügbar unter <https://www.creasolv.de/de/der-prozess.html>, zuletzt geprüft am 06.11.2024.

Destatis (2021): Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. Hg. v. Statistisches Bundesamt (Fachserie 3, Reihe 5.1).

Destatis [Hrsg.] (2023a): Bodenfläche (tatsächliche Nutzung): Deutschland, Stichtag, Nutzungsarten. Ergebnis 33111-0001. Statistisches Bundesamt. GENESIS-Online. Online verfügbar unter <https://www->

genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=3&levelid=1693378214538&levelid=1693378176041&step=2#abreadcrumb, zuletzt aktualisiert am 30.08.2023, zuletzt geprüft am 30.08.2023.

Destatis [Hrsg.] (2023b): Produktion im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Güterverzeichnis (9-Steller). Tabellenabruf 42131-0004. Statistisches Bundesamt. GENESIS-Online. Online verfügbar unter <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=table&code=42131-0004&bypass=true&levelindex=1&levelid=1699358037519#abreadcrumb>, zuletzt aktualisiert am 08.11.2023, zuletzt geprüft am 08.11.2023.

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) [Hrsg.] (2018): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050. Teil A: Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen (dena) Teil B: Gutachterbericht (ewi Energy Research & Scenarios gGmbH). Berlin.

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) [Hrsg.] (2023): Energiesprung. Online verfügbar unter <https://www.energiesprung.de/startseite/>, zuletzt geprüft am 06.11.2023.

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) [Hrsg.] (2024): Serielles Sanieren nach dem Energiesprung-Prinzip. Tempo für klimaneutrale Gebäude. Factsheet.

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (DGNB) [Hrsg.] (2023): Kriterienkatalog Gebäude Neubau. Kriterium ECO2.6 - Klimaresilienz. Version 2023. 2. Auflage. Online verfügbar unter <https://www.dgnb.de/de/zertifizierung/gebaeude/neubau/version-2023>, zuletzt geprüft am 08.11.2023.

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) [Hrsg.] (2023a): ETICS. Online verfügbar unter <https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/etics>, zuletzt geprüft am 30.11.2023.

Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) [Hrsg.] (2023b): Zulassungsverzeichnisse und Genehmigungsverzeichnisse. Fassadenbau. Online verfügbar unter <https://www.dibt.de/de/service/zulassungsdownload/zulassungs-und-genehmigungsverzeichnisse/>, zuletzt geprüft am 30.10.2023.

Die Umweltberatung [Hrsg.] (2023): Mikroplastik vermeiden bei Bau- und Sanierungsarbeiten. Online verfügbar unter <https://www.umweltberatung.at/mikroplastik-vermeiden-bauarbeiten-sanierungsarbeiten>, zuletzt geprüft am 07.11.2023.

DIN 18560-2:2022-08: Estriche im Bauwesen - Teil 2: Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche).

DIN 4102-1:1998-05: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

DIN 4108-10:2021-11: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe.

DIN 4108-3:2018-10: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.

DIN 4108-4:2020-11: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte.

DIN 4109-1:2018-01: Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen.

DIN 55699:2017-08: Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW).

DIN EN 13501-1:2019-05: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2018.

DIN EN 15804:2012+A2:2019 + AC:2021: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte.

DIN EN 16516:2020-10: Bauprodukte: Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen - Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft; Deutsche Fassung EN 16516:2017+A1:2020.

DIN EN 16733:2016-07: Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten - Bestimmung der Neigung eines Bauprodukts zum kontinuierlichen Schwelen; Deutsche Fassung EN 16733:2016.

DIN EN ISO 10456:2010-05: Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte (ISO 10456:2007 + Cor. 1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 10456:2007 + AC:2009.

DIN EN ISO 14021:2021-10: Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Umweltbezogene Anbietererklärungen (Umweltkennzeichnung Typ II) (ISO 14021:2016 + Amd 1:2021); Deutsche Fassung EN ISO 14021:2016 + A1:2021.

DIN EN ISO 14024:2018-06: Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Umweltkennzeichnung Typ I - Grundsätze und Verfahren (ISO 14024:2018).

DIN EN ISO 14025:2011-10: Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Typ III Umweltdeklarationen - Grundsätze und Verfahren (ISO 14025:2006); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14025:2011.

DIN EN ISO 14040:2021-02: Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020); Deutsche Fassung EN ISO 14040:2006 + A1:2020.

DIN EN ISO 14044:2021-02: Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017 + Amd 2:2020); Deutsche Fassung EN ISO 14044:2006 + A1:2018 + A2:2020.

Dzierżyński, E.; Gawlik, P. J.; Puźniak, D.; Flieger, W.; Józwiak, K.; Teresiński, G.; Forma, A. et al. (2024): Microplastics in the Human Body: Exposure, Detection, and Risk of Carcinogenesis: A State-of-the-Art Review. In: *Cancers* 16 (21). DOI: 10.3390/cancers16213703.

Egger Haysmith, S. und Nijman, S. (2019): Kigali Amendment implementation begins. Hg. v. UN Environment. Online verfügbar unter <https://ozone.unep.org/kigali-amendment-implementation-begins>, zuletzt geprüft am 28.07.2025.

EU 2019/1021: DRAFT - Regulation (EU) 2019/1021 of the European Parliament and of the Council as regards the persistent organic pollutant hexabromocyclododecane. (EU) 2019/1021.

EU 2021/849: Commission Delegated Regulation (EU) 2021/849 of 11 March 2021 amending, for the purposes of its adaptation to technical and scientific progress, Part 3 of Annex VI to Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council on classification, labelling and packaging of substances and mixtures (Text with EEA relevance). (EU) 2021/849.

EU 2024/1781: Verordnung (EU) 2024/1781 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2020/1828 und der Verordnung (EU) 2023/1542 und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/125/EG. (EU) 2024/1781.

EU 2024/573: Verordnung (EU) 2024/573 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 7. Februar 2024 über fluorierte Treibhausgase, zur Änderung der Richtlinie (EU) 2019/1937 und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 517/2014. (EU) 2024/573.

EU Nr. 305/2011 (2024): Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates. (EU) Nr. 305/2011.

EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 (2020): Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, EU-Biodiversitätsstrategie für 2030, Mehr Raum für die Natur in unserem Leben. EU-Biodiversitätsstrategie für 2030.

Europäische Kommission [Hrsg.] (2019): Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den europäischen Rat, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Der europäische Grüne Deal. Deutsche Fassung vom 11.12.2019. Brüssel.

Europäische Kommission [Hrsg.] (2020): Vorschlag für eine Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1999 (Europäisches Klimagesetz). Deutsche Fassung vom 04.02.2020. Brüssel.

Europäische Kommission [Hrsg.] (2021): Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. "Fit für 55": auf dem Weg zur Klimaneutralität - Umsetzung des EU-Klimaziels für 2030. Brüssel.

European Chemicals Agency (ECHA) [Hrsg.] (2010): Inclusion of substances of very high concern in the candidate list. (Decision by the Executive Director). Online verfügbar unter <https://echa.europa.eu/documents/10162/6877f24b-c82b-4021-b05b-a25af94185c0>.

Fachvereinigung Extruderschaumstoff e.V. (FPX) (2019): Extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS) mit halogenfreien Treibmitteln. Umweltproduktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804+A1. Hg. v. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Berlin (EPD-FPX-20190111-IBE1-DE).

Flumroc [Hrsg.] (2023): Steinwolle. Wasserkraft. Online verfügbar unter <https://www.flumroc.ch/wasserkraft>, zuletzt aktualisiert am 08.11.2023, zuletzt geprüft am 08.11.2023.

Flumroc [Hrsg.] (2024): Ein Meilenstein für die Schweizer Industrie. Online verfügbar unter <https://www.flumroc.ch/aktuelles/news/detail/ein-meilenstein-fuer-die-schweizer-industrie>, zuletzt aktualisiert am 26.04.2024, zuletzt geprüft am 06.11.2024.

Fluthwedel, A. und Pohle, H. (1996): Bromierte Dioxine und Furane in Kunststoffherzeugnissen. In: *UWSF - Z Umweltchem Ökotox* 8 (1), S. 34–36. DOI: 10.1007/BF02937566.

FMI Fachverband Mineralwolleindustrie e.V. (FMI) [Hrsg.] (2023): Mineralwolle. Nachhaltigkeit. Mineralwolle. Nachhaltig aus Verantwortung für Umwelt und Zukunft. Online verfügbar unter <https://www.fmi-mineralwolle.de/mineralwolle/nachhaltigkeit>, zuletzt aktualisiert am 08.11.2023, zuletzt geprüft am 08.11.2023.

Fuchs, S.; Toshovski, S.; Kaiser, M.; Sacher, F.; Thoma, A. (2020): Belastung der Umwelt mit Bioziden realistischer erfassen - Schwerpunkt Belastung der Umwelt mit Bioziden realistischer erfassen - Schwerpunkt Einträge über Kläranlagen. Abschlussbericht. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) (Texte, 169/2020).

GDI [Hrsg.] (2013): Zusammenstellung der Daten zur Baumarktstatistik. Gesamtverband Dämmstoffindustrie.

KrWG: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG).

GewAbfV: Gewerbeabfallverordnung vom 18. April 2017 (BGBl. I S. 896), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 28. April 2022 (BGBl. I S. 700) geändert worden ist.

Gewerbemuseum Winterthur [Hrsg.] (2011a): Melamin-Schaumstoff. Online verfügbar unter https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1129?maapi:f_all_groups=ma:group_56&type=all&n=Grundlagen, zuletzt geprüft am 12.11.2024.

Gewerbemuseum Winterthur [Hrsg.] (2011b): Polyethylen-Schaumstoff. Online verfügbar unter https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1130, zuletzt geprüft am 12.11.2024.

Goldmann, M. (2023): Recycling von Dämmung aus Kunststoff: EPS, XPS, PU. Wie Dämmstoffe aus Kunststoff gesammelt und recycelt werden können und welche Produkte daraus entstehen. Hg. v. Deutsches

Architektenblatt (DAB). Online verfügbar unter <https://www.dabonline.de/bautechnik/recycling-daemmung-material-kunststoff-eps-xps-pu-styropor-entsorgung/>, zuletzt geprüft am 13.11.2024.

Greenhouse Media GmbH [Hrsg.] (2024): Schafwolle-Dämmung: Verarbeitung, Bauphysik & Anwendung. Online verfügbar unter <https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/daemmstoffe/schafwolle>, zuletzt geprüft am 02.10.2025.

Heß, T. (2020): Hanfdämmung: Eine natürliche Dämmalternative. Hg. v. BurdaVerlag Publishing GmbH. Online verfügbar unter https://www.haus.de/bauen/hanfdaemmung-29533?utm_source=chatgpt.com, zuletzt geprüft am 02.10.2025.

Hochhardt (2021): Können Thermo Hanf Dämmstoffe schimmeln? Hg. v. HempFlex Building Solutions GmbH. Online verfügbar unter https://www.thermo-hanf.de/faq-items/koennen-thermo-hanf-daemmstoffe-schimmeln/?utm_source=chatgpt.com, zuletzt geprüft am 02.10.2025.

Holm, A.; Winiewska, B.; Oschatz, B. (2021): Klimaneutralität 2045 - Transformation des Gebäudesektors. Gebäudespezifische Modellierung und Begleitung des Studienprozesses. Gutachten im Rahmen der dena-LEITSTUDIE AUFBRUCH KLIMANEUTRALITÄT. Hg. v. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena). Online verfügbar unter <https://www.dena.de/dena-leitstudie-aufbruch-klimaneutralitaet/gutachten/>, zuletzt geprüft am 10.11.2023.

Holzbau Deutschland - Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V. (Holzbau Deutschland) [Hrsg.] (2025): Lagebericht 2025. Zimmerer / Holzbau.

IFB Hamburg (2024): Wärmeschutz im Gebäudebestand. Förderrichtlinie für die energetische Modernisierung von Eigenheimen und Mehrfamilienhäusern mit bis zu zwei vermieteten Wohneinheiten. Online verfügbar unter <https://www.ifbhh.de/api/services/document/1915>, zuletzt geprüft am 06.11.2024.

IHS Consulting [Hrsg.] (2020): Enabling connections in challenging times. 2020 Sustainability Report.

Industrieverband Hartschau e.V. (IVH) (2022a): EPS--Hartschaum -- grau mit mittlerer Rohdichte vorzugsweise für die Flachdach- oder Bodendämmung mittlere Druckbelastbarkeit. Umweltproduktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804+A1. Hg. v. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Berlin (EPD--IVH--20220228--CBG1--DE).

Industrieverband Hartschau e.V. (IVH) (2022b): EPS--Hartschaum -- weiß mit mittlerer Rohdichte vorzugsweise für die Flachdach- oder Bodendämmung mittlere Druckbelastbarkeit. Umweltproduktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804+A1. Hg. v. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Berlin (EPD--IVH--20220130--CBG1--DE).

Interconnection Consulting (IC) [Hrsg.] (2021): IC-Market Forecast Dämmstoffe in Deutschland 2021.

Internationaler Verein für zukunftsfähiges Bauen und Wohnen - natureplus e.V. (natureplus e.V.) [Hrsg.] (2025): natureplus. database.org. Online verfügbar unter <https://www.baubook.at/natureplus/?SW=32>, zuletzt geprüft am 14.03.2025.

Jackon Insulation GmbH (Jackon) (2021): JACKODUR Plus - Extruded Polystyrene (XPS) with HFO 1234ze. Umweltproduktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804+A1. Hg. v. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Steinhagen (EPD-JAI-20200164-IBC1-EN).

Kahlenborn, W.; Porst, L.; Voß Maïke; Fritsch, U.; Renner, K.; Zebisch, M.; Wolf, M. et al. (2021): Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Kurzfassung. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) (Climate Change, 26/2021). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/kwra2021_teilbericht_zusammenfassung_bf_211027_0.pdf.

Karl Bachl Kunststoffverarbeitung GmbH & Co. KG (Bachl) (2022): Bachl ReXPS - Extruded Polystyrene (XPS) foam board. Umweltproduktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804+A1. Hg. v. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Röhrnbach (EPD-BAC-20220231-CBA2-DE).

Knappe, F.; Muchow, N.; Oetjen-Dehne, R.; Buschow, N.; Kaiser, F. (2023): Erarbeitung von Grundlagen für die Evaluierung der Gewerbeabfallverordnung. Abschlussbericht. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Texte, 47/2023).

Koch, C.; Nachev, M.; Klein, J.; Köster, D.; Schmitz, O. J.; Schmidt, T. C.; Sures, B. (2019): Degradation of the Polymeric Brominated Flame Retardant "Polymeric FR" by Heat and UV Exposure. In: *Environmental science & technology* 53 (3), S. 1453–1462. DOI: 10.1021/acs.est.8b03872.

Koelmans, A. A.; Redondo-Hasselerharm, P. E.; Nor, N. Hazimah Mohamed; Ruijter, V. N. de; Mintenig, S. M.; Kooi, M. (2022): Risk assessment of microplastic particles. In: *Nat Rev Mater* 7 (2), S. 138–152. DOI: 10.1038/s41578-021-00411-y.

Kunststoff Information (KI) [Hrsg.] (2024): Biokunststoffe: Produktionsmenge soll deutlich steigen. Online verfügbar unter https://www.kunststoffweb.de/branchen-news/biokunststoffe_produktionsmenge_soll_deutlich_steigen_t254945, zuletzt geprüft am 15.11.2024.

Kunststoffe.de, Redaktion [Hrsg.] (2023): Polyurethan-Schaumsysteme. Reaktionsharze - Polyurethan (PUR). Online verfügbar unter <https://www.kunststoffe.de/a/grundlagenartikel/polyurethan-schaumsysteme-285585>, zuletzt geprüft am 07.11.2023.

K-Zeitung, Redaktion [Hrsg.] (2024): Polyurethan fürs Recycling. BASF präsentiert auf der Utech 2024 Recycling-Lösungen für Polyurethane. Zu sehen sind ein recyclingfähiger PUR-Weichschaum sowie chemisches Recycling von PUR-Hartschaum. Online verfügbar unter <https://www.k-zeitung.de/polyurethan-fuers-recycling>, zuletzt geprüft am 15.11.2024.

Landeshauptstadt Düsseldorf (2023): Förderprogramm "Klimafreundliches Wohnen und Arbeiten in Düsseldorf": Richtlinie 2024. Online verfügbar unter https://www.duesseldorf.de/fileadmin/Amt19/umweltamt/foerderundberatungsprogramme/klimafreundlichwohnen/pdf/19_Richtlinie_2024_beschlossen_web_bf.pdf, zuletzt geprüft am 06.11.2024.

Lanxess [Hrsg.] (2017): PHT4™ and PHT4-Diol™. Online verfügbar unter <https://lanxess.com/en-us/sustainability/material-topics/product-safety-assessments-strategy/product-safety-assessments>.

Lanxess [Hrsg.] (2019): Intelligenter und nachhaltiger Flammenschutz für Schaumstoffe in Bauanwendungen. Online verfügbar unter [https://lanxess.com/de-de/presse/presseinformationen/2019/07/intelligenter-und-nachhaltiger-flammschutz-f%C3%BCr-schaumstoffe-in-bauanwendungen](https://lanxess.com/de-de/presse/presseinformationen/2019/07/intelligenter-und-nachhaltiger-flammenschutz-f%C3%BCr-schaumstoffe-in-bauanwendungen), zuletzt geprüft am 06.11.2024.

Leisewitz, A.; Kruse, H.; Schramm, E. (2001): Substituting Environmentally Relevant Flame Retardants: Assessment Fundamentals. Results and summary overview. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) (04).

Leistner, P.; Eitle, A.; Krause, P.; Meier, L.; Röseler, H. (2023): Klimaangepasste Gebäude und Liegenschaften. Empfehlungen für Planende, Architektinnen und Architekten sowie Eigentümerinnen und Eigentümer. 2., überarbeitete Auflage. Unter Mitarbeit von Svenja Binz und Stefan Haas. Hg. v. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Bonn (Zukunft bauen).

Lindner, C.; Fischer, E.; Hein, J. (2023): EPS-Stoffstromanalyse Deutschland 2021. Aufkommen und Management von EPS-Abfällen aus dem Baubereich. Hg. v. Industrieverband Hartschau e.V. (IVH).

Lindner, C.; Hein, J.; Fischer, E. (2019): Aufkommen, Abfallströme und Verwertung von EPS Verpackungsabfällen in Deutschland. Hg. v. Conversio Market & Strategy GmbH.

Lindner, C.; Schmitt, J.; Fischer, E.; Hein, J. (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen. Mainaschaff.

Maderspacher, C.; Schmidt, W.; Holm, A.; Sprengard, C. (2021): Graue Energie und Graue Emissionen von Dämmstoffen im Vergleich zum Einsparpotenzial. Online verfügbar unter https://buveg.de/wp-content/uploads/2021/09/202107019_FIW_GraueEnergie_vs._Einsparpotential.pdf, zuletzt geprüft am 08.11.2024.

Maier, Ralph; Schiller, Michael (2016): Handbuch Kunststoff-Additive. 4., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser.

MBO, vom November 2002 zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 25.09.2020 (2020): Musterbauordnung.

MHHR, vom April 2008 zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom Februar 2012 (2012): Muster-Richtlinie über den Bau und Betrieb von Hochhäusern (Muster-Hochhaus-Richtlinie - MHHR).

Österreichisches Umweltzeichen [Hrsg.] (2024): Richtlinie UZ 45. Mineralische Wärmedämmstoffe. 7.0. Aufl.

Page, J.; Whaley, P.; Bellingham, M.; Birnbaum, L. S.; Cavoski, A.; Fetherston Dilke, D.; Garside, R. et al. (2023): A new consensus on reconciling fire safety with environmental & health impacts of chemical flame retardants. In: *Environment international* 173, S. 107782. DOI: 10.1016/j.envint.2023.107782.

Pichlmeier, F.; Essig, N.; Figl, H.; Krenauer, A.; Schamhorst, A.; Bauer, B. (2025): Wegweiser für kunststofffreies Bauen. Analyse der Gefahren und Risiken von Kunststoffen über den gesamten Lebenszyklus von Bauprodukten. Endbericht. Hg. v. Hochschule München. München.

Plasticker, Redaktion [Hrsg.] (2024): Toyo Styrene: Neue PS-Recyclinganlage in Betrieb genommen. Online verfügbar unter https://plasticker.de/Kunststoff_News_44702_Toyo_Styrene_Neue_PS_Recyclinganlage_in_Betrieb_genommen, zuletzt geprüft am 15.11.2024.

RAL gGmbH [Hrsg.] (2021): Vertrag. über die Vergabe des Umweltzeichens Blauer Engel.

RAL gGmbH [Hrsg.] (2025a): Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für Innenanwendungen (DE-UZ 132). Online verfügbar unter <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/emissionsarme-waermedaemmstoffe-und-unterdecken-innen>, zuletzt geprüft am 14.03.2025.

RAL gGmbH [Hrsg.] (2025b): Umweltfreundliche Wärmedämmverbundsysteme (DE-UZ 140). Online verfügbar unter <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/waermedaemmverbundsysteme>, zuletzt geprüft am 14.03.2025.

Ramsperger, A. F. R. M.; Bergamaschi, E.; Panizzolo, M.; Fenoglio, I.; Barbero, F.; Peters, R.; Undas, A. et al. (2023): Nano- and microplastics: a comprehensive review on their exposure routes, translocation, and fate in humans. In: *NanoImpact* 29, 2023, S. 100441.

Ravago Building Solutions (2023a): RAVATHERM™ XPS (X) PLUS / ULTRA. Umweltproduktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804+A1. Hg. v. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Schkopau (EPD-RAV-20220157-CBD1-EN).

Ravago Building Solutions (2023b): RAVATHERM™ XPS (X) extruded polystyrene foam insulation with non-halogenated blowing agents. Umweltproduktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804+A1. Hg. v. Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Schkopau (r EPD-RAV-20230375-CBD1-EN).

Reinhardt, J.; Veith, C.; Knappe, F.; Mellwig, P. (2022): Der Gebäudebestand steht vor einer Sanierungswelle – Dämmstoffe müssen sich den Materialkreislauf erschließen. Endbericht. Hg. v. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). Heidelberg.

Reinhardt, J.; Veith, C.; Lempik, J.; Knappe, F.; Mellwig, P.; Giegrich, J.; Muchow, N. et al. (2019): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Endbericht. Hg. v. Natureplus und Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). Heidelberg, Neckargemünd.

Roth, K. (2024): Essigsäure-Emissionen bei Holz und Holzprodukten: neue Vorgehensweise beim eco-INSTITUT-Label. Hg. v. eco-INSTITUT Germany GmbH. Online verfügbar unter <https://www.eco-institut.de/de/2024/03/fachbeitrag-essigsaeure-emissionen-bei-holz-und-holzprodukten-neue-vorgehensweise-beim-eco-institut-label/>, zuletzt geprüft am 15.11.2024.

Schöpel, M.; Polcher Alexandra; Burgstaller, m.; Joas, A.; Blepp, M.; Krueger, N.; Hofbauer, W. et al. (2018): Weiterentwicklung des Umweltzeichens Blauer Engel für Wärmedämmverbundsysteme: Kriterien für Dämmstoffe sowie biozidfreie Putze und Beschichtungen. Abschlussbericht. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (30/2018).

Schwarz Copp, F.; Loyer, S.; Blazejczak, J.; Gornig, M. (2022): Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-Erden-Industrie bis 2040 in Deutschland. Aktualisierung 2022. Hg. v. Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V. Berlin. Online verfügbar unter https://www.baustoffindustrie.de/fileadmin/user_upload/bbs/Dateien/Downloadarchiv/Rohstoffe/2022-04-20_BBS_Rohstoffstudie_01_ONLINE.pdf, zuletzt geprüft am 30.08.2023.

Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (SenMVKU); Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) [Hrsg.] (2023): Kriterien für eine ökologisch vorteilhafte Verwertung von Dämmstoffen.

Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe Berlin [Hrsg.] (2021): Förderprogramm Energetische Gebäudesanierung. Online verfügbar unter <https://www.berlin.de/sen/energie/beratung-foerderung/foerderprogramm-energetische-gebaeudesanierung/>, zuletzt geprüft am 06.11.2024.

Sinn, C.; Semisch, C.; Braungart, M.; Möhle, P. (2019): Flammschutzmittel für ein effektives Recycling von expandiertem Polystyrol (EPS). In: *Müll und Abfall* (10). DOI: 10.37307/j.1863-9763.2019.10.03.

SOPREMA GmbH [Hrsg.] (2025): Innovativer Flachdachaufbau mit Holzfaser-Gefälledämmung. Moderner Neubau für das Montessori Zentrum, Nürnberg. Online verfügbar unter <https://www.pavatex.de/referenzen/montessori-zentrum-nuernberg.html>, zuletzt geprüft am 18.03.2025.

Strakova, J.; Digangi, J.; Jensen, G.; Petrlik, J.; Bell, L. (2018): Toxic Loophole: Recycling Hazardous Waste into New Products. DOI: 10.13140/RG.2.2.21990.68164.

Tenzler, T. (2021): Kreislaufwirtschaft Mineralwolle. Fachdialog Re-Use und Recycling von Dämmstoffen bei Gebäuden. Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt (SenMVKU). Berlin, 06.10.2021.

Thünen-Institut (2017): Ergebnisse der Kohlenstoffinventur 2017. Online verfügbar unter <https://www.thuenen.de/de/wo/projekte/waldmonitoring/projekte-treibhausgasmonitoring/kohlenstoff-inventur-2017/>.

Tremel, S.; Sprengard, C.; Albrecht, W.; Holm, A.; Karrer, C. (2023): Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe. Metastudie Wärmedämmstoffe – Produkte – Anwendungen – Innovationen. Hg. v. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München. München.

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2008): Bromierte Flammschutzmittel - Schutzengel mit schlechten Eigenschaften?

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2024): Nachhaltige Waldwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/nachhaltige-waldwirtschaft#naturnahe-der-walder>.

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2025a): Ausschuss für Innenraumrichtwerte. Zur gesundheitlichen Bewertung der Innenraumluft setzt der AIR Richtwerte, hygienische Leitwerte sowie risikobezogene und vorläufige Leitwerte fest. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ausschuss-fuer-innenraumrichtwerte#undefined>, zuletzt geprüft am 14.03.2025.

Umweltbundesamt (UBA) [Hrsg.] (2025b): Häufig gestellte Fragen zur F-Gas-Verordnung. Abschnitt 5: Phase down und Quotensystem. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw/rechtliche-regelungen/haeufig-gestellte-fragen-zur-f-gas-verordnung/abschnitt-5-phase-down-quotensystem#frage-51-wurde-die-quotenregelung-auf-weitere-stoffgruppen-ausgeweitet>, zuletzt geprüft am 28.07.2025.

Umweltbundesamt (UBA); Bundesumweltministerium (BMUV) [Hrsg.] (2021): Treibhausgasemissionen sinken 2020 um 8,7 Prozent. Positiver Trend der Vorjahre setzt sich fort / 40,8 Prozent Rückgang seit 1990. Pressemitteilung (07/2021).

VDP (2022): Die PAPIERINDUSTRIE - Leistungsbericht PAPIER 2022.

MVV TB (2023): Veröffentlichung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2023/1.

DVO 2008: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008 – DVO 2008).

Wernet, G.; Bauer, C.; Steubing, B.; Reinhard, J.; Moreno-Ruiz, E.; Weidema, B. (2016): The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. database v3.9.1 (2022). In: *The International Journal of Life Cycle Assessment* (21), S. 1218–1230.

WOTech GbR [Hrsg.] (2021): Regulatorischer Status von Boraten. Online verfügbar unter https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2021/07-08/14_zvo_borat_07-08j2021/14_zvo_borat_07-08j2021.php, zuletzt geprüft am 02.10.2025.

A Wesentliche technische Eigenschaften und Anforderungen an Dämmstoffe

Die nachfolgenden Inhalte zu den Dämmstoffen und Begriffen des Wärmeschutzes sind in Teilen der „Metastudie Wärmedämmstoffe“ des FIW München entnommen. Diese Studie wurde 2012/2013 für das BBSR mit dem Titel: Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe“ erstellt und liegt mittlerweile in einer aktualisierten Neuauflage von Treml et al. (2023) vor. Darin werden bauphysikalische und technische Eigenschaften von Dämmstoffen erläutert. Dies soll als Überblick für die wichtigsten Kenngrößen dienen.

A.1 Wärmeschutz

Aus energetischer Sicht ist eine möglichst hohe Wärmedämmung anzustreben. Das wichtigste Maß zur Bewertung der Wärmedämmleistung ist die Wärmeleitfähigkeit λ [$W/(m \cdot K)$]. Die am häufigsten eingesetzten Dämmstoffe sind im Hinblick auf das Kriterium Wärmeleitfähigkeit nach den geltenden harmonisierten europäischen Normen (DIN EN 13162 bis 13171) bewertbar. Darüber hinaus gibt es noch weitere Dämmstoffe für die Europäische oder nationale Technische Zulassungen (ETA, EAD oder Bauartgenehmigung) die Grundlage für die Bewertung und die Anwendung bilden. Die Umsetzung in nationale Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit obliegt den Mitgliedsstaaten. In Deutschland werden nach DIN 4108-4:2020-11. Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeit λ_B [$W/(m \cdot K)$] für die Berechnung der U-Werte verwendet. Je niedriger λ ist, umso höher ist der erreichbare Wärmeschutz bezogen auf die jeweilige Schichtdicke des Bauteils. Damit ist eine niedrige Wärmeleitfähigkeit insbesondere dann von Vorteil, wenn die Dicke der Dämmschicht aus baulichen Gründen begrenzt ist.

A.2 Wärmespeicherfähigkeit

Die Wärmespeicherfähigkeit von Dämmstoffen wird durch die Rohdichte und die spezifische Wärmekapazität bestimmt. Bei hygroskopischen Dämmstoffen trägt auch die im Dämmstoff adsorbierte Feuchtigkeit zur Erhöhung der Wärmespeicherfähigkeit bei.

Die Erwärmung der Räume eines Gebäudes im Sommer ist umso geringer, je speicherfähiger die Bauteile, die mit der Raumluft in Verbindung stehen, sind. Wirksam sind nur Bauteilschichten auf der Raumseite von Wärmedämmschichten. Bei Außenbauteilen wirken sich außen liegende Wärmedämmschichten und innen liegende wärmespeicherfähige Schichten günstig auf das Raumklima aus. Bei der Bewertung des Temperaturverhaltens von Räumen im Sommer spielt die Wärmespeicherfähigkeit des Dämmstoffs selber damit nur eine untergeordnete Rolle.

A.3 Diffusionswiderstand

Anforderungen an den Diffusionswiderstand eines Bauteils ergeben sich u. U. aus der Berechnung der anfallenden Tauwassermengen nach DIN 4108-3:2018-10.. Der Diffusionswiderstand kann anhand der Schichtdicke s [m] des Dämmstoffes und der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ [-] nach DIN 4108-4:2020-11., Tab. 1 beurteilt werden. Je niedriger $\mu \cdot s$ ist, umso kleiner ist der Diffusionswiderstand. Das Produkt $\mu \cdot s$ kennzeichnet den Diffusionsdurchlasswiderstand einer Materialschicht der Dicke s [m] und wird als diffusionsäquivalente

Luftschichtdicke s_D bezeichnet. Bis zur Neuausgabe der DIN 4108-3:2018-10. im Jahr 2018 galten die nachfolgend angegebenen Begriffe und Grenzen für Bauteilschichten in Abhängigkeit des s_D -Wertes:

- ▶ diffusionsoffene Schicht: $s_D < 0,5$ m
- ▶ diffusionshemmende Schicht: $0,5$ m $< s_D < 1500$ m
- ▶ diffusionsdichte Schicht: $s_D > 1500$ m

Seit der Neuausgabe 2018 differenziert DIN 4108-3 nun deutlicher zwischen den einzelnen Bereichen und hat vor allem den vorher als „diffusionshemmend“ beschriebenen Bereich von 0,5 m bis 1500 m eine neue Abstufung mit drei weiteren Begriffen eingeführt:

- ▶ Diffusionsoffene Schicht: $s_D \leq 0,5$ m
- ▶ Diffusionsbremsende Schicht: $0,5$ m $< s_D \leq 10$ m
- ▶ Diffusionshemmende Schicht: 10 m $< s_D \leq 100$ m
- ▶ Diffusionssperrende Schicht: 100 m $< s_D < 1500$ m
- ▶ Diffusionsdichte Schicht: $s_D \geq 1500$ m

Um dabei einer Verwechslung der Bereiche durch den bisher verwendeten Begriff „diffusionshemmend“ vorzubeugen, wird dieser nicht mehr für den ganzen Bereich zwischen 0,5 m und 1500 m verwendet. Stattdessen wird als übergreifender Begriff für diese große Spanne der neue Begriff „diffusionsmindernd“ verwendet. Diese Begrifflichkeiten werden aber noch nicht überall einheitlich verwendet.

A.4 Wasseraufnahmevermögen

Für Anwendungsbereiche, bei denen die Gefahr einer Durchfeuchtung besteht, sind Dämmstoffe mit einem geringen Wasseraufnahmevermögen von Vorteil. Generell ist zwischen der Aufnahme von flüssigem Wasser und der Aufnahme von Wasserdampf (Ausgleichsfeuchte) zu unterscheiden.

Der Feuchtegehalt des Materials wirkt sich aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit von Wasser, auch auf die Wärmeleitfähigkeit des Produkts aus, weshalb sich der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit auf den Ausgleichsfeuchtegehalt bei 23 °C und 80 % r. F. (maximale Umgebungfeuchte bei üblichem Betrieb) bezieht. Typische Ausgleichsfeuchtegehalte bei 23 °C und 80 % r. F. sind in Abs. 4.2 der DIN 4108-4:2020-11. und in DIN EN ISO 10456:2010-05., Tabelle 4 angegeben. Die Wasseraufnahme von flüssigem Wasser bei kurz- und langfristiger Einwirkung wird durch das (teilweise) Eintauchen von Prüfkörpern nach EN 1609 oder EN 12087 bestimmt.

A.5 Schalldämmung

Anforderungen an den nötigen Schutz gegen Luft- und Trittschallübertragung sind in der DIN 4109-1:2018-01. formuliert. Die Luftschallübertragung bezeichnet die Übertragung von Geräuschen über die Luft auf die raumbegrenzenden Bauteile und über diese die Weitergabe des Schalls an die Nachbarräume. Mit dem Begriff Trittschallübertragung wird die Weitergabe von durch das Begehen ausgelösten Schwingungen des Fußbodens auf die benachbarten Räume bezeichnet. Luft- und Trittschallübertragung sind bauteilbezogene Größen, die durch die Baustoffe

und die Bauart beeinflusst werden. Ein hohes Luftschalldämmmaß R'_w [dB] bzw. ein niedriger Normtrittschallpegel $L'_{n,w}$ [dB] sind in diesem Zusammenhang positiv zu bewerten.

Einfluss auf den baustoffbezogenen Beitrag zum Schallschutz haben bei Dämmstoffen vor allem die Rohdichte, die dynamische Steifigkeit, der Schallabsorptionsgrad und der Strömungswiderstand. Je nach Bauart ist der Einfluss der genannten Materialcharakteristika unterschiedlich stark ausgeprägt und es können aus technologischen Gründen nicht alle Parameter unabhängig voneinander optimiert werden. Zur Minimierung der Trittschallübertragung sind eine niedrige dynamische Steifigkeit und ein hohes Flächengewicht des Fußbodenaufbaus vorteilhaft. Die Luftschallübertragung wird hingegen eher von der Rohdichte und dem Schallabsorptionsgrad beeinflusst. Letzterer wird durch die Konstruktion und bei Verwendung von faserförmigen Dämmstoffen vor allem auch durch deren längenbezogenen Strömungswiderstand (mind. 5–10 kNs/m⁴) beeinflusst.

A.6 Brandverhalten

Das Verhalten eines Bauteils im Brandfall wird einer Baustoffklasse / Eurobrandklasse zugeordnet und hängt von den verwendeten Baustoffen und der Bauart ab. Der Brandschutz eines Gebäudes hängt je nach Gebäudeklasse, Standort und Nutzung auch noch von weiteren Faktoren ab (konstruktiver Brandschutz, Löscheinrichtungen, etc.).

Das Brandverhalten von Baustoffen wird nach europäischer Norm DIN EN 13501-1:2019-05. oder deutscher Norm DIN 4102-1:1998-05. in verschiedene Klassen eingeteilt. Kriterien der dort festgelegten Prüfungen sind die Entzündlichkeit, die Flammenweiterleitung, die Temperaturentwicklung sowie die Rauchgasdichte und das brennende Abtropfen der Materialien. Seit einigen Jahren liegt mit der DIN EN 16733:2016-07. auch ein europäisches Prüfverfahren zum Glimmverhalten vor.

Die Anforderungen an das Brandverhalten der in einer bestimmten Anwendung eingesetzten Baustoffe regeln die Bauordnungen und spezifischen Verwaltungsvorschriften der Länder. In diesem Zusammenhang sind so genannte bauaufsichtliche Benennungen eingeführt, die wiederum den europäischen und deutschen Baustoffklassen zugeordnet werden können.

Bei den europäischen Brandklassen werden die Kurzbezeichnungen (A1–F) teilweise zusammen mit den Kriterien zum brennenden Abtropfen (d0–d2) und zur Rauchentwicklung (s1 – s3) angegeben. Im Bereich der schwer- / normal- und leicht entflammbaren Baustoffe sind die Klassen A2 – E (Tabelle 27), jeweils in Kombination mit entsprechenden Anforderungen an d und s (Tabelle 28) definiert.

Tabelle 27: Zuordnung der in den deutschen Bauordnungen verwendeten bauaufsichtlichen Benennungen zu den europäischen Brandklassen nach EN 13501-1 und MVV TB

Nach MVV TB mit nach DIN EN 13501-1:2019-05. definierten Kategorien

Bauaufsichtliche Anforderungen	Mindestens erforderliche Leistungen
Nichtbrennbar ^{1,2}	A2 – s1,d0 ³
schwerentflammbar ² und nicht brennend abfallend oder abtropfend, sowie geringe Rauchentwicklung	C – s1,d0 ³
schwerentflammbar ² und nicht brennend abfallend oder abtropfend	C – s2,d0 ³
schwerentflammbar und geringe Rauchentwicklung	C – s1,d2 ³

Bauaufsichtliche Anforderungen	Mindestens erforderliche Leistungen
schwerentflammbar	C – s2,d2 ³
normalentflammbar und nicht brennend abfallend oder abtropfend	E
normalentflammbar	E – d2
1: soweit erforderlich zusätzlich Schmelzpunkt > 1000 °C	Angabe: Schmelzpunkt von mindestens 1000 °C
2: soweit erforderlich zusätzlich Rohdichte	Angabe: Rohdichte
3: soweit erforderlich Glimmverhalten	Angabe: „...zeigt keine Neigung zum kontinuierlichen Schwelen“

Tabelle 28: Kurzbezeichnung der Kriterien zur Rauchentwicklung und zum brennenden Abtropfen nach EN 13501-1

Laut MVV TB mit nach DIN EN 13501-1:2019-05. definierten Kategorien

Kurzzeichen	Anforderung
s1	keine / kaum Rauchentwicklung
s2	begrenzte Rauchentwicklung
s3	unbeschränkte Rauchentwicklung
d0	kein Abtropfen / Abfallen
d1	begrenztes Abtropfen / Abfallen
d2	starkes Abtropfen / Abfallen

Die DIN 4102-1:1998-05. unterscheidet zwischen nicht brennbaren (A1, A2) und brennbaren Baustoffen (B1–B3). Die Rauchgasdichte und das brennende Abtropfen sind zwar Kriterien der zugeordneten Prüfungen, werden jedoch nicht explizit in der Kurzbezeichnung der Baustoffklasse ausgewiesen. Eine Zuweisung erfolgt aber als zusätzliches Merkmal für die Verwendung bei der Zuordnung der Baustoffklassen zu den bauaufsichtlichen Benennungen in der „Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen“ (MVV TB).

Die europäische Norm DIN EN 13501-1:2019-05. ist mit Einschränkungen bei der Brandklasse A1 (vgl. A1, DIN 4102) und der Brandklasse E (vgl. B2, DIN 4102) mit den Abstufungen der DIN 4102-1:1998-05. vergleichbar. Eine direkte Zuordnung der europäischen Klassifizierungen zu den Baustoffklassen nach DIN 4102-1:1998-05. ist aber nicht möglich. Zuordnungen zwischen den Kurzbezeichnungen der beiden Normen können allenfalls über einen Vergleich der zugeordneten bauaufsichtlichen Benennungen erfolgen.

Die Anforderung an einige Bauteile durch die MVV TB in Bezug auf das Glimmverhalten wird nicht über die europäischen oder nationalen Kurzbezeichnungen abgedeckt. Das Prüfverfahren nach DIN EN 16733:2016-07. sieht eine Bewertung ohne Abstufungen vor. Daher wird nur ausgewiesen, ob eine Neigung zum kontinuierlichen Schwelen besteht oder nicht.

A.7 Mechanische Eigenschaften

Aussagen zu Festigkeitskennwerten liefern Normen, Zulassungen und Typenkurzzeichen. Die mechanischen Eigenschaften sind wichtig für die langzeitige Funktionssicherheit der Wärmedämmung. Zum Beispiel die Scherfestigkeit für die Standsicherheit eines WDVS (Wärmedämmverbundsystem) und die Langzeitdruckfestigkeit (Kriechverhalten) für den Wärmedurchlasswiderstand bei druckbelasteten Anwendungen.

A.8 Elastizität

Elastizität sollten Dämmstoffe aufweisen, wenn sie im Steildach zwischen den Sparren oder in die Gefache von Holzkonstruktionen eingebaut werden. Übliche elastische Produkte werden auch oft als Dämmstoffmatten bezeichnet. Ein elastischer Dämmstoff kann dort, sofern er im Übermaß eingebracht wurde, eventuelle Verformungen des Holzes ausgleichen und verhindert dadurch Hohlräume in der Dämmschicht. Elastizität ist keine genormte Eigenschaft.

A.9 Temperaturbeständigkeit

Eine ausreichende Temperaturbeständigkeit wird für Dämmstoffe unter Heizestrichen in DIN 18560-2:2022-08. (schwimmende Estriche) gefordert, ist aber auch bei Fassaden und Flachdächern sehr wichtig, bei denen ebenfalls sehr hohe Temperaturen auftreten können. Bei den meisten Anwendungen im Bauwesen ist nur die obere Grenztemperatur von Bedeutung. Im normalen Betrieb sind hier an den Dämmstoffen Temperaturen von ca. 60–70 °C zu erwarten. Unter ungünstigen Umständen (Südseite) können z. B. während des Einbaus bei noch unverputzten Rollladenkästen aus grauem EPS oder unter dunklen Abdichtungsbahnen bei Flachdächern kurzfristig auch Temperaturen bis zu ca. 80 °C erreicht werden.

A.10 Dauerhaftigkeit

Wärmedämmstoffe sollen in Bauteilen über einen langen Zeitraum die deklarierte Leistung (Wärmeleitfähigkeit, Wasseraufnahme, Dicke, etc.) einhalten. Der bislang übliche Zeitrahmen für die Bewertung der Dauerhaftigkeit von Wärmedämmstoffen orientierte sich an einer angenommenen Nutzungsdauer von 25 Jahren. Dieser Zeitraum wird mittlerweile nicht mehr als praxisgerecht erachtet, da ein Austausch der Dämmstoffe in Bauteilen nicht oder nur mit großem Aufwand möglich ist, weshalb sich die Dauerhaftigkeit von Wärmedämmstoffen an der üblichen Nutzungsdauer von Bauteilen in Gebäuden, d. h. einem Zeitraum von mindestens 50 Jahren orientieren muss (einzelne Stoffe oder Bauteile können ggf. auch von dieser Forderung abweichen). Dies setzt voraus, dass die Produkte in ihrer Struktur und Zusammensetzung auch bei physikalischen, chemischen und biologischen Belastungen stabil bleiben. In den jeweiligen Produktnormen sind Prüfverfahren hinterlegt mit denen z. B. die Änderung der Wärmeleitfähigkeit über der Zeit und für bestimmte Anwendungen auch die Druckfestigkeit und das Kriechverhalten der Materialien nachgewiesen werden kann.

B Weitere Anforderungen an Dämmstoffe und Systeme aufgrund der Anpassungen an den Klimawandel

Dass der Klimawandel negative Auswirkungen auf Ökosysteme und die Gesellschaft hat, ist bekannt. Eine zunehmende Anzahl an Extremwetterereignissen ist eine Folge davon. Zu den Beispielen zählen langanhaltende Hitzeperioden, Starkregenereignisse, Stürme oder Hagelschauer. Auch in Europa und Deutschland sind die Folgen des Klimawandels zu spüren. Waldbrände in den südlichen Ländern Europas oder Überschwemmungen und Erdbeben wie in Deutschland, Österreich oder Slowenien, die Häuser und Brücken zum Einsturz bringen, führen nicht nur zu enormen wirtschaftlichen Schäden, sondern können auch lebensbedrohliche Folgen für Menschen haben.

Daher rückt die „Anpassung an den Klimawandel“ immer mehr in den Fokus – auch bei der Planung und Umsetzung von Gebäudesanierungen oder Neubauvorhaben. Im Rahmen der Nachhaltigkeitszertifizierungen von Gebäuden nach dem System der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) wird die Resilienz von Gebäuden schon seit langem im Kriterium SITE1.1 Mikrostandort bewertet. Um die Wichtigkeit des Themenfelds herauszustellen, wird Klimaresilienz bei Neubauvorhaben seit 2023 sogar in einem eigenen Kriterium ECO2.6 bewertet. Ziel dabei ist, Gebäude und Nutzer:innen vor sich verändernden Umwelteinflüssen zu schützen und eine möglichst lange und ressourceneffiziente Nutzung (sowohl physisch als auch monetär) zu ermöglichen (DGNB 2023). Bewertet wird die Planung und Umsetzung von Maßnahmen (inkl. deren Qualität), die das Gebäude und die Nutzenden vor den ermittelten Klimarisiken oder Elementarschäden am Standort schützen sollen.

Auch im Rahmen der EU-Taxonomie stellt die Anpassung an den Klimawandel eins von sechs Umweltzielen dar. Die Anforderungen dieses Umweltziels (inkl. aller anderen Umweltziele und weiterer Grundanforderungen) müssen zwingend erfüllt werden, damit Taxonomie-Konformität erreicht werden kann. Die Anforderungen der Umweltziele unterscheiden sich dabei, ob ein wesentlicher Beitrag zu dem Umweltziel geleistet werden soll (es erfolgt die Auswahl eines der sechs Umweltziele) oder wesentliche Beeinträchtigungen der Umweltziele vermieden werden sollen (restliche Umweltziele). Durch die EU-Taxonomie sollen nachhaltige Wirtschaftsaktivitäten klassifiziert und durch verschiedene Bewertungskriterien vergleichbar gemacht werden. Sie dient dazu, EU-Bürger:innen und Anleger:innen transparent darüber zu informieren, wie nachhaltig eine Wirtschaftsaktivität tatsächlich ist.

Gebäudeebene

Nachfolgend sind Klimarisiken bzw. verschiedene Naturgefahren aufgeführt, deren Häufigkeit und Intensität aufgrund des Klimawandels auch in Deutschland zunehmen. Zudem werden mögliche Folgen und Auswirkungen auf Gebäude, Menschen und Vegetation beschrieben. Zur Ermittlung einiger Klimarisiken wurde die Studie von Kahlenborn et al. (2021) herangezogen.

Ansteigende Hitzebelastung: Langanhaltende Hitzeperioden können zu Überhitzung von Gebäuden führen, insbesondere wenn sie hohe Fensterflächenanteile ohne außenliegende Sonnenschutzvorrichtungen aufweisen und nicht ausreichend gedämmt oder belüftet sind. Aufgrund des Wärmeinseleffekts wird die Hitzebelastung in Städten zusätzlich verstärkt. Wenn keine Kühlung im Gebäude vorliegt, kann die ansteigende Hitzebelastung in Innenräumen zu schlechterer Luftqualität und Innenraumhygiene führen. Damit einhergehen können eine höhere Unbehaglichkeit im Gebäude oder Gesundheitsprobleme. Für den Fall, dass eine Kühlung vorliegt, können

langanhaltende Hitzeperioden den Energieverbrauch für die Kühlung erhöhen. Auch die Vegetation wird durch die zunehmenden und länger werdenden Hitzeperioden beansprucht. Dies ist in Bezug auf die Gebäude auch daher relevant, weil Grünflächen am und rund um das Gebäude wesentlich zur passiven Kühlung von Gebäuden beitragen können.

Sturmschäden: Zunehmende Sturmaktivität kann zu Schäden an Dächern, Fassaden und Fenstern führen. Windböen können auch Bäume umstürzen und auf Gebäude fallen lassen und eine Gefahr für die Nutzer:innen im Gebäudeinneren darstellen.

Starkregen, Überschwemmungen und Hochwasser: Der Anstieg von Starkregenereignissen kann zu Überschwemmungen führen, die Gebäude und Infrastruktur gefährden. Dies betrifft vor allem Gebäude in flussnahen Gebieten, aber auch in Städten mit schlechter Entwässerungsinfrastruktur. Des Weiteren können Extremniederschläge und langanhaltende Regenfälle zu Bodensenkungen und Erdbeben führen, die Gebäude destabilisieren und gefährden können. Durch den Klimawandel werden die extremen Hochwasserereignisse in Deutschland steigen.

Bauteilebene

Im nachfolgenden wird detaillierter auf die Bedeutung der veränderten Umwelteinflüsse auf verschiedene Bauteile am Gebäude eingegangen, die primär in (Leistner et al. 2023) beschrieben wurden. Es wird erläutert, welche Konstruktionen besonders resilient sind, worauf bei der Ausführung zu achten ist und wo ggf. neue Anforderungen entstehen bzw. eine Anpassung von Anforderungen notwendig ist.

Für vertikale Bauteile stellen Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung, Schlagregen, Sturm und Hagel die bedeutendsten Umwelteinflüsse dar, die bei intensivem Auftreten zu Schäden am Bauteil führen können. Aufgrund von höheren Lufttemperaturen und höherer Sonneneinstrahlung erfolgt ein erhöhter Energieeintrag sowohl in das Bauteil als auch in das Gebäude, was zu sommerlicher Überhitzung führen kann. Durch das Aufbringen von Dämmstoffen kann der Wärmeeintrag ins Gebäudeinnere durch die opaken Bauteile deutlich reduziert werden. Außenliegende Verschattungen von Fensterflächen halten direkte Sonneneinstrahlung und ggf. auch diffuse Strahlung ab und verzögern damit wirkungsvoll die Aufheizung von Innenräumen. Größere Speichermassen innerhalb der gedämmten Ebene verzögern ebenfalls die Aufheizung und verbessern damit das sommerliche Temperaturverhalten der Räume. Helle Oberflächen sorgen außerdem dafür, dass sich Bauteiloberflächen nicht so stark aufheizen. In dicht besiedelten Flächen kann dies relevant sein für die Aufenthaltsqualität im Außenbereich. Des Weiteren wird auch weniger Energie ins Bauteilinnere eingetragen, was ebenfalls zu einem langsameren Anstieg der Rauminnentemperatur beiträgt. Auch das Anbringen von Fassadenbegrünung führt zu einem reduzierten Wärmeeintrag durch die Bauteile und zu Verdunstungskühle durch die Blätter dicht vor der Fassade.

Insgesamt ist anzumerken, dass bei gut gedämmten Außenwänden und Dachflächen der Anteil der Transmissionswärme am sommerlichen Temperaturverhalten eines Raumes im Vergleich zu den internen Wärmegewinnen durch Personen und Geräten, den solaren Wärmegewinnen durch direkte und diffuse Einstrahlung und den Wärmegewinnen durch Eintrag von warmer Außenluft oder warmer Innenluft (z. B. bei offener Bauweise in Gebäuden) sehr gering ist. Ein guter Dämmstandard wirkt somit im Winter wie im Sommer. Hinsichtlich des Wärmespeichervermögens der Bauteile wirken sich Böden, Decken und Putzschichten aufgrund ihrer Ankopplung an die Raumluft deutlich mehr aus als eine höhere oder geringere Wärmespeicherfähigkeit des

Dämmstoffs selber, auch wenn einige Hersteller dies als Vermarktungsstrategie seit Jahren betreiben.

Schlagregen, Sturm und Hagel können hingegen vor allem zu Schäden an Fassadenoberflächen führen. Betroffen sind vor allem Putzsysteme, Vorsatzschalen oder Fassadenbekleidungen (inkl. Fassadenbegrünung). Schlagregen kann dazu führen, dass Wasser in die äußerste Bauteilschicht eintritt, was konstruktive und energetische Mängel zur Folge haben kann. Liegen bereits Hagelschäden an der Fassade vor, können die negativen Auswirkungen von Schlagregen auf die Bauteilkonstruktion verstärkt werden.

Um bei nicht hinterlüfteten Fassaden die Bauteilkonstruktion, insbesondere den Dämmstoff, vor eindringender Feuchtigkeit zu schützen, ist die Schlagregenbelastung bei der Auswahl eines geeigneten Putzsystems zu berücksichtigen. Als relevanter Faktor ist hierbei auch die Hauptwindrichtung zu berücksichtigen. Durch den Klimawandel können sich örtliche Gegebenheiten verändern. Fassaden, die aus heutiger Sicht nur einer geringen Schlagregenbelastung ausgesetzt sind, können zukünftig mittleren und starken Schlagregenbeanspruchungen ausgesetzt sein. Sinnvoll und notwendig ist hier u.U. auch die Anpassung von Instandhaltungsintervallen bei Putz, Farbe und Hydrophobierung.

Bei hinterlüfteten Fassaden wird die Wärmeschutzebene von der Wetterschutzverkleidung getrennt. Dies macht hinterlüftete Fassaden mit Bekleidungen aus beispielsweise Natursteinplatten, Streckmetall, Metall(loch)blechen, HPL-Platten, o. ä. weniger anfällig für das Eindringen von Feuchtigkeit durch Schlagregen im Vergleich zu WDVS. Hinterlüftete Fassaden sind jedoch in der Herstellung oft deutlich teurer.

Häufiger auftretende und intensivere Hagel- und Sturmereignisse erfordern die Verwendung geeigneter Putzsysteme. Der Widerstand gegenüber Hagel und Sturm kann durch größere Putzdicken, zusätzlichen und verstärkten Gewebelagen sowie einer erhöhten Zugfestigkeit des Putzes verbessert werden. Konstruktionen mit Vorsatzschale sind robuster gegenüber intensiven Hagel- und Sturmereignissen. Als widerstandsfähig gegenüber Hagelschlag gelten auch Fassadenbekleidungen aus Holz mit einer unbehandelten, sägerohren Oberfläche bei hinterlüfteten Fassadenkonstruktionen.

Für Dachkonstruktionen stellen Lufttemperatur, Sonneneinstrahlung, Starkregen, Hagel und Sturm die Umwelteinflüsse dar, die bei intensivem Auftreten potenziell zu Schäden am Bauteil führen können. Analog zu vertikalen Bauteilen haben höhere Lufttemperaturen und höherer Sonneneinstrahlung einen erhöhte Energieeintrag sowohl in das Bauteil als auch in das Gebäude zur Folge, was zu sommerlicher Überhitzung führen kann. Es gelten in Bezug auf den Energieeintrag die gleichen Aussagen wie bei vertikalen Bauteilen.

Starkregenereignisse können Schäden auf der Dachfläche und dem Grundstück zur Folge haben. Durch Retentionsmöglichkeiten, z. B. Retentionsdächern, Dachbegrünungen oder Wasserauffangbecken, kann Wasser zeitlich verzögert von der Dachfläche und der Grundstücksfläche abfließen oder gleich auf dem Grundstück versickert werden und somit vor Überschwemmungen schützen. Beachtet werden müssen dabei die zusätzlichen statischen Lasten durch die Wassermengen. Flachdächer mit Kiesschüttung und Steildächer mit konventioneller Ziegeldeckung tragen dagegen nur minimal zur Wasserrückhaltung bei.

Hagelereignisse können freiliegende Dachbahnen bei Flachdächern beschädigen und dadurch das Eindringen von Feuchte in die Konstruktion ermöglichen. Dies kann zu Feuchteschäden in der gesamten Dachkonstruktion und zu statischen Problemen führen. Demnach sind darüberliegend Schutzschichten, z. B. Kies, anzuordnen. Bei Steildächern ist auf einen ausreichenden Hagelwiderstand der Dachdeckung zu achten.

Durch häufiger auftretende Sturmereignisse ist besonderes Augenmerk auf die Sicherung der Bauteilschichten gegen Abheben durch Windsog zu legen. Bei Flachdächern kann dies durch entsprechende Auflasten, z. B. Kiesschichten, Verklebung oder mechanische Befestigung erfolgen. Bei Steildächern kommen Sturmklammern zum Einsatz, wobei die Dachdeckung regelmäßig auf Fehlstellen zu prüfen ist, da diese die Widerstandsfähigkeit des Dachs gegen Sturm deutlich verschlechtern können.

Auch erdberührte Bauteile und Sockelbauteile (Spritzwasser- bzw. flutgefährdeter Bereich) sind verschiedensten Umwelteinflüssen ausgesetzt. Erdberührte Bauteile sind vor drückendem Wasser durch entsprechende Abdichtungstechniken (z. B. Anstriche, Dichtungsbahnen, weiße Wanne etc.) zu schützen. Im Perimeterbereich kommen aufgrund von Anforderungen hinsichtlich der Feuchteunempfindlichkeit und Druckfestigkeit nur wenige Dämmstoffmaterialien (praktisch nur XPS und Schaumglas, wenn kein zeitweise drückendes Wasser vorliegt auch EPS) in Frage.

Bei Außenwänden im flutgefährdeten Bereich stellt vor allem der hydrostatische Druck und ggf. der Auftrieb im Falle von Überflutungen ein Schadenspotenzial für die Tragstruktur dar. In gefährdeten Regionen sind gegenüber hygri-schen Einwirkungen widerstandsfähige Baustoffe auszuwählen. Konstruktionen aus Mauerwerk oder Stahlbeton sind hierfür geeignet, wobei Dämmstoffe und Putzsysteme schadensanfälliger sind. Hier sind eine sorgfältige Planung, Materialauswahl und Ausführung entscheidend. Dämmstoffe müssen im durchfeuchteten Zustand formstabil und im Idealfall auch wärmetechnisch wirksam bleiben. Zu berücksichtigen ist außerdem das Auftriebspotenzial bei hohen Überflutungshöhen. Vertikalabdichtungen sind nach oder innerhalb der Putzschicht anzuordnen, um die dahinterliegenden Schichten vor eindringendem Wasser zu schützen. Für den Fall, dass feuchteunempfindliche Dämmstoffe zum Einsatz kommen, erfolgt die Abdichtung in der Regel hinter dem Dämmstoff.

In überflutungsgefährdeten Regionen bzw. zukünftig gefährdeten Regionen sind bereits bei der Planung die Sanierungsmöglichkeiten im Falle einer tatsächlichen Überflutung mitzudenken. Hier stellen zweischalige und hinterlüftete Konstruktionen Nachteile dar, da in die Hohlräume bei der Überflutung Wasser eintritt. Zugleich sind allerdings aufgrund von höherem Feuchteeintrag in das Bauteil längere Austrocknungszeiten notwendig. Zur Trocknung der Tragstruktur sind solche Konstruktionen teilweise aufwändig zurückzubauen. Außen- und innenliegende Dämmschichten, die nur vom Putz(-system) bedeckt sind, hingegen sind leichter erreichbar für Trocknung oder Ersatz. Als Konstruktionen sind also entweder solche auszuwählen, die unempfindlich gegenüber hygri-scher Einwirkung oder leicht zu sanieren sind.

Es lässt sich zusammenfassen, dass aufgrund veränderter und intensiverer Umwelteinwirkungen die Anforderungen an die Bauteilkonstruktionen steigen. Dadurch verändern sich in Einzelfällen auch Anforderungen an Bauteilschichten. Derzeit können mit den auf dem Markt vorhandenen Dämmstoffen alle zukünftigen Anforderungen in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen abgedeckt werden. Nicht alle Dämmmaterialien können für alle

Anwendungen zum Einsatz kommen, wobei dies auch jetzt bereits der Fall ist. In Regionen mit zunehmenden Starkregenereignissen und steigender Hochwassergefahr stellen sich Dämmstoffe als vorteilhaft dar, die schnell rüchtrocknen oder unempfindlich gegenüber dem Feuchteintrag sind. Im Einzelnen folgt daraus zum aktuellen Zeitpunkt allerdings kein neues und zusätzliches Kriterium für den Blauen Engel von Dämmstoffen.

C Anwendungstypen für die Gebäudedämmung nach DIN 4108-10:2021-02

Tabelle 29: Anwendungsgebiete von Wärmedämmungen nach DIN 4108-10:2021-02

Anwendungsgebiet	Kurzzeichen	Beschreibung der Anwendungstypen
Decke, Dach	DAD	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen
	DAA	Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen
	DUK	Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)
	DT	Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken
	DI	Innendämmung der Decke (unterseitig) oder des Daches, Dämmung unter den Sparren/Tragkonstruktion, abgehängte Decke usw.
	DEO	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
	DES	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich mit Schallschutzanforderungen
Wand	WAB	Außendämmung der Wand hinter Bekleidung
	WAA	Außendämmung der Wand hinter Abdichtung
	WAP	Außendämmung der Wand unter Putz
	WAS	Außendämmung der Wand im Spritzwasserbereich mit Einbindung ins Erdreich
	WZ	Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung
	WH	Dämmung von Holzrahmen-, Holztafelbauweise und vergleichbaren Gefachen
	WI	Innendämmung der Wand
	WTH	Dämmung zwischen Haustrennwänden mit Schallschutzanforderungen
WTR	Dämmung von Rauntrennwänden	
Perimeter	PW	Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)
	PB	Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)

D Liste der Flammschutzmittel

Tabelle 30: Übersicht von eingesetzten Dämmstoffen und Flammschutzmitteln

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
Mineralwolle		keine Flammschutzmittel notwendig					A1	
Polystyrol Hart-schaum	EPS	TBBPA-bis(2,3-dibrompropyl)ether	TBBPA-DBPE	Br	O	1-5	B1, B2	keine
		TBBPA-bis(2,3-dibrommethylpropyl)ether	TBBPA-DBMPE	Br	O	1-5		keine
		Hexabromcyclododekan ¹⁰	HBCD	Br	O	0,8-4		H: 361, 362, 400, 410
		Polymer-FR	pFR	Br	O	2		keine
		Antimonoxid				1-10		H: 351
	XPS	TBBPA-bis(2,3-dibrompropyl)ether	TBBPA-DBPE	Br	O	1-5	B1, B2	keine

⁹ Brandklassen nach DIN 4102-1

¹⁰ Seit 22.03.2016 dürfen Produkte (Stoffe, Gemische und Erzeugnisse) mit einem Gehalt von mehr als 100 mg/kg HBCD in der EU nicht mehr hergestellt oder vertrieben werden.

Dämmstoff	Abk.	Flammenschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
Polystyrol Extruderschaum		TBBPA-bis(2,3-dibrommethylpropyl)ether	TBBPA-DBMPE	Br	O	1-5		keine
		Polymer-FR	pFR	Br	O	2		keine
		Hexabromcyclododekan	HBCD	Br	O	0,8-4		H: 361, 362
Polyurethan Hartschaum	PU	Antimonoxid				1-10	B1, B2	H: 351
		Dicumylperoxid						H: 242, 315, 319, 411, 360
		oligomerer Alkylphosphatester	Levagard 2000	P	O	5-10		H: 302, 315, 351, 412
		Diethyl Hydroxymethylphosphonate	Levagard 2100	P	X	1-15		H: 302, 315, 351, 335
		Tris[2-chlorisopropyl]phosphat	TCPP	P	O	2-7		H: 302, 351, 412, 361

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
		Tetrabromphthalatdiol	PHT4-Diol	Br	O	5-10		H: 411, 412
		Triethyl phosphat	TEP	P	O	2-5		H: 302, 319, 336
		IXOL B350		Br	O	5-10		keine
		2,2',6,6'-Tetrabromo-4,4'-isopropylidenediphenol, oligomeric reaction products with Propylene oxide and n-butyl glycidyl ether	Fox-O-Pol VD 280 S	Br	O	5-10		H: 302, 315, 319, 351, 412
		Dimethylpropanphosphonat	Levagard DMPP	P	O	5-10		H: 319, 360F
		Tris(2-ethylhexyl)phosphat	TEHP	P	O	2-5		H: 315, 319
		Trikresylphosphat	TKP	P	O	2-5		H: 361, 400, 410
		Bisphenol-A-bis(diphenylphosphat)	BDP	P	O	2-5		H: 413
		Resorcinol-bis(diphenylphosphat)	RDP	P	O	4-13		H: 411, 412

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
		Tris(isopropylphenyl)phosphat	ITP	P	O	2-5		H: 361, 373, 410
		Triphenylphosphat ¹¹	TPP	P	O	5-10		H: 400, 410, 411
		Tris(2-chlorethyl)phosphat ¹²	TCEP	P, Cl	O	10		H: 302, 351, 360F, 411
		Pentabromdiphenylether ¹³	PentaBDE	Br	O	8-18		H: 362, 373, 400, 410
		Ammoniumpolyphosphat	APP	P	O	9-15		H: 302, 319
		Tris(1-chloro-2-propyl) phosphat	T CPP	P, Cl	O			H: 302, 351, 412, 361
		Diethylethylphosphonat	DEEP	P	O	2-5		H: 302, 313, 318,

11 SVHC nach REACH, bisher nicht zulassungspflichtig

12 Zulassungspflichtig nach REACH-Anhang XIV seit 2015, keine aktuellen Zulassungen im Dämmstoffbereich.

13 Verboten gemäß Verordnung (EU) 2019/1021 (POP-Verordnung, vormals Verordnung (EU) 850/2004)

Dämmstoff	Abk.	Flammenschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
								319, 401, 411
		Tris(1,3-dichlorisopropyl)phosphat	TDCPP	P	O	2-5		H: 351, 410, 411
		Dibromneopentylglycol	DBNPG	Br	O	2-5		H: 302, 319, 341, 340, 350, 351, 373, 413
		Roter Phosphor		O	O	20-25		H: 228, 412, 250, 300, 314, 330, 400
		Tribromneopentylalkohol	TBNPA	Br	O	2-5		H: 319, 341, 350
		Oligomeres Chloralkyl phosphat	Fyrol EEF	Cl	O	2-5		H: 351, 302, 315, 319, 335
		Chlorierter Phosphonat-Ester	Antiblaze 78	Cl		2-5		keine

Dämmstoff	Abk.	Flammenschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
		Oligomeres Chloralkylphosphonat	Fyrol 99	Cl, P		2-5		keine
		Dimethylmethylphosphat	DMMP	P	O	2-5		H: 318, 340, 361f
		Diethyl-N N-bis(2-hydroxyethyl)-Aminomethyl-Phosphonat	Levagard 4090 N	P	O	2-5		keine
		Phosphonic acid, P-methyl-, dimethyl ester, polymer with oxirane and phosphorus oxide (P2O5)	Fyrol 51	P	X	2-5		H: 301, 311, 411
		Aminomethylphosphonat blend	Fyrol 53	P	O	2-5		H: 302, 351, 360, 411
		Phosphoric acid, triethyl ester, polymer with oxirane and phosphorus oxide (P2O5)	Exolit OP 550	P	X	2-5		keine
		Neutrales Phosphor-Polyol	Vicrol 82	P	X	2-5		keine
		Diethyl Ethylphosphonate	Antiblaze V490	P	O	2-5		H: 302, 318, 411

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
		Ammoniumpolyphosphat	APP	P	O	9-15		H: 302, 319
		Aluminiumhydroxid	ATH		O	20-50		keine
		bromiert-chlorierte Polyetherpolyole	IXOL M125	Br,Cl	X	5-15		H: 302
		Antimonoxid	Sb ₂ O ₃	X	X	1-10		H: 351
		Calciumtetraborat	CaB ₄ O ₇	B	O			H: 360, 361
		Tris(1,3-dichlorisopropyl)phosphat	TDCPP	P	O	2-5		H: 351, 410, 411
		Zinkhydroxystannat	ZHS	X	X			keine
		bromiert-chlorierte Polyetherpolyole	IXOL B 251	Br, Cl	X	5-10		H: 302, 319
Phenolharz Schaum	PF	Borsäure ¹¹		B	O	1-5	B1	H: 360FD

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
Schaumglas Dämmstoff	CG	Ammoniumphosphat		P	O	1-10	A1	H: 315, 319, 335
		kein Flammschutzmittel notwendig						
Holzwole	WW	Natriumborat ¹¹		B	O	8-15	A2	H: 360FD, 319
Holzwole Mehrschicht	WW-C	Natriumborat ¹¹		B	O	8-15	A2	H: 360FD, 319
Blähperlite	EPB	kein Flammschutz notwendig					A1	
expandiertes Kork	ICB	eher keine Flammschutzmittel zugegeben					B2	
Holzfasern	WF	Natriumborate ¹¹		B	O	8-15	B2	H: 360FD, 319
Polyethylschaum	PEF	Ammoniumpolyphosphat	APP	P	O	9-15	B2	H: 302, 319
		Decabromdiphenylethan	DBDPE	Br	O	22		keine
		Aluminiumhydroxid			O	20-50		keine
		Magnesiumhydroxid			O	20-50		keine

Dämmstoff	Abk.	Flammenschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
Polyisocyanurat	PIR	Tris(chlorisopropyl)phosphat	TCP	P, Cl	O	2-5	B2	H: 302, 351, 412, 361
		oligomerer Alkylphosphatester	Levagard 2000	P	O	5-10		H: 302, 315, 351, 412
		Diethyl Hydroxymethylphosphonate	Levagard 2100	P	O	1-15		H: 302, 315, 351, 335
		Triethyl phosphat	TEP	P	O	2-5		H: 302, 319, 336
		Diethylethylphosphonat	DEEP	P	O	2-5		H: 302, 313, 318, 319, 401, 411
		Tris(2-ethylhexyl)phosphat	TEHP	P	O	2-5		H: 315, 319
		Trikresylphosphat	TKP	P	O	2-5		H: 361, 400, 410
		Bisphenol-A-bis(diphenylphosphat)	BDP	P	O	2-5		H: 413

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
		Vinylphosphorsäure		P	O			H: 314
		Resorcinol-bis(diphenylphosphat)	RDP	P	O	4-13		H: 411, 412
		Tris(isopropylphenyl)phosphate	ITP	P	O	2-5		H: 317, 361, 373
		Triphenylphosphat	TPP	P	O	5-10		H:400, 410, 411
		Tris(1,3-dichlorisopropyl)phosphat	TDCPP	P	O	2-5		H: 351, 410, 411
		Ammoniumpolyphosphat	APP	P	O	9-15		H: 302, 319
		Tris(2-chlorethyl)phosphat ¹²	TCEP	P	O	10		H: 302, 351, 360f, 411
		Dimethylpropanphosphonat	Levagard DMPP	P	O	5-10		H: 319, 360F
		bromiert-chlorierte Polyetherpolyole	IXOL B 251	Br, Cl	X	5-10		H: 302, 319
		bromiert-chlorierte Polyetherpolyole	IXOL M125	Br,Cl	X	5-15		H: 302
		Antimonoxid	Sb ₂ O ₃	X	X	1-10		H: 351

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
Melaminharzschaum	MF	keine Flammschutzmittel notwendig					B1	
Flexibler Elastomerschaum	FEF	Decabromdiphenylethan	DBDPE	Br	O	22	B, C, D, E	keine
		Aluminiumhydroxid			O	20-50		Keine
		Magnesiumhydroxid			O	20-50		Keine
		Antimonoxid	Sb ₂ O ₃	X	X	1-10		H: 351
Harnstoff-Formaldehydharzschaum	UF	kein Flammschutz notwendig				B1, B2		
Glaswolle	GW	kein Flammschutz notwendig				A1		
Hanf- und Flachsfasern	HF	Natriumborat ¹¹		B	O	8-15	B2	H: 360FD, 319
		Natriumcarbonat			O	3-5		H: 319
		Ammoniumphosphat		P	O	1-10		H: 315, 319, 335
Cellulose	CE	Natriumborat ¹¹		B	O	8-15 (heute unter 5,5 %)	B2	H: 360FD, 319

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
		Ammoniumphosphat		P	O	8		H: 315, 319, 335
Blähglas		kein Flammschutz notwendig					A1	
Kalziumsilikatschaum		kein Flammschutz notwendig					A1	
Keramikfasern		kein Flammschutz notwendig					A1	
Aerogel		kein Flammschutz notwendig					A1	
Pyrogene Kieselsäure		kein Flammschutz notwendig					A1	
Schlackenwolle		kein Flammschutz notwendig					A1	
Blähglimmer	EV	kein Flammschutz notwendig					A1	
Blähton		kein Flammschutz notwendig					A1	
Bims		kein Flammschutz notwendig					A1	
Wärmedämmziegel		kein Flammschutz notwendig					A1	
Baumwolle		Natriumborate ¹¹		B	O	0,6	B2	H: 360FD, 319

Dämmstoff	Abk.	Flammschutzmittel	Abk.	Halogenhaltig (Cl, Br), Phosphorhaltig (P), Borhaltig (B)	Reaktiv (X) Nichtreaktiv (O)	Konz. [Gew.-%]	Erreichte Brandklassen ⁹ der Dämmstoffe	H-Sätze
Schilfrohr		kein Flammschutz notwendig					A1	
Chinaschilf		kein Flammschutz notwendig					B2	
Strohballen		kein Flammschutz notwendig					B2	
Steinwolle	MW	kein Flammschutz notwendig					A1	

E Berechnungen zu Stoffströmen

Zu Tabelle 4: Verarbeitete Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Bauprodukte in Deutschland im Jahr 2021:

Die folgenden Daten dienen als Berechnungsgrundlage.

Tabelle 31: Berechnungsgrundlage für die Berechnung der verarbeiteten Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Bauprodukte in Deutschland im Jahr 2021

Beschreibung	Daten	Quelle
Verarbeitete Menge Kunststoff für Bauprodukte in Deutschland im Jahr 2021	3.690 kt	(Lindner et al. 2022)
Zusammensetzung der in Deutschland im Jahr 2017 hergestellten Bauprodukte aus Kunststoff	31 % Rohre 27 % Profile 15 % Dämmung 27 % Sonstige	(Bendix et al. 2021)

Unter der Annahme, dass die Zusammensetzung der in Deutschland im Jahr 2021 hergestellten Bauprodukte aus Kunststoff auch der Zusammensetzung im Jahr 2017 entsprach, wurde die für die Herstellung von Bauprodukten verarbeitete Menge Kunststoff aus dem Jahr 2021 auf die verschiedenen Bauprodukte aufgeteilt.

Zu Tabelle 5: Verarbeitete Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021:

Die folgenden Daten dienen als Berechnungsgrundlage.

Tabelle 32: Berechnungsgrundlage für die Berechnung der verarbeiteten Menge Kunststoff für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021

Beschreibung	Daten	Quelle
Verarbeitete Menge Kunststoff für Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021	554 kt	Tabelle 4
Verarbeitete Menge Kunststoff für Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2017	485 kt	(Bendix et al. 2021)
Verarbeitete Menge expandiertes Polystyrol (=EPS+XPS) für Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021	291 kt	(Lindner et al. 2022)
Verarbeitete Menge EPS für Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021	216 kt	(Lindner et al. 2023)
Zu Dämmstoffen verarbeitete Menge PUR in Deutschland im Jahr 2017	162 kt	(Bendix et al. 2021)

Auf Basis dieser Daten wurden die folgenden Berechnungen durchgeführt.

Verarbeitete Menge XPS für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021 = 291 kt – 216 kt = 75 kt

Verarbeitete Menge PUR/PIR für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021 = 162 kt * 554 kt / 485 kt = 185 kt

Verarbeitete Menge Sonstige Kunststoffe für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021 = 554 kt – 216 kt – 75 kt – 185 kt = 77 kt

Zu Tabelle 7: Mit kunststoffbasierten Dämmstoffen verknüpftes Abfallaufkommen (inkl. Nebenprodukte) in Deutschland im Jahr 2021:

Die folgenden Daten dienen als Berechnungsgrundlage.

Tabelle 33: Berechnungsgrundlage für die Berechnung der Abfallströme

Beschreibung	Daten	Quelle
Abfälle (PC+PI) aus expandiertem Polystyrol (=EPS+XPS) in Deutschland im Jahr 2021	147 kt	(Lindner et al. 2022)
PC-Abfälle aus expandiertem Polystyrol (=EPS+XPS) in Deutschland im Jahr 2021	125 kt	(Lindner et al. 2022)
PI-Abfälle aus expandiertem Polystyrol (=EPS+XPS) in Deutschland im Jahr 2021	22 kt	(Lindner et al. 2022)
PC-Abfälle aus EPS für Verpackungen in Deutschland im Jahr 2018	70 kt	(Lindner et al. 2019)
Anteil der Verpackungen an der in Deutschland verarbeiteten Menge expandierten Polystyrols in 2021	11 %	(Lindner et al. 2022)
PC-Abfälle aus EPS aus Dämmstoffen in Deutschland im Jahr 2021	49 kt	(Lindner et al. 2023)
Verarbeitete Menge expandiertes Polystyrol (=EPS+XPS) für Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021	291 kt	(Lindner et al. 2022)
Verarbeitete Menge EPS für Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021	216 kt	(Lindner et al. 2023)
Verarbeitete Menge PUR/PIR für die Herstellung kunststoffbasierter Dämmstoffe in Deutschland im Jahr 2021	285 kt	Tabelle 5Tabelle Tabelle

PC-Abfälle aus XPS aus Dämmstoffen in Deutschland im Jahr 2021 = 125 kt – 70 kt – 49 kt = 6 kt

PI-Abfälle aus EPS aus Dämmstoffen in Deutschland im Jahr 2021 = 216 kt / 291 kt * (22 kt – 22 kt * 11 %) = 15 kt

PI-Abfälle aus XPS aus Dämmstoffen in Deutschland im Jahr 2021 = (22 kt – 22 kt * 11 %) – 15 kt = 5 kt

PC-Abfälle aus PUR/PIR aus Dämmstoffen in Deutschland im Jahr 2021 = (125 kt – 70 kt) * 185 kt / 291 kt = 35 kt

PI-Abfälle aus PUR/PIR aus Dämmstoffen in Deutschland im Jahr 2021 = (22 kt – 22 kt * 11 %) * 185 kt / 291 kt = 12 kt

F Berechnungen zu Mikroplastik

Tabelle 26 listet die betrachteten Dämmstoffe und ihre als Mikroplastikquelle in Frage kommenden Bestandteile auf. Zusätzlich wurde die Masse der entsprechenden Bestandteile für einen Quadratmeter und einen Wärmedurchlasswiderstand von $R = 1 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$ abgeschätzt. Es wurde jeweils ein minimaler und maximaler Wert berechnet. Im Folgenden werden die der Berechnung zugrundeliegenden Quellen mit den entsprechenden Daten und daraus berechneten Werten aufgelistet.

EPS:

Für den minimalen Wert wurde die EPD „EPS-Hartschaum – grau mit niedriger Rohdichte vorzugsweise für WDVS und Innendämmung“ des Industrieverband Hartschaum e. V. (IVH) herangezogen.

Für den maximalen Wert wurde die EPD „EPS-Hartschaum – weiß mit hoher Rohdichte vorzugsweise für Perimeter und Sockeldämmung, sehr hohe Druckbelastbarkeit“ des Industrieverband Hartschaum e. V. (IVH) herangezogen.

PUR:

Für den minimalen und maximalen Wert wurde die EPD „PU-Dämmplatten aus Blockschaumstoff“ des IVPU Industrieverband PolyurethanHartschaum e.V. herangezogen.

Mineralwolle:

Für den minimalen Wert wurde die EPD „Mineralwolle-Dämmstoff im mittleren Rohdichtebereich“ des FMI Fachverband Mineralwolleindustrie e.V. herangezogen.

Für den minimalen Wert wurde die EPD „Mineralwolle-Dämmstoff im hohen Rohdichtebereich“ des FMI Fachverband Mineralwolleindustrie e.V. herangezogen.

Holzfaser:

Für minimalen und maximalen Wert wurden die Datenblätter folgender Produkte verschiedener Hersteller herangezogen: STEICO protect L dry, STEICO protect H dry, GUTEX Pyroresist, GUTEX Thermowall WDVS (leicht), GUTEX Thermowall WDVS (mittelschwer), best wood MULTITHERM 110, best wood MULTITHERM 140, PAVATEX ISOLAIR, PAVATEX PAVAWALL BLOC

Für die Holzfaserdämmstoffe wird in Tabelle 34 der Anteil der Bindemittel ohne und der Anteil der Hydrophobierungsmittel mit Klammern angegeben.

Tabelle 34: Berechnungsgrundlage zur Berechnung der Menge der Bestandteile die als Mikroplastikquelle in Frage kommen

Dämmstoff (min/max)	Literaturwerte		berechnet Gewicht in [kg] für 1 m ² und R = 1 (m ² ·K)/W	Aus Literatur abgeleitet Anteil Bestandteile die als Mikroplas-tikquelle in Frage kommen (min/max)	berechnet Menge Bestandteile die als Mikroplas-tikquelle in Frage kommen [kg]
	Bemessungswert Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]	Dichte [kg/m ³]			
EPS (min)	0,031	15	4,65E-01	90 %	4,19E-01
EPS (max)	0,035	30	1,05E+00	100 %	1,05E+00
PUR (min)	0,024	32	7,68E-01	100 %	7,68E-01
PUR (max)	0,028	35	9,80E-01	100 %	9,80E-01
Mineralwolle (min)	0,031	100	3,10E+00	2 %	6,20E-02
Mineralwolle (max)	0,046	152	6,99E+00	8 %	5,59E-01
STEICO protect L dry	0,039	110	4,29E+00	5 % (+4 %)	2,15E-01 (+1,72E-01)
STEICO protect H dry	0,045	180	8,10E+00	5 % (+4 %)	4,05E-01 (+3,24E-01)
GUTEX Pyrore- sist	0,046	190	8,74E+00	4 % (+1,5 %)	3,50E-01 (+1,31E-01)
GUTEX Ther- mowall WDVS (leicht)	0,039	110	4,29E+00	4 % (+1,5 %)	1,72E-01 (+6,44E-02)
GUTEX Ther- mowall WDVS (mittelschwer)	0,042	160	6,72E+00	4 % (+1,5 %)	2,69E-01 (+1,01E-01)
best wood MULTITHERM 110	0,04	110	4,40E+00	4 % (+1,0 %)	1,76E-01 (+4,40E-02)
best wood MULTITHERM 140	0,042	140	5,88E+00	4 % (+1,0 %)	2,35E-01 (+5,88E-02)
PAVATEX ISO- LAIR	0,046	200	9,20E+00	4 % (+0,7 %)	3,68E-01 (+6,44E-02)
PAVATEX PA- VAWALL BLOC	0,042	130	5,46E+00	4 % (+0,7 %)	2,18E-01 (+3,82E-02)