

# UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

|                     |   |
|---------------------|---|
| Deklarationsinhaber | <b>FPX - Fachvereinigung Polystyrol-Extruderschaumstoff</b> |
| Herausgeber         | Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)                        |
| Programmhalter      | Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)                        |
| Deklarationsnummer  | EPD-FPX-20140157-IBE1-DE                                    |
| Ausstellungsdatum   | 12.11.2014  |
| Gültig bis          | 11.11.2019  |

Extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS) mit alternativem  
Flammschutzmittel  
**FPX – Fachvereinigung Polystyrol-  
Extruderschaumstoff**

[www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com) / <https://epd-online.com>



## 1. Allgemeine Angaben

### FPX - Fachvereinigung Polystyrol-Extruderschäumstoff

#### Programmmhalter

IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.  
Panoramastr. 1  
10178 Berlin  
Deutschland

#### Deklarationsnummer

EPD-FPX-20140157-IBE1-DE

#### Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:

Dämmstoffe aus Schaumkunststoffen, 07.2014  
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss)

#### Ausstellungsdatum

12.11.2014

#### Gültig bis

11.11.2019



Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer  
(Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)



Dr. Burkhard Lehmann  
(Geschäftsführer IBU)

### Extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS)

#### Inhaber der Deklaration

FPX Fachvereinigung  
Polystyrol-Extruderschäumstoff  
Odenwaldring 68  
D- 64380 Rossdorf

#### In Kooperation mit

EXIBA - European Extruded Polystyrene Insulation Board Association  
Avenue E. van Nieuwenhuysse, 4  
B - 1160 Brussels

#### Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

XPS (extrudierter Polystyrolhartschaum) Platten hergestellt von EXIBA und FPX Mitgliedsfirmen. Die Deklaration bezieht sich auf 1 m<sup>2</sup> einer 100 mm dicken XPS Platte mit alternativem Flammenschutzmittel, entsprechend 0,1 m<sup>3</sup>, mit einer mittleren Dichte von 34,6 kg/m<sup>3</sup>.

#### Gültigkeitsbereich:

Die an der Datenerhebung beteiligten Firmen produzieren mehr als 90% der XPS Platten in Deutschland. Es wurden die Daten von 12 Standorten von sechs Unternehmen aus dem Jahr 2012 verwendet.

Der Deklarationsinhaber haftet für die zugrunde liegenden Angaben und Nachweise. Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen.

#### Verifizierung

Die CEN Norm EN 15804 dient als Kern-PCR

Verifizierung der EPD durch eine/n unabhängige/n Dritte/n gemäß ISO 14025

intern  extern



Prof. Dr. Birgit Grahl,  
Unabhängige/r Prüfer/in vom SVA bestellt

## 2. Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung

Extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS) ist ein Kunststoffschäumstoff entsprechend der /DIN EN 13164/, der in Form von Platten im Rohdichtenbereich von 20 bis 50 kg/m<sup>3</sup> produziert wird.

Die Platten werden in unterschiedlichen Druckfestigkeitsstufen von 150 bis 700 kPa im Dickenbereich 20 bis 200 mm geliefert, Produkte mit Dicken bis 320 mm werden als werksseitig verklebte Mehrschichtplatten geliefert. Für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche können die Platten unterschiedliche Oberflächen (mit Extrusionshaut, gefräst, gerillt oder thermisch geprägt) aufweisen. XPS Platten werden mit Glattkanten-, Stufenfalz- und Nut & Feder-Kantenausprägung geliefert. Die vorliegende Umweltdeklaration bezieht sich ausschließlich auf

unkaschierte und nicht gesondert weiter verarbeitete XPS-Platten.

Die Grundlage für die Ermittlung des Durchschnitts-Produktes bildet der mengenmäßige Marktanteil der an der Datenerhebung beteiligten Hersteller in Deutschland.

### 2.2 Anwendung

Anwendungsgebiete sind nach der /DIN 4108-10/ Wärmedämmung von Dach, Decke, Wand, Boden und Perimeter mit dort festgelegten Anforderungen an die physikalischen Eigenschaften: Perimeterdämmung der Bodenplatte, Perimeterdämmung der Kelleraußenwände, Flachdachdämmung nach dem Umkehrdachprinzip, Wärmedämmung von Fußböden z.B. hochbelasteter Industriefußböden, Außenwanddämmung, insbesondere

Wärmebrückendämmung von Betonbauteilen und als Kerndämmung in zweischaligem Mauerwerk, Wärmedämmverbund-systeme (WDVS), Wärmedämmung von Decken in landwirtschaftlichen Bauten, Innendämmung von Wänden, Innendämmung von Decken, Wärme-dämmung von Steildächern oberhalb und unterhalb der Sparren, Kernmaterial für Sandwichelemente, Technische Anlagen (z. B. Rohrisolierungen).

### 2.3 Technische Daten

#### Bautechnische Daten

| Bezeichnung  | Wert          | Einheit           |
|--|---------------|-------------------|
| Rohdichte  | 20 - 50       | kg/m <sup>3</sup> |
| Wärmeleitfähigkeit nach /DIN EN 12667/ und /DIN EN 13164/ Annex C      | 0,03 - 0,04   | W/(mK)            |
| Verformungsverhalten nach /DIN EN 1605/                                | ≤ 5           | %                 |
| Druckspannung oder Druckfestigkeit bei 10% Stauchung nach /DIN EN 826/ | 150 - 700     | kPa               |
| Elastizitätsmodul nach /DIN EN 826/                                    | 10000 - 40000 | kPa               |
| Zugfestigkeit nach /DIN EN 1607/                                       | 100 - 400     | kPa               |
| Kriechverhalten bzw. Dauerdruckfestigkeit nach /DIN EN 1606/           | < 250         | kPa               |
| Wasseraufnahme nach Diffusion nach /EN 12088/                          | 3 - 5         | Vol.-%            |
| Wasserdampfdiffusionswiderstandsza hl nach /EN 12088/                  | 50 - 250      | -                 |
| Widerstandsfähigkeit gegen Frost-Tauwechsel nach /DIN EN 12091/        | ≤ 2           | Vol.-%            |
| Dimensionsstabilität nach /DIN EN 1604/                                | ≤ 5           | %                 |

Schallschutz ist keine relevante Eigenschaft für XPS.

#### 2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

Herstellung und CE-Kennzeichnung nach Produktnorm /DIN EN 13164/. Anwendung nach Bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt (siehe Kapitel 8). Die Produkte werden kontrolliert und zertifiziert durch externe Prüflabore wie FIW, FMPA und MPA.

#### 2.5 Lieferzustand

Länge: 1000 – 3000 mm/ Breite: 600 mm/ Dicke: 20 – 200 mm (320 mm bei mehrlagigen Produkten) Für diese Deklaration wird eine Dicke von 100 mm zugrunde gelegt.

#### 2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Als Hauptrohstoff wird Standard Polystyrol (GPPS) [CAS 9003-53-6] mit 90 bis 95 Masse-% eingesetzt. Dieses wird mit Hilfe eines Treibmittels mit ca. 8 Masse-% aufgeschäumt. Das Treibmittel besteht aus Kohlendioxid [CAS 124-38-9] und halogenfreien Co-Treibmitteln.

| Rohstoffe/Hilfsstoffe       | Massenanteil |
|-----------------------------|--------------|
| Polystyrol                  | 90 - 95 %    |
| Treibmittel                 | 5 - 8 %      |
| davon Kohlendioxid          | 40 - 80 %    |
| und Co-Treibmittel          | 20 - 60 %    |
| Flammschutzmittel           | 0,5 - 3 %    |
| Additive (z. B. Farbstoffe) | < 1%         |

Als Zusatzmittel wird alternatives Flammschutzmittel eingesetzt. Das XPS enthält kein HBCD und keine anderen nach /REACH/ besonders Besorgnis erregenden Stoffe (SVHC). Weiter werden dem Extrusionsprozess Zusatzstoffe (wie z. B. Verarbeitungshilfsstoffe, Farbstoffe) unter 1% zugeführt. Polystyrol und die Co-Treibmittel werden aus Erdöl und -gas hergestellt. Es wird auf der Straße oder per Pipeline von den Produktionsstandorten zu den XPS-Herstellwerken transportiert. CO<sub>2</sub> wird als Nebenprodukt aus verschiedenen Prozessen gewonnen und ist unbegrenzt verfügbar.

#### 2.7 Herstellung

XPS wird in einem kontinuierlichen Extrusionsprozess mit Strom als Hauptenergieträger hergestellt. Polystyrol-Granulat wird zusammen mit den Hilfsstoffen im Extruder unter hohem Druck aufgeschmolzen. Das Treibmittel wird der Schmelze hinzugegeben und in ihr gelöst. Die Schmelze wird durch eine Breitschlitzdüse ausgetragen. Durch den dabei abfallenden Gegendruck schäumt das Treibmittel die Schmelze auf, kühlt diese dabei ab und das Polystyrol verfestigt sich. Es entsteht ein endloser Strang aus homogenem und geschlossenzelligem Polystyrolhartschaum. Dieser wird weiter abgekühlt und anschließend dimensioniert, besäemt, eventuell in der Oberfläche modifiziert und in einer 4- oder 6-Seitenverpackung mit Polyethylenfilm verpackt und palettiert. Durch die Verwendung von unterschiedlichen Düsen können Plattenstärken von 20 bis 200 mm produziert werden. XPS aus Produktionsabschnitten und Produktionsausschuss wird direkt in den Produktionen recycelt und wieder zur Produktion von XPS eingesetzt. Polystyrol ist ein thermoplastisches Material und kann deshalb einfach und kostengünstig durch Aufschmelzen recycelt werden.

Ein Großteil der Produktionsstandorte ist nach der /ISO 9001/ zertifiziert.

#### 2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Bei der Herstellung des XPS sind in allen Produktionsschritten zum Schutz der Gesundheit der Mitarbeiter keine weiteren Maßnahmen über die nationalen Arbeitsschutzvorschriften hinaus notwendig. Ein Großteil der Produktionsstandorte ist nach der /ISO 14001/ zertifiziert.

#### 2.9 Produktverarbeitung/Installation

Produkt- und anwendungsabhängige Einbauempfehlungen sind in Prospekten, Verarbeitungshinweisen und Produktdatenblättern der Hersteller beschrieben. Diese können bei den Herstellern direkt oder über das Internet bezogen werden. Es ist kein spezieller Personenschutz bei der Verarbeitung von XPS notwendig. Restmaterial XPS-Bauabfälle, welche als Verschnitt auf der Baustelle anfallen, sollen getrennt gesammelt und einer fachgerechten Entsorgung zugeführt werden.

#### 2.10 Verpackung

Die Verpackung besteht aus Polyethylenfolien, diese sollen getrennt gesammelt und einer fachgerechten Entsorgung zugeführt werden. Polyethylen kann dann

recycelt werden.

### 2.11 Nutzungszustand

Alle eingesetzten Stoffe sind im Einbauzustand alterungsbeständig und feuchtigkeitsresistent, wodurch die Dämmleistung sowie die mechanischen Eigenschaften während der gesamten Nutzungsdauer unverändert erhalten bleiben.

### 2.12 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

XPS ist in den meisten Anwendungen nicht im direkten Kontakt mit der Umwelt und mit der Innenraumluft. Belastungen für die Gesundheit bei der Verwendung von XPS für Innenraumdämmungen sind laut anerkannten Messungen von /AgBB/ u. a. nicht bedeutend (siehe 7.1 VOC Emissionen).

### 2.13 Referenz-Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer des XPS ist gleich der Nutzungsdauer des Bauteils, in dem es verwendet wird. Dies ist begründet in den ausgezeichneten mechanischen Festigkeiten und Beständigkeiten gegenüber Wassereinwirkung.

### 2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

#### Brand

XPS-Dämmstoffprodukte sind als Euroklasse E entsprechend der /DIN EN 13501-1/ eingestuft. Das Brandverhalten ist im Rahmen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen weiter festgelegt.

#### Brandschutz

| Bezeichnung                          | Wert |
|--------------------------------------|------|
| Baustoffklasse nach /DIN EN 13501-1/ | E    |

#### Wasser

XPS-Hartschaum ist chemisch neutral, nicht wasserlöslich und gibt bei bestimmungsgemäßem Gebrauch keine wasserlöslichen Stoffe ab, die zu einer Verunreinigung des Grundwassers, der Flüsse und Meere führen könnten. Die Wärmeleitfähigkeit des XPS wird durch die Einwirkung von Wasser oder Wasserdampf praktisch nicht beeinflusst.

### Mechanische Zerstörung

Nicht relevant für XPS-Produkte mit ihren ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften.

### 2.15 Nachnutzungsphase

Will man das volle Wiederverwendungspotential der XPS-Dämmprodukte ausnutzen, sollte die Verlegung der Dämmplatten möglichst so erfolgen, dass die Platten mit nur geringer oder keiner Beschädigung zurückgebaut werden können: Nichtverklebte Systeme, Trennlagen zwischen Dämmung und Beton, mechanische Befestigungen. Auf Umkehrdächern werden Platten aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum lose verlegt und können daher weitestgehend zerstörungsfrei vom Dach entfernt und auf einem anderen Dach wieder verlegt werden. Bei einem bestehenden konventionellen Flachdach können die XPS-Dämmplatten an Ort und Stelle verbleiben, wenn zur wärmedämmtechnischen Aufwertung daraus ein „Plusdach“ wird. Rückgebaute, wiederverwendbare XPS-Dämmplatten aus mechanisch fixierten Anwendungen können z. B. zur Dämmung von Kellerwänden, oder nichttragenden Bodenplatten eingesetzt werden.

Die Hersteller empfehlen als Entsorgungsweg eine thermische Verwertung des Produkts. Die im Schaumstoff enthaltene Energie wird damit zurück gewonnen, wodurch zusätzlich erforderliche Stützfeuerungen bei Müllverbrennungsanlagen eingespart wird. Die Energie von 1 kg XPS-Hartschaum entspricht dem von ca. 1,1 Liter Heizöl. Zusätzlich kann die anfallende Abwärme bei der Müllverbrennung sowohl zur Strom- als auch zur Fernwärmeerzeugung genutzt werden.

### 2.16 Entsorgung

Abfallschlüssel nach Europäischem Abfallkatalog / Abfallverzeichnis-Verordnung (/AVV/): 17 06 04 Dämmmaterial mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 06 01 und 17 06 03 fällt.

### 2.17 Weitere Informationen

Weitere Informationen finden Sie unter [www.fpx-daemmstoffe.de](http://www.fpx-daemmstoffe.de)  
[www.austrotherm.de](http://www.austrotherm.de)  
[www.styrodur.de](http://www.styrodur.de)  
[www.dowbaustoffe.de](http://www.dowbaustoffe.de)  
[www.jackon-insulation.com](http://www.jackon-insulation.com)  
[www.ursa.de](http://www.ursa.de)

## 3. LCA: Rechenregeln

### 3.1 Deklarierte Einheit

Diese Deklaration bezieht sich auf 1 m<sup>2</sup> XPS-Platte mit einer Stärke von 100 mm, d.h. 0,1 m<sup>3</sup> mit einer Dichte von 34,6 kg/m<sup>3</sup>.

#### Deklarierte Einheit

| Bezeichnung                          | Wert | Einheit           |
|--------------------------------------|------|-------------------|
| Deklarierte Einheit mit 100 mm Dicke | 1    | m <sup>2</sup>    |
| Umrechnungsfaktor zu 1 kg            | 0,29 | -                 |
| Rohdichte                            | 34,6 | kg/m <sup>3</sup> |
| Deklarierte Einheit                  | 0,1  | m <sup>3</sup>    |
| Deklarierte Einheit                  | -    | λ                 |

Bei XPS-Produkten mit abweichender Rohdichte von der Referenzrohddichte von 34,6 kg/m<sup>3</sup> und abweichenden Produktdicken ist für die

Umweltindikatoren und Sachbilanzparameter folgende Umrechnung vorzunehmen:

$$I_{\text{adap}} = I_{\text{ref}} \times \frac{\rho_{\text{adap}}}{\rho_{\text{ref}}} \times \frac{d_{\text{adap}}}{d_{\text{ref}}}$$

$I_{\text{adap}}$  – adaptierter Umweltindikator oder Sachbilanzparameter

$I_{\text{ref}}$  – Umweltindikator oder Sachbilanzparameter für Rohdichte 34,6 kg/m<sup>3</sup>

$\rho_{\text{adap}}$  – adaptierte Rohdichte

$\rho_{\text{ref}}$  – Referenz-Rohdichte 34,6 kg/m<sup>3</sup>

$d_{\text{adap}}$  – adaptierte Produktdicke

$d_{ref}$  – Referenz-Produktstärke (100 mm)

### 3.2 Systemgrenze

Typ der EPD: Wiege bis Werk (A1-A3) – mit Optionen

Die Ökobilanz betrachtet die folgenden Punkte des Lebenszyklus:

- Extraktion und Aufbereitung von Rohstoffen (A1)
- Transport zur Herstellung (A2)
- Herstellung der XPS-Platte (A3)
- Herstellung der Verpackung (A3)
- Transporte zur Nutzung (A4)
- Abfallbeseitigung (C4) mit zwei Szenarien (Deponierung (Sz. 1) und thermische Verwertung (Sz. 2))
- Rückgewinnungs- und Recyclingpotentiale (D) - außerhalb der Systemgrenzen

### 3.3 Abschätzungen und Annahmen

Das Umweltprofil des Flammenschutzmittels basiert auf einer soliden Abschätzung auf Grundlage von Literatur, v. a. /Ullmanns/.

### 3.4 Abschneideregeln

In der Untersuchung werden alle wesentlichen Produktionsdaten betrachtet, u. a. Rohmaterialien, Stromverbrauch und Verpackungseinsatz. Einzelne Additive mit geringem Masseanteil sind nicht gesondert betrachtet, sondern werden in der Kalkulation mit Polystyrol abgeschätzt. Die Gesamtheit dieser Additive liegt unter 5% der Rezeptur. Beispielsweise kommen als Füllstoffe Talk und Zitronensäure zum Einsatz. Diese haben keine nennenswerte Auswirkung in Bezug auf die hier betrachteten Wirkkategorien und Mengen. Darüber hinaus werden Pigmente verwendet, welche bereits in der Polystyrolmenge berücksichtigt sind, da das Polystyrol-Granulat bereits eingefärbt ist.

### 3.5 Hintergrunddaten

Als Hintergrunddaten wurden Daten aus der GaBi 6 Datenbank verwendet /GaBi 2013/. Dokumentationen der einzelnen Hintergrunddatensätze sind beschrieben unter [www.gabi-software.com/databases](http://www.gabi-software.com/databases).

### 3.6 Datenqualität

Die Produktionsdaten, wie Menge an Rohmaterialien und Stromverbrauch stammen aus Messungen an den einzelnen Standorten. Die meisten Ökobilanzinventare

der Hintergrundprozesse, z. B. externe Stromerzeugung, sind Teil der GaBi 6 Datenbank, die zuletzt 2013 überarbeitet wurde.

### 3.7 Betrachtungszeitraum

Als Datengrundlage dienen Fertigungsinformationen des Jahres 2012.

### 3.8 Allokation

Während der XPS-Platten-Produktion fallen keine Koppelprodukte an. Allokationen wurden ausschließlich für Abfall- und Recyclingprozesse sowie in verschiedenen Hintergrundprozessen durchgeführt.

#### Allokation von Abfällen

In der Produktion anfallender XPS-Abfall, u. a. Plattenverschnitte werden zum Teil wieder in den Produktionsprozess eingebracht. Nicht direkt verwertbare Anteile werden thermisch verwertet. Allen betrachteten Verbrennungsprozessen liegt eine Teilstrombetrachtung zugrunde, die die spezifische Stoffzusammensetzung des Verbrennungsgutes berücksichtigt. Für die Müllverbrennungsanlage wird ein R1-Wert von kleiner 0,6 angenommen.

Generierter Strom und thermische Energie aus Abfällen, die innerhalb von Modul A1-A3 anfallen, werden direkt dort angerechnet.

Umweltlasten der Verbrennung des Produkts im EoL-Szenario werden dem Modul C4 zugeschrieben; resultierende Gutschriften für thermische und elektrische Energie werden in Modul D deklariert. Die Gutschriften erfolgen über europäische Durchschnittsdaten für elektrische Energie und thermische Energie aus Erdgas.

#### Allokation in vorgelagerten Prozessen

Bei allen Raffinerieprodukten werden Allokationen nach Masse und unterem Heizwert verwendet. Für jedes Raffinerieprodukt werden die Umweltlasten der Produktion spezifisch berechnet.

Bei anderen Materialien, deren Inventar für die Herstellungsberechnung herangezogen wird, werden die Allokationsregeln angewendet, die dafür jeweils geeignet sind. Informationen zu den einzelnen Datensätzen sind dokumentiert unter <http://database-documentation.gabi-software.com/support/gabi/>.

### 3.9 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach /EN 15804/ erstellt wurden und der Gebäudekontext, bzw. die produktspezifischen Leistungsmerkmale, berücksichtigt werden.

## 4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Die folgenden technischen Informationen sind Grundlage für die deklarierten Module oder können für die Entwicklung von spezifischen Szenarien im Kontext einer Gebäudebewertung genutzt werden, wenn Module nicht deklariert werden (MND).

#### Transport zu Baustelle (A4)

| Bezeichnung  | Wert  | Einheit           |
|--|-------|-------------------|
| Liter Treibstoff (Diesel) unter maximaler Beladung | 0,018 | l/100km           |
| Transport Distanz                                  | 528   | km                |
| Auslastung (einschließlich Leerfahrten)            | 70    | %                 |
| Rohdichte der transportierten Produkte             | 34,6  | kg/m <sup>3</sup> |

|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| Volumen-Auslastungsfaktor | 1 | - |
| Nutzlast des LKW (EURO 5) | 5 | t |

#### Ende des Lebenswegs (C1-C4)

Zwei EoL-Szenarien werden betrachtet:

Szenario 1 geht von der Deponierung des Produktes aus, Szenario 2 spiegelt die thermische Verwertung wider. Die Verbrennung führt zu Energiegutschriften auf Basis des europäischen Strommixes und thermischer Energie aus Erdgas unter europäischen Randbedingungen.

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|-------------|------|---------|
|-------------|------|---------|

|                                       |      |    |
|---------------------------------------|------|----|
| Getrennt gesammelt XPS                | 3,46 | kg |
| Als gemischter Bauabfall gesammelt    | 0    | kg |
| Zur Wiederverwendung                  | 0    | kg |
| Zum Recycling                         | 0    | kg |
| Zur Deponierung (Szenario 1)          | 3,46 | kg |
| Zur Energierückgewinnung (Szenario 2) | 3,46 | kg |

**Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotential (D), relevante Szenarioangaben**

Modul D beinhaltet Gutschriften aus der Verbrennung der XPS-Platten nach der Nutzung (C4).

## 5. LCA: Ergebnisse

Die folgenden Tabellen bilden die Umweltwirkung und Sachbilanzparameter entsprechend der Norm /EN 15804/ für den Lebensweg von 1 m<sup>2</sup> XPS-Platte ab. Die Module C4 und D werden für zwei EoL-Szenarien ausgewiesen. C4/1 und D1 beziehen sich auf die Deponierung, C4/2 und D2 auf die thermische Verwertung in der Nachnutzungsphase.

### ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; MND = MODUL NICHT DEKLARIERT)

| Produktionsstadium |    |    | Stadium der Errichtung des Bauwerks |     | Nutzungsstadium |     |     |     |     |     |     | Entsorgungsstadium |    |     |    | Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze |
|--------------------|----|----|-------------------------------------|-----|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|----|-----|----|--|
| A1                 | A2 | A3 | A4                                  | A5  | B1              | B2  | B3  | B4  | B5  | B6  | B7  | C1                 | C2 | C3  | C4 | D  |
| X                  | X  | X  | X                                   | MND | MND             | MND | MNR | MNR | MNR | MND | MND | MND                | X  | MND | X  | X  |

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m<sup>2</sup> XPS-Platte mit 100 mm Dicke

| Parameter | Einheit                                    | A1-A3   | A4       | C2       | C4/1     | C4/2     | D/1     | D/2      |
|-----------|--|---------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| GWP       | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]                  | 9,59    | 0,29     | 0,03     | 0,25     | 11,48    | 0,00    | -5,43    |
| ODP       | [kg CFC11-Äq.]                             | 1,33E-9 | 1,39E-12 | 1,29E-13 | 9,64E-12 | 2,99E-11 | 0,00E+0 | -1,72E-9 |
| AP        | [kg SO <sub>2</sub> -Äq.]                  | 2,30E-2 | 8,01E-4  | 7,42E-5  | 7,68E-4  | 7,04E-4  | 0,00E+0 | -1,41E-2 |
| EP        | [kg (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> -Äq.] | 2,10E-3 | 1,65E-4  | 1,53E-5  | 9,21E-4  | 1,39E-4  | 0,00E+0 | -9,58E-4 |
| POCP      | [kg Ethen Äq.]                             | 2,45E-2 | -2,06E-4 | -1,91E-5 | 9,58E-5  | 8,30E-5  | 0,00E+0 | -1,14E-3 |
| ADPE      | [kg Sb Äq.]                                | 4,48E-6 | 1,10E-8  | 1,02E-9  | 4,94E-8  | 1,54E-7  | 0,00E+0 | -4,47E-7 |
| ADPF      | [MJ]                                       | 279,16  | 4,02     | 0,37     | 3,57     | 1,26     | 0,00    | -76,05   |

Legende: GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbau Potential der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für den abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen; ADPF = Potenzial für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m<sup>2</sup> XPS-Platte mit 100 mm Dicke

| Parameter | Einheit           | A1-A3   | A4      | C2      | C4/1     | C4/2    | D/1     | D/2      |
|-----------|-------------------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|----------|
| PERE      | [MJ]              | 7,12    | IND     | IND     | IND      | IND     | IND     | IND      |
| PERM      | [MJ]              | 0,00    | IND     | IND     | IND      | IND     | IND     | IND      |
| PERT      | [MJ]              | 7,12    | 0,16    | 0,01    | 0,19     | 0,14    | 0,00    | -8,19    |
| PENRE     | [MJ]              | 155,26  | IND     | IND     | IND      | IND     | IND     | IND      |
| PENRM     | [MJ]              | 138,10  | IND     | IND     | IND      | IND     | IND     | IND      |
| PENRT     | [MJ]              | 293,36  | 4,03    | 0,37    | 3,74     | 1,46    | 0,00    | -92,25   |
| SM        | [kg]              | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00     | 0,00    | 0,00    | 0,00     |
| RSF       | [MJ]              | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00     | 0,00    | 0,00    | 0,00     |
| NRSF      | [MJ]              | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00     | 0,00    | 0,00    | 0,00     |
| FW        | [m <sup>3</sup> ] | 4,24E-2 | 1,12E-4 | 1,04E-5 | -3,31E-3 | 2,21E-2 | 0,00E+0 | -2,03E-2 |

Legende: PERE = Erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PERM = Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PERT = Total erneuerbare Primärenergie; PENRE = Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger; PENRM = Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung; PENRT = Total nicht erneuerbare Primärenergie; SM = Einsatz von Sekundärstoffen; RSF = Erneuerbare Sekundärbrennstoffe; NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN:

#### 1 m<sup>2</sup> XPS-Platte mit 100 mm Dicke

| Parameter | Einheit | A1-A3   | A4      | C2      | C4/1    | C4/2    | D/1     | D/2      |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| HWD       | [kg]    | 9,38E-3 | 9,18E-6 | 8,51E-7 | 1,24E-4 | 4,50E-6 | 0,00E+0 | -6,20E-3 |
| NHWD      | [kg]    | 4,02E-2 | 5,07E-4 | 4,70E-5 | 3,44E+0 | 7,92E-2 | 0,00E+0 | -2,03E-2 |
| RWD       | [kg]    | 5,64E-3 | 5,28E-6 | 4,89E-7 | 6,61E-5 | 8,54E-5 | 0,00E+0 | -6,45E-3 |
| CRU       | [kg]    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | IND     | IND      |
| MFR       | [kg]    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | IND     | IND      |
| MER       | [kg]    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | IND     | IND      |
| EEE       | [MJ]    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | IND     | IND      |
| EET       | [MJ]    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | 0,00    | IND     | IND      |

Legende: HWD = Gefährlicher Abfall zur Deponie; NHWD = Entsorgter nicht gefährlicher Abfall; RWD = Entsorgter radioaktiver Abfall; CRU = Komponenten für die Wiederverwendung; MFR = Stoffe zum Recycling; MER = Stoffe für die Energierückgewinnung; EEE = Exportierte Energie elektrisch; EET = Exportierte Energie thermisch

## 6. LCA: Interpretation

Generell wird ein Großteil der Umweltwirkungen durch die Polystyrol-Herstellung verursacht. Ein weiterer wichtiger umweltrelevanter Prozess ist die Stromerzeugung, die 58% zum Ozonabbaupotential (ODP) beträgt sowie 11% zum Versauerungspotenzial (AP). Grund für die versauernde Wirkung ist die

Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Stromerzeugung durch Emissionen von Schwefeldioxid und Stickoxiden. Der Beitrag zum Ozonabbau resultiert aus den verwendeten Kühlmitteln in Kernkraftwerken. Emissionen von Treibmitteln direkt aus der XPS-Produktion tragen mit einem Anteil von 87%

hauptsächlich zur bodennahen Ozonbildung bei Transporte und die Herstellung von Treibmitteln und Flammenschutzmittel sind wenig relevant in Hinblick auf die betrachteten Umweltwirkkategorien. Das Eutrophierungspotential (EP) wird zu einem Drittel durch die Deponie verursacht. Das ist zum einen bedingt dadurch, dass die eutrophierende Gesamtbelastung mangels organischer Bestandteile im Produkt auf einem geringen Niveau liegt. Zum anderen ist ein Teil des EP auf Einschränkungen des verwendeten Deponie-Ökobilanzmodells zurückzuführen. Kunststoffe ohne Weichmacher sind innerhalb der betrachteten 100 Jahre nicht abbaubar und verbleiben praktisch unverändert und ohne Stoffe zu entlassen auf der Deponie. Das Deponiemodell bezieht sich jedoch auf die Ablagerung von Hausmüll mit einer Standard-Hintergrundbelastung, so dass in die Ergebnisse Emissionen einfließen, die nicht durch das XPS verursacht sind. Aus den Ergebnissen geht darüber hinaus hervor, dass die Deponie Frischwasser (FW) "generiert" (negativer Wert in Modul C4). Der Grund für dieses unrealistische Ergebnis liegt in der Charakterisierung der Input- und Output-Wasserflüsse. Regenwasser, das auf die Deponie fällt, wird im Gegensatz zum entlassenen Wasser in den Vorfluter nicht als Frischwasser berücksichtigt. Bezüglich des erneuerbaren Primärenergiebedarfs (PERT) besteht eine Diskrepanz zwischen A1-A3 und D2 von plus 14%. Dort wird mehr Energie aus erneuerbaren Ressourcen berücksichtigt als in das System eingeht. Grund dafür ist, dass die erneuerbare Primärenergie in dieser Studie ausschließlich mit dem Stromverbrauch gekoppelt ist und infolge des hohen Energiegehaltes des Produktes mehr Strom durch die

Verbrennung erzeugt wird, als für die Herstellung (A1-A3) benötigt wird.

Das gewählte Entsorgungsszenario zieht signifikante Unterschiede in den Ökobilanz-Ergebnissen nach sich. Unterstützend zeigen die folgenden Abbildungen den Beitrag der einzelnen Module zum globalen Erwärmungspotential (GWP) sowie zum nicht-erneuerbaren Primärenergiebedarf (PENRT).

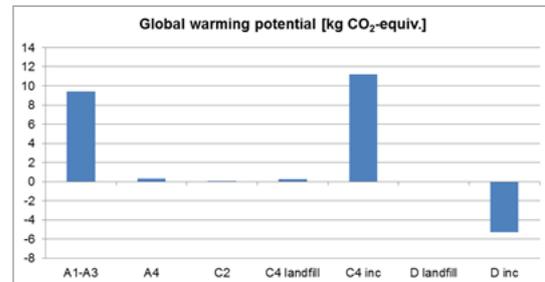


Figure 6-1

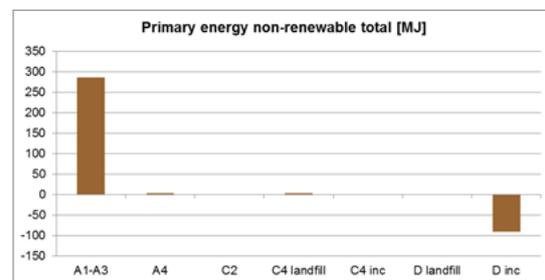


Figure 6-2

## 7. Nachweise

XPS Produkte können für die Innenanwendung benutzt werden, da kein Kontakt mit der Innenraumluft zu erwarten ist und XPS durch Systeme geschützt wird.

### 7.1 VOC-Emissionen

Emissionen leicht-flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) der EXIBA XPS-Produkte entsprechend des AgBB-Schemas wurden anhand von 14 Proben von 9 EXIBA-Mitgliedsunternehmen im Juli 2011 durch Eurofins Product testing in Dänemark geprüft. Die getesteten Produkte wurden als konform zu den Anforderungen von DIBt und AgBB für die Nutzung im Innenraum eingestuft.

#### VOC Emissionen

| Bezeichnung            | Wert             | Einheit           |
|------------------------|------------------|-------------------|
| TVOC (C6 - C16)        | 0 - 1000         | µg/m <sup>3</sup> |
| Summe SVOC (C16 - C22) | 0 - 100          | µg/m <sup>3</sup> |
| R (dimensionslos)      | 0 - 1            | -                 |
| VOC ohne NIK *         | 0 - 100          | µg/m <sup>3</sup> |
| Kanzerogene            | nicht detektiert | µg/m <sup>3</sup> |

\*) Nik = niedrigste (toxikologisch) interessierende Konzentration

### 7.2 Auslaugung

Untersuchungen zum Auslaugverhalten sind für XPS derzeit nicht gefordert.

7.2 Auslaugung  
Messung des Auslaugverhaltens (Eluat-Analyse) unter  
Nennung des Meßverfahrens sofern für den

Anwendungsbereich relevant, z.B. in Anlehnung an  
DIN EN 12457/1-4 oder DIN/CEN TS 14405 in  
Verbindung mit der Entscheidung des Rates vom  
19.12.2002 (2002/33/EC).

## 8. Literaturhinweise

**Institut Bauen und Umwelt e.V.**, Berlin (Hrsg.):

### **ISO 14025**

DIN EN ISO 14025:2011-10, Environmental labels and  
declarations — Type III environmental declarations —  
Principles and procedures.

### **EN 15804**

EN 15804:2012-04+A1 2013, Sustainability of  
construction works — Environmental product  
declarations — Core rules for the product category of  
construction products.

### **AgBB**

Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von  
Bauprodukten, Berlin

### **DIBt**

Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin  
[www.dibt.de](http://www.dibt.de)

### **PCR 2013, Teil A**

PCR - Part A: Calculation rules for the Life Cycle  
Assessment and Requirements on the Background  
Report, Version 1.2, Institut Bauen und Umwelt e.V.,  
2013  
[www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)

### **PCR 2013, Teil B**

Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil B:  
Anforderungen an die EPD für Dämmstoffe aus  
Schaumkunststoffen, Version 1.5, 2013  
[www.bau-umwelt.de](http://www.bau-umwelt.de)

### **ISO 9001**

DIN EN ISO 9001:2008-12:  
Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen

### **ISO 14001**

DIN EN ISO 14001:2009-11:  
Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit  
Anleitung zur Anwendung

### **DIN EN 1604**

DIN EN 1604:2013-05: Wärmedämmstoffe für das  
Bauwesen - Bestimmung der Dimensionsstabilität bei  
definierten Temperatur- und Feuchtebedingungen

### **DIN EN 1605**

DIN EN 1605:2013-05: Wärmedämmstoffe für das  
Bauwesen - Bestimmung der Verformung bei  
definierter Druck- und Temperaturbeanspruchung

### **DIN EN 1606**

DIN EN 1606: 2013-05: Wärmedämmstoffe für das  
Bauwesen - Bestimmung des Langzeit-  
Kriechverhaltens bei Druckbeanspruchung

### **DIN EN 1607**

DIN EN 1607:2013-05 Wärmedämmstoffe für das  
Bauwesen - Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht  
zur Plattenebene

### **DIN 4108-10**

DIN 4108-10: 2008-06 Wärmeschutz und Energie-  
Einsparung in Gebäuden - Teil 10:  
Anwendungsbezogene Anforderungen an  
Wärmedämmstoffe - Werkmäßig hergestellte  
Wärmedämmstoffe

### **DIN EN 12086**

DIN EN 12086: 2013-06: Wärmedämmstoffe für das  
Bauwesen - Bestimmung der  
Wasserdampfdurchlässigkeit

### **DIN EN 12088**

DIN EN 12088: 2013-06: Wärmedämmstoffe für das  
Bauwesen - Bestimmung der Wasseraufnahme durch  
Diffusion

### **DIN EN 12091**

DIN EN 12091: 2013-06: Wärmedämmstoffe für das  
Bauwesen - Bestimmung des Verhaltens bei Frost-  
Tau- Wechselbeanspruchung

### **DIN EN 826**

DIN EN 826: 2013-05: Wärmedämmstoffe für das  
Bauwesen - Bestimmung des Verhaltens bei  
Druckbeanspruchung

### **DIN EN 15804**

DIN EN 15804:2012-04, Nachhaltigkeit von Bau-  
werken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln  
für die Produktkategorie Bauprodukte

### **DIN EN 13501-1**

DIN EN 13501-1: 2010-01: Klassifizierung von  
Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten -  
Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den  
Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

### **DIN EN 12667**

DIN EN 12667: 2001-05: Wärmetechnisches Verhalten  
von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des  
Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit  
dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-  
Gerät - Produkte mit hohem und mittlerem  
Wärmedurchlasswiderstand

### **DIN EN 13164**

DIN EN 13164: 2013-03, Wärmedämmstoffe für  
Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus  
extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) – Spezifikation

### **AVV**

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis  
(Abfallverzeichnis-Verordnung – AVV):  
Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2011  
(BGBl I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 22  
des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)  
geändert worden ist.

### **GaBi 2013**

GaBi 6 Software & Dokumentation, Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International, Dokumentation der GaBi 6-Datensätze, 2013  
<http://www.gabi-software.com/databases>

**REACH**

Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe, 2014

**Zulassungen**

Z-23.15-1416 (Stoffzulassung - Austrotherm)

Z-23.15-1481 (Stoffzulassung - BASF )

Z-23.15-1476 (Stoffzulassung – Dow Deutschland GmbH)

Z-23.15-1477 (Stoffzulassung – JACKON Insulation)

Z-23.15-1516 (Stoffzulassung – URSA Insulation )

**Herausgeber**

Institut Bauen und Umwelt e.V.  
Panoramastr. 1  
10178 Berlin  
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0  
Fax +49 (0)30 3087748- 29  
Mail [info@bau-umwelt.com](mailto:info@bau-umwelt.com)  
Web [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)

**Programmhalter**

Institut Bauen und Umwelt e.V.  
Panoramastr. 1  
10178 Berlin  
Deutschland

Tel +49 (0)30 3087748- 0  
Fax +49 (0)30 3087748- 29  
Mail [info@bau-umwelt.com](mailto:info@bau-umwelt.com)  
Web [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)

**Ersteller der Ökobilanz**

PE INTERNATIONAL  
Hauptstraße 111  
70771 Leinfelden-Echterdingen  
Germany

Tel +49 711 341817-0  
Fax +49 711 341817-25  
Mail [info@pe-international.com](mailto:info@pe-international.com)  
Web [www.pe-international.com](http://www.pe-international.com)

**Inhaber der Deklaration**

FPX - Fachvereinigung Polystyrol-  
Extruderschäumstoff  
Odenwaldring 68  
64380 Rossdorf bei Darmstadt  
Germany

Tel +49 61 54 / 80 39 85  
Fax +49 61 54 / 80 39 61  
Mail [info@fpx-daemmstoffe.de](mailto:info@fpx-daemmstoffe.de)  
Web [www.fpx-daemmstoffe.de](http://www.fpx-daemmstoffe.de)

**In Kooperation mit**

EXIBA - European Extruded Polystyrene  
Insulation Board Association  
Avenue E. van Nieuwenhuyse 4  
1160 Brussels  
Belgium

Tel +32 2 676 72 62  
Fax +32 2 676 74 47  
Mail [coo@cefic.be](mailto:coo@cefic.be)  
Web [www.exiba.org](http://www.exiba.org)