

# UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804+A2

|                     |  |
|---------------------|--|
| Deklarationsinhaber | QKE Qualitätsverband Kunststoffherzeugnisse e.V.<br>GKFP Gütegemeinschaft Kunststoff-Fensterprofilsysteme e.V.<br>EPPA European PVC Window Profiles and related Building Products Association ivzw |
| Herausgeber         | Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)   |
| Programmhalter      | Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)   |
| Deklarationsnummer  | EPD-QKE-20220002-IBG1-DE   |
| Ausstellungsdatum   | 03.05.2022   |
| Gültig bis          | 02.05.2027   |

**Kunststofffenster (1,23 m x 1,48 m)  
mit 2-Scheiben-Isolierglas**

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



## 1. Allgemeine Angaben

QKE, GKFP, EPPA

### Programmhalter

IBU – Institut Bauen und Umwelt e.V.  
Hegelplatz 1  
10117 Berlin  
Deutschland

### Deklarationsnummer

EPD-QKE-20220002-IBG1-DE

### Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorien-Regeln:

Fenster und Türen, 01.2021  
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenrat (SVR))

### Ausstellungsdatum

03.05.2022

### Gültig bis

02.05.2027

Kunststofffenster (1,23 m x 1,48 m)  
mit 2-Scheiben-Isolierglas

### Inhaber der Deklaration

QKE – Qualitätsverband Kunststoffherzeugnisse e.V.  
Am Hofgarten 1–2; 53113 Bonn  
Deutschland  
GKFP – Gütegemeinschaft Kunststoff-  
Fensterprofilsysteme e.V.  
Am Hofgarten 1–2; 53113 Bonn  
Deutschland  
EPPA – European PVC Profiles and related  
Building Products Association ivzw  
Avenue de Cortenberg 71; 1000 Brüssel  
Belgien

### Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 m<sup>2</sup> Fensterfläche.

Das Referenzfenster ist ein einflügeliges Dreh-Kipp-Fenster der Größe 1,23 m x 1,48 m mit einem 2-Scheiben-Isolierglas und Rahmenmaterial aus Hart-PVC mit optionaler Oberflächenveredelung (lackiert, mit PVC-Folie oder PMMA beschichtet) und ggf. zusätzlich mit einer Aluminiumdeckschale versehen.

Die planmäßigen Austausche der Einzelkomponenten Dichtung, Beschlag und Verglasung während einer 40-jährigen Nutzungsdauer sind berücksichtigt.

### Gültigkeitsbereich:

Diese Deklaration ist eine Verbands-EPD.

Sie deckt alle Bauformen für PVC-Fenster ab, die den angegebenen Eigenschaften entsprechen. Dies sind sowohl geklotzte wie auch geklebte Fensterkonstruktionen und verschiedene Varianten der Profilverstärkung bzw. der Oberflächengestaltung. Es wurden Daten aus den Produktionsstandorten folgender Systemgeber und Fensterhersteller berücksichtigt:

aluplast – Ettlingen (DE)  
Deceuninck – Bogen (DE), Calne (GB), Hoogledede-Gits (BE), Jasin (PL), Roye (FR)  
GARGIULO – Nehren (DE)  
GEALAN – Bukarest (RO), Guopstos (LT), Rzgów (PL), Tanna (DE)  
hapa – Herrieden (DE)  
Internorm – Sarleinsbach (AT), Traun (AT)  
profine – Berlin (DE), Marmoutier (FR), Pirmasens (DE)  
REHAU – Sren (PL), Wittmund (DE)  
Salamander – Türkheim (DE), Wloclawek (PL)  
SCHÜCO – Weißenfels (DE)  
TMP – Bad Langensalza (DE)  
VEKA – Burgos (ES), Burnley (GB), Sendenhorst (DE), Skierniewice (PL), Thonon-les-Bains (FR)

Als Datenbasis für die Herstellung der Kunststoffprofile wurde das gewichtete Mittel der Angaben von elf Mitgliedsunternehmen mit 27 Produktionsstätten in neun Ländern herangezogen. Die dabei erfasste Produktionsmenge entspricht ca. 80 % der europäischen Produktion der in den Verbänden EPPA, GKFP und QKE organisierten Profilverhersteller.

Diese Verbands-EPD kann von den Mitgliedsunternehmen der drei Verbände EPPA, GKFP und QKE genutzt werden sowie den Fensterherstellern, die Kunststoff-Profilssysteme dieser Unternehmen verwenden.

Der Inhaber der Deklaration haftet für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise; eine Haftung des IBU in Bezug auf Herstellerinformationen, Ökobilanzdaten und Nachweise ist ausgeschlossen. Die EPD wurde nach den Vorgaben der *EN 15804+A2* erstellt. Im Folgenden wird die Norm vereinfacht als *EN 15804* bezeichnet.

#### Verifizierung

Die Europäische Norm *EN 15804* dient als Kern-PCR

Unabhängige Verifizierung der Deklaration und Angaben gemäß *ISO 14025:2011*

intern  extern



Dipl. Ing. Hans Peters  
(Vorstandsvorsitzender des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)



Dr. Alexander Röder  
(Geschäftsführer Instituts Bauen und Umwelt e.V.)



Dr. Eva Schmincke,  
Unabhängige/-r Verifizierer/-in

## 2. Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung/Produktdefinition

Einflügeliges Fenster, 1,23 m x 1,48 m, mit Rahmenprofilen aus Hart-PVC, 2-Scheiben-Isolierglas und Dreh-Kipp-Beschlag.

In den PVC-Profilen können als Verstärkung Stahl, Aluminium oder in das PVC-Material einextrudierte Glasfasern eingesetzt werden.

Die Profilerfläche kann unterschiedlich ausgeführt sein: Weiß ohne Beschichtung, kaschiert mit PVC-Folie, beschichtet mit PMMA (Polymethylmethacrylat), lackiert oder mit einer separaten Aluminiumdeckschale versehen. Dadurch ergeben sich weiße oder farbige, glatte oder strukturierte Oberflächen.

Die Dichtungen bestehen aus Weich-PVC, EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Monomer) oder TPE (thermoplastisches Elastomer), die Beschläge überwiegend aus Stahl.

Das Durchschnittsfenster für diese EPD ist die weiße, stahlverstärkte Basisvariante. Allerdings werden für die Profilverstellung die über die Produktionsmenge gemittelten Inputs/Outputs der Produktionsstätten berücksichtigt, wobei alle Prozesse zur Oberflächenveredelung, die an den Standorten tatsächlich durchgeführt werden, einbezogen sind.

Diese EPD deklariert die durchschnittliche Umweltqualität für PVC-Fenster von Mitgliedsunternehmen der Verbände EPPA, GKFP und QKE. Fensterhersteller, die Kunststoff-Profilssysteme dieser Unternehmen verwenden, können die Deklaration ebenfalls nutzen. Detaillierte Produktdaten sind den spezifischen Beschreibungen des jeweiligen Herstellers zu entnehmen.

Für das Inverkehrbringen des Fensters in der EU/EFTA (mit Ausnahme der Schweiz) gilt die Verordnung (EU) Nr. 305/2011 (CPR). Das Produkt benötigt eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der harmonisierten Produktnorm *DIN EN 14351-1:2016-12, Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren* sowie die CE-Kennzeichnung.

Für die Verwendung gelten die jeweiligen nationalen Bestimmungen.

### 2.2 Anwendung

Fenster werden zur Belichtung, Belüftung und zum Witterungsschutz in der äußeren Gebäudehülle eingesetzt.

### 2.3 Technische Daten

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte bzw. Klassen gelten für das dieser EPD zugrunde liegende Referenzfenster. Abhängig von der Ausführung von Rahmen, Beschlag, Dichtungen und der Isolierglas-einheit werden weitaus höhere Leistungsklassen erreicht.

| Bezeichnung   | Wert          | Einheit              |
|---|---------------|----------------------|
| Mögliche Öffnungsarten                                    | Dreh-Kipp     | -                    |
| Scheibenaufbau  | 4 / 16 / 4    | mm                   |
| Gesamtenergiedurchlassgrad g                              | 62            | %                    |
| Wärmedurchgangskoeffizient Glas Ug nach EN 674, EN 675    | 1,1           | W/(m <sup>2</sup> K) |
| Wärmedurchgangskoeffizient Fenster Uw nach EN 674, EN 675 | 1,2           | W/(m <sup>2</sup> K) |
| Luftdurchlässigkeit nach EN 12207                         | 2–4           | Klasse               |
| Widerstandsfähigkeit gegen Windlast nach EN 12210         | B1–C5         | Klasse               |
| Schlagregendichtheit nach EN 12206                        | 4A–9A         | Klasse               |
| Mechanische Beanspruchung (Dauerfunktion) nach EN 12400   | 10.000–20.000 | Zyklen               |

Für die spezifische, in den Verkehr gebrachte Fenstereinheit gelten die vom jeweiligen Hersteller angegebenen bautechnischen Angaben sowie die Leistungswerte entsprechend der Leistungserklärung in Bezug auf dessen wesentliche Merkmale gemäß der harmonisierten Produktnorm *DIN EN 14351-1:2016-12, Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren*.

### 2.4 Lieferzustand

Diese EPD bezieht sich auf ein Referenzfenster mit den Maßen 1,23 m x 1,48 m.

### 2.5 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Die Hauptkomponenten des Referenzfensters sind:

| Bezeichnung                             | Wert | Einheit |
|---|------|---------|
| 25,87 kg Isolierglas                    | 45,2 | M-%     |
| 16,79 kg Rahmenmaterial Hart-PVC        | 29,3 | M-%     |
| 11,87 kg Armierung Stahl                | 20,7 | M-%     |
| 1,83 kg Beschläge Stahl                 | 3,2  | M-%     |
| 0,76 kg Dichtungen Weich-PVC, EPDM, TPE | 1,3  | M-%     |
| 0,13 kg Schrauben Stahl                 | 0,2  | M-%     |
| 0,05 kg Glasklötze PP                   | 0,1  | M-%     |

Repräsentativ für die individuellen, von den Profilverstellern verwendeten Rezepturen für den PVC-Rahmen wird folgende generische Zusammensetzung für die Ökobilanz berücksichtigt:

- 81,0 M-% PVC
- 8,1 M-% Füllstoff (Kreide)
- 4,9 M-% Schlagzähmodifikatoren
- 2,8 M-% Calcium-Zink-Stabilisatoren
- 3,2 M-% Pigment Titanoxid (TiO<sub>2</sub>)

Ein Teilerzeugnis kann Stoffe der *ECHA-Kandidatenliste* (Stand 01.04.2020) der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (en: Substances of Very High Concern – SVHC) oberhalb von 0,1 Massen-% enthalten: Ja, das PVC-Profil. Dies kann dann der Fall sein, wenn bei der Herstellung dieser Profile wiederaufbereitetes PVC-

Alfenstermaterial im Kern des Profilquerschnitts verwendet wird. In diesen Profilen können Bleiverbindungen (CAS-Nummer 7439-92-1 der *ECHA-Kandidatenliste*; Stand 01.04.2020) mit mehr als 0,1 Massen-% enthalten sein.

Das Produkt enthält weitere CMR-Stoffe (cancerogen, mutagen oder reproduktionstoxisch) der Kategorie 1A oder 1B, die nicht auf der *ECHA-Kandidatenliste* stehen, mit mehr als 0,1 Massen-%: Nein.

Dem vorliegenden Bauprodukt werden Biozidprodukte zugesetzt oder es wird mit Biozidprodukten behandelt: Nein.

## 2.6 Herstellung

Kunststofffenster werden aus folgenden Komponenten gefertigt: den PVC-Rahmenprofilen mit Dichtungen und falls erforderlich einer Verstärkung, dem Isolierglas sowie den Beschlägen.

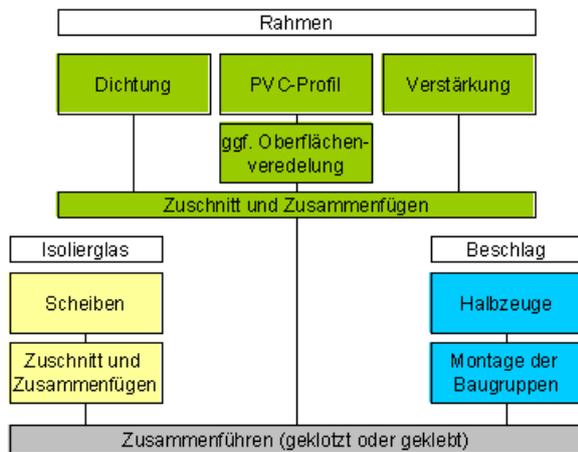


Abb. 2-1: Schematische Darstellung der Herstellung einer Fenstereinheit

Die PVC-Profile werden im Extrusionsverfahren aus einer Mischung von PVC-Pulver und Additiven hergestellt. Letztere schützen das PVC vor Schädigungen während der Verarbeitung und verleihen dem Profil die erforderlichen Eigenschaften wie z. B. Schlagzähigkeit, Farbe und Witterungsbeständigkeit. Das PVC-Pulver zur Herstellung des Rahmens ist ein weit verbreiteter Massenkunststoff und wird durch Polymerisation hergestellt. Aufgrund seiner chemischen Struktur enthält PVC einen erheblichen Anteil des Halogens Chlor.

Farbige Oberflächen können durch Anbringung einer Aluminiumdeckschale, Aufbringen einer Folie, Lackierung oder durch Koextrusion mit einer PMMA-Schicht erzeugt werden. Dichtungen werden entweder im Koextrusionsverfahren bereits bei der Extrusion mit dem Fensterprofil verbunden oder nachträglich eingerollt.

Die Fensterprofile werden in Standardlängen an den Fensterhersteller geliefert. Dort werden die für das jeweilige Fenster erforderlichen Längen gesägt. Soweit erforderlich werden Stahlarmierungen eingeschoben und verschraubt. Anschließend werden die Profile geschweißt, die Beschläge angebracht und die Verglasung sowie die Glashalteleisten eingesetzt.

Der Stahl zur Herstellung der Beschläge wird im Wesentlichen im Hochofenprozess aus Eisenerzen durch Reduktion mit Koks gewonnen.

Die Rohstoffbasis für die Herstellung der Verglasung bildet Quarzsand unter Zugabe verschiedener Fluss- und Oxidationsmittel (Sodaasche, Natriumsulfat, Kaliumcarbonat etc.). In einem weiteren Verarbeitungsschritt wird das geschmolzene Rohglas in eine Zinn-schmelze gegeben, aus der kontinuierlich ein flaches Glasband abgezogen wird (Floatglasverfahren).

## Güteüberwachung

Die Mitgliedsunternehmen der GKFP e.V. unterliegen im Rahmen der freiwilligen Selbstverpflichtung einer externen Güteüberwachung. Diejenigen Kunststoff-Fensterprofilssysteme, die mit dem RAL Gütezeichen nach *RAL-GZ 716* gekennzeichnet werden dürfen, sind auf der Webseite des Verbandes [gkfp.de](http://gkfp.de) gelistet: [gkfp.de/produktkompass/profilssysteme-mit-ral-gueetezeichen](http://gkfp.de/produktkompass/profilssysteme-mit-ral-gueetezeichen)

Ebenfalls einer Fremdüberwachung unterliegen die Fensterhersteller, die das RAL Gütezeichen nach *RAL-GZ 695* führen. Eine Liste ist auf der Webseite der Gütegemeinschaft Fenster, Fassaden und Haustüren e.V. [window.de/guetegemeinschaft-fenster](http://window.de) abrufbar unter: [ral-fachbetriebe.fenster-können-mehr.de/](http://ral-fachbetriebe.fenster-können-mehr.de/)

## 2.7 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Einzelmaßnahmen an den Produktionsstätten wie die Implementierung eines Umwelt- oder Energiemanagementsystems nach *ISO 14001* bzw. *ISO 50001* sind der jeweiligen Unternehmensdarstellung zu entnehmen.

## 2.8 Produktverarbeitung/Installation

Die fertigen Fenster werden zur Baustelle transportiert und in den Baukörper eingebaut. Für die Montage werden Schrauben aus galvanisch verzinktem Stahl verwendet. Der Einsatz von Montageschaum (Polyurethan) ist möglich.

## 2.9 Verpackung

Für den Transport der Einzelkomponenten zum Fensterhersteller werden Pappe, Polyethylen-Folie und -Schaumpads genutzt. Der Transport der Rahmenprofile erfolgt zumeist in Mehrweg-Stahlkassetten, vereinzelt in Einweg-Holzpaletten.

Für die Auslieferung der Fenster werden zumeist Mehrweggestelle verwendet, darüber hinaus Schaumpads und Stretchfolie aus Polyethylen, Pappe, Ladungssicherungsbänder aus Polypropylen, Aluminium- oder Stahlklammern.

Sofern nicht wiederverwendet, wird Verpackungsmaterial aus Metall dem stofflichen Recycling zugeführt, andere Verpackungsanteile werden in der Regel thermisch verwertet, andernfalls deponiert.

Abfallcodes gemäß AVV:

- 15 01 01 Pappe
- 15 01 02 Kunststoffe
- 15 01 03 Vollholz und Holzwerkstoffe
- 15 01 04 Metalle

## 2.10 Nutzungszustand

Kunststofffenster sind sehr langlebig und dauerhaft. Die stoffliche Zusammensetzung ändert sich während der Nutzung nicht.

## 2.11 Umwelt und Gesundheit während der Nutzung

Umwelt und Gesundheit werden durch das PVC-Rahmenmaterial nicht negativ beeinflusst. Dies gilt ebenso für das Fensterelement, sofern in der weiteren Lieferkette die Verwendung lösemittelfreier Komponenten gewährt ist.

## 2.12 Referenz-Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer des Produktes bzw. seiner Komponenten wird nach *BBSR 2017* wie folgt angenommen:

- 40 Jahre für das Kunststofffenster
- 30 Jahre für das Isolierglas
- 30 Jahre für den Beschlag
- 20 Jahre für die Dichtprofile

Da die Nutzungsdauer der Komponenten unter der des Produktes liegt, wird in der Ökobilanz der einmalige Austausch von Dichtungen, Beschlag und Verglasung berücksichtigt.

## 2.13 Außergewöhnliche Einwirkungen

### Brand

In Abhängigkeit von der Konstruktion und Oberflächenbeschaffenheit erreichen Kunststofffenster hinsichtlich des Brandverhaltens die Klassen E bis B nach *EN 13501-1*.

| Bezeichnung          | Wert |
|----------------------|------|
| Baustoffklasse       | E-B  |
| Brennendes Abtropfen | d0   |
| Rauchgasentwicklung  | s3   |

### Wasser

Bei unvorhergesehener Wassereinwirkung wie z. B. Hochwasser treten keine nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt auf.

Die Dichtigkeit des Fensters bei Schlagregen wird durch die konstruktive Ausführung und Dauerhaftigkeit von Rahmenprofil, Dichtung und Beschlag beeinflusst. Dementsprechend werden unterschiedliche Dichtigkeitsklassen erreicht (vgl. 2.3).

## Mechanische Zerstörung

Bei unvorhergesehener mechanischer Zerstörung treten keine negativen Folgen für die Umwelt auf.

## 2.14 Nachnutzungsphase

Eine stoffliche Verwertung ist für alle Komponenten des Fensters problemlos möglich und technisch realisiert. So wird das PVC-Rahmenmaterial in einem kontrollierten Kreislauf geführt und nach seiner Aufbereitung wieder in Fensterprofilen eingesetzt. Der in Beschlägen und Verstärkungen verwendete Stahl kann ebenfalls ohne Qualitätsverlust recycelt werden. Für die Verglasung ist eine stoffliche Verwertung ebenfalls sehr gut möglich, jedoch zumeist mit einem Qualitätsverlust verbunden.

## 2.15 Entsorgung

Die einzelnen Komponenten des Kunststofffensters können als nicht gefährlicher Abfall der Verbrennung (ohne Energierückgewinnung) oder Deponie zugeführt werden.

Abfallcodes gemäß AVV:

- 17 02 02 Glas
- 17 02 03 Kunststoff
- 17 04 02 Aluminium
- 17 04 05 Eisen und Stahl

## 2.16 Weitere Informationen

Bezugsmöglichkeiten für weitere Informationen bestehen über die Webseiten der Verbände

[www.eppa-profiles.eu](http://www.eppa-profiles.eu)  
[www.gkfp.de](http://www.gkfp.de)  
[www.qke-bonn.de](http://www.qke-bonn.de)

sowie der Systemhäuser und Fensterhersteller.

## 3. LCA: Rechenregeln

### 3.1 Deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit ist 1 m<sup>2</sup> Fensterfläche bezogen auf ein Referenzfenster (in Anlehnung an EN 14351-1 und EN 17213). Dessen auf die Gesamtfläche bezogener Rahmenanteil  $F_F$  liegt bei knapp 28 %.

| Bezeichnung  | Wert        | Einheit        |
|--|-------------|----------------|
| Deklarierte Einheit                                      | 1           | m <sup>2</sup> |
| Referenzfenster Breite x Höhe                            | 1,23 x 1,48 | m              |
| Rahmenanteil   | 27,8        | %              |
| Masse  | 57,3        | kg             |
| Umrechnungsfaktor<br>Referenzfenster zu 1 m <sup>2</sup> | 0,5493      | -              |
| Masse deklarierte Einheit                                | 31,4        | kg             |

Das bilanzierte, zur Durchschnittsberechnung verwendete Produktionsvolumen basiert auf den Angaben der im Gültigkeitsbereich genannten Unternehmen. Der Produktionsprozess variiert unter den Herstellern nur leicht. Daher wird von einer guten Repräsentativität und Robustheit der Daten ausgegangen.

### 3.2 Systemgrenze

Für die deklarierte Einheit wird der komplette Lebenszyklus von der Wiege bis zur Bahre betrachtet. Dabei sind das Produktionsstadium (Module A1–A3), die Errichtung des Bauwerks (A4, A5), das Nutzungsstadium (B1, B2), das Entsorgungsstadium (C1–C4) sowie Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze (D) relevant, nicht aber die weiteren Module des Nutzungsstadiums (B3, B4).

#### Herstellung

Für die Herstellung findet die aggregierte Darstellung in Form von A1–A3 Verwendung. Darunter fallen die Bereitstellung von Rohstoffen und Energie, die Herstellung von Stahlverstärkung, Verglasung, Beschlag und PVC-Profil, die Transporte der Komponenten zum Fensterhersteller, die von diesem benötigten Energieverbräuche sowie anfallenden Produktionsabfälle. Insbesondere werden auch die Verbräuche für die Beheizung der Produktionsstätten sowie der angeschlossenen Räumlichkeiten berücksichtigt. Investitionsgüter (Maschinen, Gebäude etc.) bleiben hingegen unberücksichtigt.

In Modul A4 werden die Transporte vom Fensterbauer zur Baustelle berücksichtigt und gemäß EN 17213 in Modul A5 die für den Einbau verwendeten Hilfs- und Betriebsstoffe sowie die Entsorgung von Verpackungsabfällen.

#### Nutzung

Die auftretenden Transmissionswärmeverluste während der Nutzungsphase werden in Modul B1 berücksichtigt, die in 2.12 genannten Ersatzmaßnahmen der Fensterkomponenten in Modul B2.

#### Entsorgung

Alle Prozesse, die Ausbau, Abbau oder Abbruch des Fensters aus dem Gebäude betreffen und die nicht auf

Gebäudeebene zu betrachten sind, werden in Modul C1 eingerechnet.

Redistributionstransporte von der Baustelle zur Abfallbehandlung fallen in das Modul C2. Prozesse zur Bewirtschaftung der Abfälle, insbesondere die Energierückgewinnung aus Abfällen, werden in Modul C3 berücksichtigt. Hierzu gehört auch die Sortierung für die Wiederverwertung.

Die Deponierung wie auch die thermische Abfallbehandlung fallen dem Modul C4 zu.

#### Gutschriften

Abschließend zeigt das Modul D die sich außerhalb der Systemgrenze ergebenden Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenziale auf.

### 3.3 Abschätzungen und Annahmen

Sofern keine spezifischen Informationen zu Transporten vorliegen, werden durchschnittliche Transportentfernungen aus Hintergrunddaten angenommen. Dies betrifft insbesondere Modul A2.

Bei der Produktion oder Entsorgung entstehende Stäube und Emissionen werden anhand generischer Daten mitbetrachtet.

Bezüglich des Ersatzes von Komponenten während der Nutzung sowie des Rückbaus des Fensters wird angenommen, dass die Aufwendungen denen des Einbaus entsprechen.

### 3.4 Abschneideregeln

Es werden alle bekannten Inputs und Outputs bei der Bilanzierung einbezogen. Datenlücken werden mit konservativen Annahmen und generischen Daten gefüllt. Die vernachlässigten Input-Flüsse liegen jeweils unter 1 % der Gesamtmasse bzw. des Gesamtflusses der Primärenergie. In Summe ergeben sie jeweils weniger als 5 % der Gesamtmasse bzw. 5 % der Gesamtenergie.

### 3.5 Hintergrunddaten

Die Modellierung des Lebenszyklus wird in der Ökobilanzsoftware *GaBi* durchgeführt. Die Hintergrunddaten insbesondere für die Rohstoffe sowie die Herstellung von PVC, Isolierglas und Beschlägen stammen aus der Datenbank *ecoinvent* 3.7. Dabei werden möglichst spezifische, aktuelle und repräsentative Daten verwendet. Die verwendeten Daten sind nicht älter als zehn Jahre.

### 3.6 Datenqualität

Als Primärdaten der Profilextrusion und der Fensterfertigung wurden Angaben von zwölf Unternehmen mit 28 Produktionsstätten in neun Ländern herangezogen, siehe Geltungsbereich. Diese für das Jahr 2019 erhobene Daten wurden auf Plausibilität und Konsistenz überprüft. Weitere Durchschnittsangaben stammen von den Verbänden.

Die Qualität der spezifischen Daten ist daher als sehr gut einzuschätzen.

Mindestens 80 % aller Beiträge zu den Kernindikatoren jeder Wirkungskategorie resultieren aus fünf Hintergrunddatensätzen. Deren Repräsentativität ist überwiegend als gut bis sehr gut einzuschätzen. Nur in einzelnen Fällen wurden Datensätze mit einer geringeren Repräsentativität verwendet. Die Qualität der Hintergrunddaten ist daher insgesamt als gut einzuschätzen.

### 3.7 Betrachtungszeitraum

Die Primärdaten wurden für das Jahr 2019 erhoben.

Für die Produktionsdaten der Profilextrusion und des Fensterbaus wurden die mit dem Produktionsvolumen gewichteten Mittelwerte angesetzt.

### 3.8 Allokation

Bei der Herstellung des Fensters und in weiteren Prozessen (Modul A1–A3) entstehen keine Co-Produkte. Daher ist in Vordergrundprozessen keine Co-Produkt-Allokation nötig. In der Vorkette von PVC, z. B. bei der Herstellung von Vinylchlorid, entstehen Co-Produkte, bei denen eine Allokation in den Hintergrunddatensätzen vorliegt.

Eingesetzte Energien, Hilfs- und Betriebsstoffe sowie Abfälle (Modul A1–A3) werden jeweils auf Werksebene erfasst und über die produzierte Masse auf die Produkte verteilt.

Eingesetzte Rezyklate (Modul A1–A3) werden im Sinne eines Closed-Loop berücksichtigt, sodass keine Allokation stattfindet.

In Modul D ergeben sich Nutzen und Lasten aus dem Recycling von PVC und Metallen sowie der Energierückgewinnung aus Abfällen.

### 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.

Die Ökobilanz wurde mit der Datenbank *ecoinvent 3.7* erstellt.

## 4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

Charakteristische Produkteigenschaften

Biogener Kohlenstoff

Der Gehalt an biogenem Kohlenstoff beträgt weniger als 5 % der Gesamtmasse des Produkts und der zugehörigen Verpackung.

## Grundlegende Informationen

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

Die Angaben beziehen sich überwiegend jeweils auf eine deklarierte Einheit.

### Transport zu der Baustelle (A4)

| Bezeichnung  | Wert  | Einheit  |
|--|-------|----------|
| spez. Treibstoffverbrauch je<br>Tonnen-Kilometer LKW 7,5 t | 0,132 | l/(t*km) |
| LKW 40 t   | 0,023 | l/(t*km) |
| Transportdistanz LKW 7,5 t                                 | 9     | km       |
| LKW 40 t   | 69    | km       |

### Einbau in das Gebäude (A5)

Die für den Einbau verwendeten Hilfs- und Betriebsstoffe (z. B. Befestigungsmittel, Dichtstoffe) werden gemäß EN 17213 in die Ökobilanz des Fensters einbezogen, nicht jedoch der Energieverbrauch beim Einbau, der auf Gebäudeebene zu betrachten ist, weshalb diese Angabe rein informativ ist.

| Bezeichnung               | Wert  | Einheit |
|---------------------------|-------|---------|
| Polyurethan Montageschaum | 0,180 | kg      |
| Schrauben                 | 0,077 | kg      |
| Stromverbrauch            | 0,085 | kWh     |

### Nutzung (B1)

Hier werden die durch das Fenster bedingten Netto-Wärmeverluste berücksichtigt. Diese setzen sich zusammen aus den Transmissionswärmeverlusten und den solaren Gewinnen. Da diese sehr stark von den tatsächlichen klimatischen Bedingungen am Einbauort sowie den technischen Gegebenheiten des einzelnen Gebäudes abhängen, sind die in dieser EPD ausgewiesenen Umweltwirkungen lediglich exemplarisch zu sehen.

Folgende Bedingungen werden angenommen: Die Berechnungen zu Wärmeverlusten und -gewinnen sowie die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung basieren auf Parametern durchschnittlicher europäischer Bedingungen. Der Energiebedarf während der Nutzungsphase am Referenzstandort wird nach DIN V 18599-2 berechnet. Dabei gilt:

| Bezeichnung           | Wert | Einheit |
|-----------------------|------|---------|
| Gradtagszahlfaktor EU | 2135 | K*d     |
| Solare Einstrahlung   | 155  | kWh/m²a |

Die Bereitstellung der Heizenergie wird mit deutschen Heizenergiebedarf-Daten wie folgt modelliert:

- 49 % Gas
- 25 % Heizöl
- 14 % Fernwärme

12 % Sonstige (z. B. Biomasse, Strom).

### Instandhaltung (B2)

Die Nutzungsdauer des Fensters wird nach BBSR 2017 mit 40 Jahren angesetzt. Der Austausch einzelner Komponenten nach Erreichen ihrer technischen Lebensdauer (vgl. 2.12) wird nach EN 17213 in B2 wie folgt berücksichtigt:

| Bezeichnung               | Wert  | Einheit    |
|---------------------------|-------|------------|
| Ersatzzyklus Verglasung   | 1     | Anzahl/RSL |
| Dichtungen                | 1     | Anzahl/RSL |
| Beschlag                  | 1     | Anzahl/RSL |
| Stromverbrauch            | 0,085 | kWh        |
| Montageschaum Polyurethan | 0,180 | kg         |
| Schrauben                 | 0,077 | kg         |

### Ende des Lebensweges (C1–C4)

Die Recyclingquoten und Entsorgungswege sind länderspezifisch und weichen im europäischen Raum stark voneinander ab. Folgende Annahmen liegen der Ökobilanz zu Grunde:

| Bezeichnung                                       | Wert  | Einheit |
|---|-------|---------|
| Sammelquote über alle<br>Materialien              | 95    | %       |
| * davon zum Recycling                             | -     |         |
| Glas  | 65    | %       |
| PVC   | 59    | %       |
| Stahl/Aluminium                                   | 92    | %       |
| Sonstiges   | 0     | %       |
| * vom zu entsorgenden Material<br>zur Verbrennung | -     |         |
| Glas  | 25    | %       |
| PVC   | 35    | %       |
| Stahl/Aluminium                                   | 0     | %       |
| Sonstiges   | 20    | %       |
| Transportdistanz                                  | 22    | km      |
| Stromverbrauch Rückbau                            | 0,085 | kWh     |

### Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingpotenzial (D), relevante Szenarioangaben

Die aus der thermischen und stofflichen Verwertung der Abfälle resultierenden Energien (thermische Energie und Strom) bzw. das entstehende Recyclingmaterial werden in diesem Modul wie folgt gutgeschrieben:

- 10,10 kg Nettofluss Sekundär-Glas
- 4,03 kg Nettofluss Sekundär-PVC
- 2,50 kg Nettofluss Sekundär-Stahl
- 3,69 MJ exportierte elektrische Energie
- 8,15 MJ exportierte thermische Energie

## 5. LCA: Ergebnisse

Für B1 Nutzung werden die durch das Fenster bedingten Wärmeverluste berücksichtigt. Die hier ausgewiesenen LCA-Ergebnisse sind nur informativ, da die Verluste sehr stark von den klimatischen Bedingungen am Einbaort sowie den technischen Gegebenheiten des einzelnen Gebäudes abhängen.

### ANGABE DER SYSTEMGRENZEN (X = IN ÖKOBILANZ ENTHALTEN; ND = MODUL ODER INDIKATOR NICHT DEKLARIERT; MNR = MODUL NICHT RELEVANT)

| Produktionsstadium |           |             | Stadium der Errichtung des Bauwerks         |         | Nutzungsstadium   |                |           |        |            |   |  | Entsorgungsstadium |           |                  |             | Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze          |
|--------------------|-----------|-------------|---|---------|-------------------|----------------|-----------|--------|------------|---|--|--------------------|-----------|------------------|-------------|---|
| Rohstoffversorgung | Transport | Herstellung | Transport vom Hersteller zum Verwendungsort | Montage | Nutzung/Anwendung | Instandhaltung | Reparatur | Ersatz | Erneuerung | Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes | Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes | Rückbau/Abriss     | Transport | Abfallbehandlung | Beseitigung | Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial |
| A1                 | A2        | A3          | A4  | A5      | B1                | B2             | B3        | B4     | B5         | B6  | B7   | C1                 | C2        | C3               | C4          | D   |
| X                  | X         | X           | X   | X       | X                 | X              | MNR       | MNR    | MNR        | ND  | ND   | X                  | X         | X                | X           | X   |

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – UMWELTAUSWIRKUNGEN nach EN 15804+A2: 1 m<sup>2</sup> eines Referenzfensters mit 2-Scheiben-Isolierglas

| Kernindikator  | Einheit                            | A1-A3   | A4      | A5      | B1      | B2      | C1       | C2      | C3      | C4      | D        |
|----------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|
| GWP-total      | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]          | 8,00E+1 | 3,97E-1 | 1,48E+0 | 6,09E+1 | 3,52E+1 | 1,10E-3  | 9,07E-2 | 4,10E+0 | 1,72E+0 | -7,07E+0 |
| GWP-fossil     | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]          | 7,92E+1 | 3,96E-1 | 1,44E+0 | 5,43E+1 | 3,41E+1 | 1,09E-3  | 9,04E-2 | 4,08E+0 | 3,08E-1 | -6,95E+0 |
| GWP-biogenic   | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]          | 7,87E-1 | 1,10E-3 | 3,54E-2 | 6,57E+0 | 1,08E+0 | 8,69E-6  | 2,19E-4 | 1,61E-2 | 1,41E+0 | -1,01E-1 |
| GWP-luluc      | [kg CO <sub>2</sub> -Äq.]          | 6,03E-2 | 1,63E-4 | 7,97E-4 | 9,34E-3 | 3,30E-2 | 2,36E-7  | 3,16E-5 | 5,01E-4 | 2,16E-5 | -2,27E-2 |
| ODP            | [kg CFC11-Äq.]                     | 1,34E-5 | 9,17E-8 | 2,01E-8 | 7,74E-6 | 3,54E-6 | 5,34E-10 | 2,08E-8 | 1,09E-7 | 2,56E-8 | -2,54E-6 |
| AP             | [mol H <sup>+</sup> -Äq.]          | 4,60E-1 | 1,18E-3 | 5,88E-3 | 9,45E-2 | 2,48E-1 | 1,07E-5  | 5,08E-4 | 2,65E-3 | 6,64E-4 | -3,45E-2 |
| EP-freshwater  | [kg P-Äq.]                         | 3,13E-2 | 3,20E-5 | 2,17E-4 | 2,98E-3 | 1,03E-2 | 6,82E-8  | 6,37E-6 | 2,38E-4 | 2,59E-5 | -3,97E-3 |
| EP-marine      | [kg N-Äq.]                         | 8,86E-2 | 2,53E-4 | 1,89E-3 | 1,66E-2 | 4,88E-2 | 4,06E-6  | 1,86E-4 | 8,48E-4 | 3,84E-3 | -6,51E-3 |
| EP-terrestrial | [mol N-Äq.]                        | 8,48E-1 | 2,74E-3 | 1,11E-2 | 1,76E-1 | 4,90E-1 | 4,45E-5  | 2,03E-3 | 6,87E-3 | 2,48E-3 | -6,23E-2 |
| POCP           | [kg NMVOC-Äq.]                     | 2,76E-1 | 1,07E-3 | 3,97E-3 | 6,61E-2 | 1,45E-1 | 1,27E-5  | 5,80E-4 | 1,93E-3 | 1,09E-3 | -2,01E-2 |
| ADPE           | [kg Sb-Äq.]                        | 1,26E-3 | 1,68E-6 | 7,72E-6 | 1,05E-4 | 8,08E-4 | 2,06E-9  | 3,13E-7 | 3,66E-6 | 2,54E-7 | -5,86E-4 |
| ADPF           | [MJ]                               | 1,38E+3 | 6,26E+0 | 2,13E+1 | 7,95E+2 | 4,76E+2 | 3,52E-2  | 1,40E+0 | 7,72E+0 | 1,90E+0 | -1,54E+2 |
| WDP            | [m <sup>3</sup> Welt-Äq. entzogen] | 4,29E+1 | 3,43E-2 | 1,07E+0 | 2,18E+0 | 1,53E+1 | 1,83E-3  | 6,93E-3 | 4,21E+0 | 9,73E-2 | -6,15E+0 |

Legende: GWP = Globales Erwärmungspotenzial; ODP = Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht; AP = Versauerungspotenzial von Boden und Wasser; EP = Eutrophierungspotenzial; POCP = Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon; ADPE = Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen – nicht fossile Ressourcen (ADP – Stoffe); ADPF = Potenzial für die Verknappung abiotischer Ressourcen – fossile Brennstoffe (ADP – fossile Energieträger); WDP = Wasser-Entzugspotenzial (Benutzer)

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – INDIKATOREN ZUR BESCHREIBUNG DES RESSOURCENEINSATZES nach EN 15804+A2: 1 m<sup>2</sup> eines Referenzfensters mit 2-Scheiben-Isolierglas

| Indikator | Einheit           | A1-A3   | A4      | A5      | B1      | B2      | C1      | C2      | C3       | C4      | D        |
|-----------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|----------|
| PERE      | [MJ]              | 7,19E+1 | 9,69E-2 | 9,62E-1 | 2,29E+1 | 3,07E+1 | 6,99E-4 | 1,92E-2 | 6,94E+0  | 9,70E-2 | -1,09E+1 |
| PERM      | [MJ]              | 9,26E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | -9,26E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0  |
| PERT      | [MJ]              | 8,12E+1 | 9,69E-2 | 9,62E-1 | 2,29E+1 | 3,07E+1 | 6,99E-4 | 1,92E-2 | -2,32E+0 | 9,70E-2 | -1,09E+1 |
| PENRE     | [MJ]              | 1,14E+3 | 6,26E+0 | 2,14E+1 | 7,95E+2 | 4,76E+2 | 3,52E-2 | 1,40E+0 | 1,73E+2  | 1,90E+0 | -3,92E+1 |
| PENRM     | [MJ]              | 2,37E+2 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | -1,22E+2 | 0,00E+0 | -1,14E+2 |
| PENRT     | [MJ]              | 1,38E+3 | 6,26E+0 | 2,14E+1 | 7,95E+2 | 4,76E+2 | 3,52E-2 | 1,40E+0 | 5,07E+1  | 1,90E+0 | -1,54E+2 |
| SM        | [kg]              | 7,32E+0 | 0,00E+0 | 4,31E-2 | 0,00E+0 | 1,21E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0  | 0,00E+0 | 1,81E+1  |
| RSF       | [MJ]              | 0,00E+0  | 0,00E+0 | 0,00E+0  |
| NRSF      | [MJ]              | 0,00E+0  | 0,00E+0 | 0,00E+0  |
| FW        | [m <sup>3</sup> ] | 9,98E-1 | 7,99E-4 | 2,49E-2 | 5,08E-2 | 3,55E-1 | 4,26E-5 | 1,61E-4 | 9,80E-2  | 2,27E-3 | -1,43E-1 |

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 Sekundärstoffe; NRSF = Nicht-erneuerbare Sekundärstoffe; FW = Nettoeinsatz von Süßwasserressourcen

### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – ABFALLKATEGORIEN UND OUTPUTFLÜSSE nach EN 15804+A2: 1 m<sup>2</sup> eines Referenzfensters mit 2-Scheiben-Isolierglas

| Indikator | Einheit | A1-A3   | A4      | A5      | B1      | B2      | C1      | C2      | C3      | C4      | D       |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| HWD       | [kg]    | 7,56E-6 | 0,00E+0 |
| NHWD      | [kg]    | 1,68E-1 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 4,34E+0 | 2,58E-1 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 7,98E+0 | 0,00E+0 |
| RWD       | [kg]    | 6,60E-3 | 0,00E+0 |
| CRU       | [kg]    | 0,00E+0 |
| MFR       | [kg]    | 3,56E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 9,20E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 | 2,02E+1 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| MER       | [kg]    | 0,00E+0 |
| EEE       | [MJ]    | 0,00E+0 | 3,68E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |
| EET       | [MJ]    | 0,00E+0 | 8,15E+0 | 0,00E+0 | 0,00E+0 |

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

**ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ – zusätzliche Wirkungskategorien nach EN 15804+A2-optional:  
1 m<sup>2</sup> eines Referenzfensters mit 2-Scheiben-Isolierglas**

| Indikator | Einheit   | A1-A3   | A4       | A5      | B1      | B2      | C1       | C2       | C3       | C4       | D        |
|-----------|---|---------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PM        | [Krankheitsfälle]   | 4,36E-6 | 2,74E-8  | 1,07E-7 | 7,54E-7 | 2,46E-6 | 2,33E-10 | 8,14E-9  | 1,67E-8  | 1,39E-8  | -2,35E-7 |
| IRP       | [kBq U235-Äq.]  | 9,10E+0 | 3,33E-2  | 2,83E-2 | 2,36E+0 | 2,93E+0 | 1,75E-4  | 7,29E-3  | 1,07E-1  | 1,33E-2  | -9,75E-1 |
| ETP-fw    | [CTUe]  | 3,14E+3 | 5,19E+0  | 5,81E+1 | 4,58E+2 | 2,26E+3 | 1,90E-2  | 1,12E+0  | 1,95E+2  | 1,73E+1  | -2,75E+2 |
| HTP-c     | [CTUh]  | 2,47E-7 | 1,87E-10 | 1,55E-9 | 1,14E-8 | 4,49E-8 | 5,41E-13 | 4,70E-11 | 6,60E-10 | 1,07E-10 | -1,02E-8 |
| HTP-nc    | [CTUh]  | 1,40E-6 | 4,30E-9  | 2,65E-8 | 1,85E-7 | 6,05E-7 | 8,41E-12 | 1,09E-9  | 5,12E-8  | 3,07E-9  | -2,13E-7 |
| SQP       | [-]   | 2,99E+2 | 5,38E+0  | 1,93E+0 | 1,25E+2 | 1,34E+2 | 7,88E-2  | 1,19E+0  | 2,73E+0  | 4,13E+0  | -2,95E+1 |
| Legende   | PM = Potenzielles Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen; IR = Potenzielle Wirkung durch Exposition des Menschen mit U235; ETP-fw = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für Ökosysteme; HTP-c = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (kanzerogene Wirkung); HTP-nc = Potenzielle Toxizitätsvergleichseinheit für den Menschen (nicht kanzerogene Wirkung); SQP = Potenzieller Bodenqualitätsindex |         |          |         |         |         |          |          |          |          |          |

**Wichtiger Hinweis**

EP-freshwater: Dieser Indikator wurde in Übereinstimmung mit dem Charakterisierungsmodell (EUTREND-Modell, Struijs et al., 2009b, wie in ReCiPe umgesetzt; <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml>) als „kg P-Äq.“ berechnet.

**Einschränkungshinweis 1 – gilt für den Indikator IRP**

Diese Wirkungskategorie behandelt hauptsächlich die mögliche Wirkung einer ionisierenden Strahlung geringer Dosis auf die menschliche Gesundheit im Kernbrennstoffkreislauf. Sie berücksichtigt weder Auswirkungen, die auf mögliche nukleare Unfälle und berufsbedingte Exposition zurückzuführen sind, noch auf die Entsorgung radioaktiver Abfälle in unterirdischen Anlagen. Die potenzielle vom Boden, von Radon und von einigen Baustoffen ausgehende ionisierende Strahlung wird ebenfalls nicht von diesem Indikator gemessen.

**Einschränkungshinweis 2 – gilt für die Indikatoren ADPE, ADPF, WDP, ETP-fw, HTP-c, HTP-nc, SQP**

Die Ergebnisse dieses Umweltwirkungsindikators müssen mit Bedacht angewendet werden, da die Unsicherheiten bei diesen Ergebnissen hoch sind oder da es mit dem Indikator nur begrenzte Erfahrungen gibt.

## 6. LCA: Interpretation

### 6.1 Zusammenfassung

Viele der Indikatoren zu den Umweltauswirkungen und zum Ressourcenverbrauch werden von der Herstellungsphase (Module A1–A3) dominiert. Daneben haben der während der Nutzung notwendige Heizenergieverbrauch zur Kompensation der Wärmeverluste durch das Fenster (Modul B1), die Instandhaltung (Modul B2) sowie in geringerem Umfang die Abfallbehandlung (Modul C3) maßgebliche Anteile an den Indikatoren.

Die Auswirkungen innerhalb der Systemgrenzen können durch Verwertungs- und Recyclingpotenziale außerhalb der Systemgrenzen (Modul D) zum Teil kompensiert werden.

Innerhalb der Module A1–A3 tragen das Isolierglas, die Metallbauteile und das PVC-Dryblend in ähnlichem Umfang zu den Ergebnissen bei.

Sensitivitätsbetrachtungen zeigen, dass unterschiedliche Fensterkonstruktionen (z. B. hinsichtlich Verstärkungsmaterial oder auch bezüglich der Abmessungen) sowie die Oberflächengestaltung die Umweltauswirkungen der Herstellungsphase zumeist im Bereich bis ± 10 % beeinflussen.

In Modul B2 stammt der größte Beitrag aus dem Ersatz der Verglasung.

Die Ausweisung des Moduls B1 ist für Fenster optional. Da diese jedoch einen signifikanten Einfluss auf den Energiehaushalt eines Gebäudes haben, ist die Bilanzierung ihrer Nutzungsphase sinnvoll. Die für B1 ausgewiesenen Werte gelten für den in Abschnitt 4 angegebenen exemplarischen Anwendungsfall und sind rein informativ. Für die Optimierung gilt es, die durch den Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w$  bestimmten Transmissionswärmeverluste zu reduzieren und die solaren Gewinne (z. B. durch Ausrichtung und Beschattung) zu optimieren.

### 6.2 Sensitivität zum Einsatz von PVC-Rezyklat

Die oben beschriebenen Auswirkungen durch das eingesetzte PVC-Rahmenmaterial verändern sich mit dem PVC-Rezyklatanteil. In Modul A1–A3 verringern sich die Umweltwirkungen, wenn PVC-Frischmaterial durch Rezyklat ersetzt wird. Im Fall eines Anteils von 40 % sinken hier die Auswirkungen um im Mittel 6 % (Bereich -3 % bis -25 %).

Weiterhin ergeben sich durch eine Steigerung des Rezyklatgehaltes im Profil bilanzielle Unterschiede im Modul C3 (Indikator PENRM), sowie in Modul D geringere Vorteile aufgrund der reduzierten Menge von PVC-Rezyklat, welches die Systemgrenze verlässt. Diese sinken bei 40 % Rezyklatanteil um durchschnittlich 24 % (Bereich -51 % bis +9 %).

Abbildung 6-1 zeigt, wie stark der Indikator GKWP-total in Modul A1–A3 durch einen steigenden Rezyklatgehalt verringert wird. Der für das Jahr 2019 ermittelte Rezyklatgehalt liegt bei ca. 21 %.

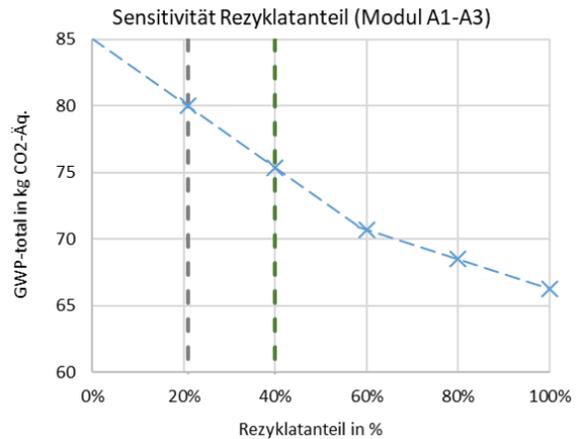


Abb. 6-1: GWP-total der Fensterherstellung Modul (A1–A3) in Abhängigkeit vom Rezyklatgehalt

Allerdings ist der Einsatz von PVC-Rezyklat im Profil nach oben begrenzt. Zum einen, da nicht unbegrenzt Recyclingmaterial zur Verfügung steht, zum anderen durch das Profildesign, wo konstruktions- oder qualitätsbedingte Anforderungen den Einsatz von Frischmaterial erforderlich machen können.

Ein Maximum von 40 % PVC-Rezyklat bezogen auf die Jahrestonnage der Profilproduktion erscheint unter diesen Rahmenbedingungen augenblicklich als technisch realisierbar. Unabhängig davon können einzelne Profile einen weitaus höheren Rezyklatgehalt aufweisen.

### 6.3 Einzelbetrachtung zu den Wirkungsindikatoren und deren Einflussfaktoren

#### 6.3.1 Umweltauswirkungen

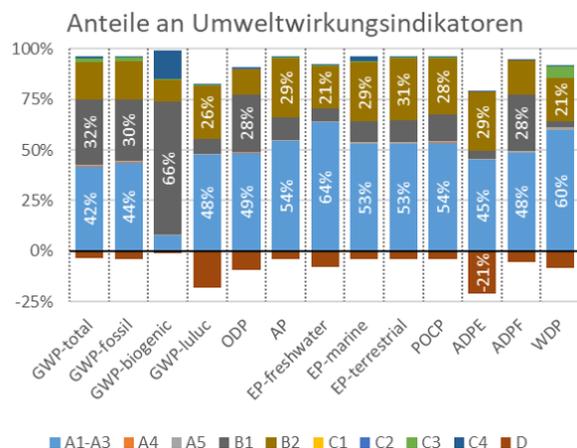


Abb. 6-2: Indikatoren zur Beschreibung der Umweltwirkungen, Verteilung je Modul

### Globales Erwärmungspotential (GWP)

Treibhausgasemissionen sind vor allem auf die Herstellung, den Energieverbrauch in der Nutzungsphase und die Instandhaltung zurückzuführen. Die relevantesten Treibhausgase sind Kohlendioxid (fossil 83 %, biogen 9 %) und Methan (fossil 8 %, biogen 1 %). Die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen sind sehr gering.

### Abbaupotential der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)

Auswirkungen auf den Ozonabbau resultieren überwiegend aus der Herstellungsphase und aus dem Energieverbrauch in der Nutzungsphase. Dafür verantwortlich sind vor allem Emissionen von Halon 1301, Halon 1211 und Tetrachlormethan.

### Versauerungspotential von Boden und Wasser (AP)

Die Versauerungspotentiale resultieren vor allem aus Emissionen von Stickoxiden und Schwefeloxiden, die während der Herstellungsphase, der Instandhaltung und der Nutzungsphase entstehen.

### Eutrophierungspotential (EP)

Die Auswirkungen auf die Eutrophierung von Gewässern und Boden stammen vor allem aus der Herstellungsphase, der Instandhaltung sowie dem Energieverbrauch in der Nutzungsphase. Relevante Emissionen sind Phosphate und Stickoxide.

### Bildungspotential für troposphärisches Ozon (POCD)

Bodennahe Ozonbildung ist vor allem auf die Phasen Herstellung, Instandhaltung und Nutzung zurückzuführen. Relevante Emissionen sind dabei Stickoxide sowie flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC).

### Potenzial für die Verknappung von abiotischen, nicht-fossilen Ressourcen (ADPE)

Der Verbrauch nicht-fossiler Ressourcen resultiert vor allem aus der Herstellung, der Instandhaltung sowie in geringerem Maße der Nutzung. Die Verbräuche können zum Teil durch Vorteile außerhalb der Systemgrenze ausgeglichen werden (Substitution von Primärmaterial). Die am meisten beitragenden Elemente sind Tellur, Blei, Silber, Gold, Zink und Kupfer.

### Potenzial für die Verknappung fossiler Brennstoffe (ADPF)

Fossile Ressourcen werden vor allem durch den Energieeinsatz bei der Herstellung, der Nutzung und der Instandhaltung verbraucht. Dies betrifft vor allem die Energieträger Erdgas, Erdöl und Steinkohle.

### Wassernutzung (WDP)

Die Wassernutzung resultiert vor allem aus der Energieerzeugung durch Wasserkraft für die Herstellung, die Instandhaltung und die Nutzung. Tatsächlich verbraucht wird Wasser jedoch vor allem für die Bereitstellung der Rohstoffe Glas, Stahl und PVC.

## 6.3.2 Ressourceneinsatz

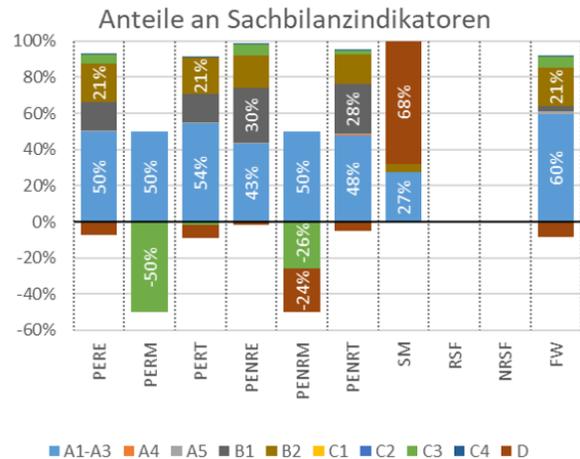


Abb. 6-3: Indikatoren zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes

### Erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PERE) und zur stofflichen Nutzung (PERM)

Erneuerbare Primärenergie wird vor allem energetisch genutzt in den Phasen Herstellung, Instandhaltung und Nutzung. Hierbei handelt es sich überwiegend um Biomasse, Wasserkraft und Windkraft. Die stoffliche Nutzung spielt dagegen eine geringere Rolle, Effekte ergeben sich durch den verwendeten Stabilisator.

### Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PENRE) und zur stofflichen Nutzung (PENRM)

Nicht-erneuerbare Primärenergie wird ebenfalls überwiegend energetisch genutzt, hierbei sind die Verbräuche von Gas, Erdöl und Steinkohle bei der Nutzung, der Herstellung und der Instandhaltung relevant. Von geringerer Bedeutung ist die stoffliche Nutzung in PVC-Neuware.

### Einsatz von Sekundärstoffen (SM)

Sekundärstoffe werden für die Bereitstellung der Metallkomponenten, insbesondere Stahl, sowie PVC und Glas eingesetzt. Zudem werden Sekundärstoffe in Modul D für die Nutzung außerhalb der Systemgrenze bereitgestellt.

### Sekundärbrennstoffe (RSF, NRSF)

Die Ergebnisse sind aufgrund methodischer Einschränkungen nur bedingt aussagekräftig. Innerhalb der berücksichtigten Prozesse und Daten findet keine Verwendung von Sekundärbrennstoffen statt.

### Einsatz von Süßwasserressourcen (FW)

Süßwasser wird bei der Energieerzeugung durch Wasserkraft für die Herstellung, die Instandhaltung und die Nutzung eingesetzt. Der Verbrauch von Süßwasser resultiert vor allem aus der Herstellung der Rohstoffe Glas, Stahl und PVC.

### 6.3.3 Output-Flüsse und Abfallkategorien

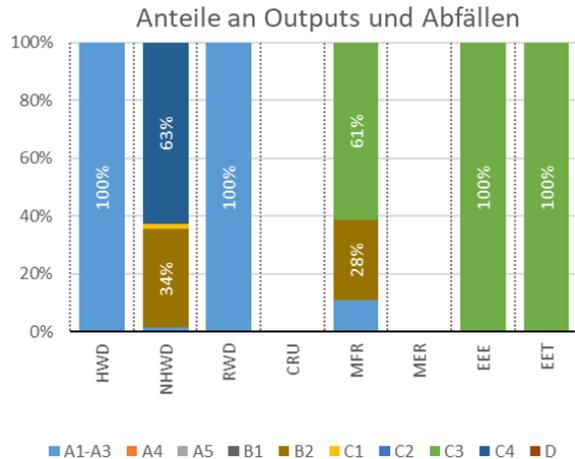


Abb. 6-4: Abfallkategorien und Outputflüsse

#### Gefährlicher Abfall zur Deponie (HWD)

Die Ergebnisse sind aufgrund methodischer Einschränkungen nur bedingt aussagekräftig. In der PVC-Herstellung und deren Vorkette werden geringe Mengen gefährlicher Abfälle abgelagert.

#### Entsorgter nicht-gefährlicher Abfall (NHWD)

Die Ergebnisse sind aufgrund methodischer Einschränkungen nur bedingt aussagekräftig. Nicht-gefährliche Abfälle entstammen vor allem der Abfallentsorgung (Modul C4) sowie der Instandhaltung. Hierbei handelt es sich vor allem um abgelagerte Glasabfälle. Der Beitrag aus der PVC-Herstellung ist dagegen sehr gering.

#### Radioaktiver Abfall (RWD)

Die Ergebnisse sind aufgrund methodischer Einschränkungen nur bedingt aussagekräftig. Beiträge resultieren aus Stromanteilen aus Kernenergie, u. a. bei der PVC-Herstellung.

#### Komponenten für die Wiederverwendung (CRU)

Kein Aufkommen

#### Stoffe zum Recycling (MFR)

Stoffe für das Recycling werden vor allem durch die Abfallbehandlung (Modul C3), bei der Instandhaltung sowie in geringerem Umfang beim Recycling von Produktionsabfälle bereitgestellt. Hierbei handelt es sich um Glas, Metalle und PVC.

#### Stoffe für die Energierückgewinnung (MER)

Kein Aufkommen

#### Exportierte Energie (EEE, EET)

Energie in Form von Strom (EEE) und Wärme (EET) wird insbesondere bei der Abfallbehandlung (Modul C3) zurückgewonnen und exportiert, und hier vor allem bei der Verbrennung von PVC-Abfällen.

### 6.3.4 Zusätzliche Wirkungskategorien

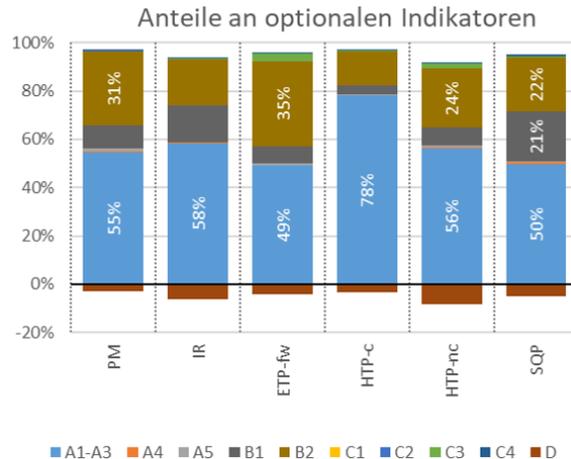


Abb. 6-5: zusätzliche Wirkungskategorien nach EN 15804+A2

Die Verteilung von weiteren, gemäß EN 15804+A2 optional anzugebenden Indikatoren auf die einzelnen Module des Lebenszyklus ist der Abbildung 6-5 zu entnehmen. Eine Diskussion erfolgt nicht.

## 7. Nachweise

### 7.1 Brandverhalten

Brandversuche nach *EN 13823* an mehreren Prüfelementen verschiedener Hersteller durch Fa. Efectis Nederland BV, Projektnummer 2012-Efectis-R0205

Ergebnis:

Gemäß den durchschnittlich ermittelten Parametern erfüllen Kunststofffenster die Klassifizierungskriterien nach DIN EN 13501-1:2007+A1:2009 wie folgt:

Brandverhalten: B–E

Rauchentwicklung: s3

brennendes Abtropfen: d0

### 7.2 VOC-Emissionen

#### 7.2.1

##### **Final Report VOC Emission Study 'Plastic Windows'**

Institut für Holztechnologie Dresden gemeinnützige GmbH (IHD). No. 1516009. July 2017

In dem Bericht werden die Ergebnisse mehrerer Untersuchungen zur Innenraumbelastung mit VOC-Emissionen zusammengefasst.

Ergebnisse:

Bezüglich der französischen VOC-Verordnung für Bauprodukte *Décret n° 2011-321* erfüllten alle untersuchten Fensterelemente die bestmögliche Klasse A+ nach *Arrêté étiquetage 2011*.

In Bezug auf das deutsche Bewertungsschema *AgBB* erfüllten alle untersuchten Varianten von PVC-Rahmenprofilen (weiß, lackiert, foliert) die Anforderungen.

#### 7.2.2

##### **Forschungsvorhaben VOC-Emissionen aus Bauelementen**

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau; Aktenzeichen Z6-10.08.18.7-08.20/II2-F20-08-005; Dezember 2010

Ergebnis: Bezüglich der Innenraumbelastung werden die Anforderungen der Bewertung durch das *AgBB*-Schema unterschritten.

## 8. Literaturhinweise

### NORMEN

#### DIN 4102-1

DIN 4102-1:1998-05, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.

#### DIN V 18599-2

DIN V 18599-2:2011-12, Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen.

#### EN 13501-1

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.

#### EN 13823

DIN EN 13823:2020-09, Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen.

#### EN 14351-1

DIN EN 14351-1:2016-12, Fenster und Türen – Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren.

#### EN 15804

DIN EN 15804:2020-03, Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte. Deutsche Fassung EN 15804:2012+A2:2019

#### EN 17213

DIN EN 17213:2020-09, Fenster und Türen – Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Fenster und Türen.

#### ISO 14001

DIN EN ISO 14001:2015-11, Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

#### ISO 14025

DIN EN ISO 14025:2011-10, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren.

#### ISO 50001

DIN EN ISO 50001:2018-12: Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung.

#### AgBB

Anforderungen an die Innenraumluftqualität in Gebäuden: Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, SVOC) aus Bauprodukten (AgBB - Bewertungsschema für VOC aus Bauprodukten), Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten; Juni 2021.

#### Arrêté étiquetage 2011

Arrêté du 19 avril 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils.(JORF n°0111 du 13 mai 2011. Texte n° 15).

In dieser Verordnung werden die Details zur VOC-Verordnung *Décret n° 2011-321* geregelt, u.a. die Grenzwerte der Klassen und die Art Kennzeichnung festgelegt.

#### AVV

Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 30. Juni 2020 (BGBl. I S. 1533) geändert worden ist.

#### Bauproduktenverordnung

##### Construction Products Regulation (CPR)

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, (Bauproduktenverordnung - BauPVO) (Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 088 vom 04.04.2011 S. 0005–0043).

#### BBSR 2017

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 24.02.2017, Nutzungsdauern von Bauteilen für die Lebenszyklusanalysen nach Bewertungsschema nachhaltiges Bauen (BNB).

#### Décret n° 2011-321

Décret n° 2011-321 du 23 mars 2011 relatif à l'étiquetage des produits de construction ou de revêtement de mur ou de sol et des peintures et vernis sur leurs émissions de polluants volatils (JORF n°0071 du 25 mars 2011. Texte n° 16).

Französische Verordnung zur Kennzeichnung von Bauprodukten bezüglich ihrer Emissionen von flüchtigen Schadstoffen (VOC-Emissionen).

#### ECHA-Kandidatenliste

Liste der für eine Zulassung in Frage kommenden besonders besorgniserregenden Stoffe (Kandidatenliste), 01.04.2020, veröffentlicht gemäß Artikel 59 Absatz 10 der ECHA-Verordnung. Helsinki: European Chemicals Agency (ECHA).

#### ecoinvent 3

ecoinvent 3.7. Elektronische Datenbank Version 3.7.1, 2020. Dübendorf (CH): Swiss Centre for Life Cycle Inventories.

### WEITERE LITERATUR

## **Gabi**

GaBi ts, Version 10.5, 2021. Software-System und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. Leinfelden-Echterdingen: Sphera Solutions GmbH.

## **IBU 2021/1**

Institut Bauen und Umwelt e.V., 2021: Allgemeine Anleitung für das EPD-Programm des Institut Bauen und Umwelt e.V. (Allgemeine Anleitung zum IBU-EPD-Programm). Version 2.0. Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V.

## **IBU 2021/2**

Institut Bauen und Umwelt e.V., 2021: Produktkategorie-Regeln für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Aus dem Programm für Umwelt-Produktdeklarationen des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU) Teil A: Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Projektbericht nach EN 15804+A2:2019. Version 1.1. Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V.

## **IBU 2021/3**

Institut Bauen und Umwelt e.V., 2021: PCR Anleitungstexte für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen. Aus dem Programm für Umwelt-Produktdeklarationen des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU) Teil B: Anforderungen an die EPD für Fenster und Türen. Version 1.4. Berlin: Institut Bauen und Umwelt e.V.

## **ift 2010**

ift Rosenheim 2010: Emissionen aus Bauelementen: Untersuchung der Emissionen von Fenstern und Außentüren zur Bewertung des Verhaltens von Bauelementen in Bezug auf Hygiene, Umweltschutz und Gesundheit. Gefördert mit Mitteln des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau (Aktenzeichen: Z6-10.08.18.7-08.20/II2-F20-08-005). Rosenheim: ift Rosenheim, Hochschule Rosenheim.

## **RAL-GZ 695**

RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. 2016: Fenster, Fassaden und Haustüren - Gütesicherung (RAL-GZ 695). Bonn: RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.

## **RAL-GZ 716**

RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., 2019: Kunststoff-Fensterprofilesysteme - Gütesicherung (RAL-GZ 716). Bonn: RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.

**Herausgeber**

Institut Bauen und Umwelt e.V.  
Hegelplatz 1  
10117 Berlin  
Deutschland

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

**Programmhalter**

Institut Bauen und Umwelt e.V.  
Hegelplatz 1  
10117 Berlin  
Deutschland

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

**Ersteller der Ökobilanz**

SKZ - Das Kunststoff-Zentrum  
Friedrich-Bergius-Ring 22  
97076 Würzburg  
Germany

Tel +49 931 4104-433  
Fax +49 931 4104-707  
Mail [kfe@skz.de](mailto:kfe@skz.de)  
Web [www.skz.de](http://www.skz.de)

**Inhaber der Deklaration**

QKE - Qualitätsverband  
Kunststoff-erzeugnisse e.V.  
Am Hofgarten 1-2  
53113 Bonn  
Germany

Tel +49 (0)228 7667654  
Fax +49 (0)228 7667650  
Mail [info@qke-bonn.de](mailto:info@qke-bonn.de)  
Web [qke-bonn.de](http://qke-bonn.de)



GKFP - Gütegemeinschaft Kunststoff-  
Fensterprofilsysteme e.V.  
Am Hofgarten 1-2  
53113 Bonn  
Germany

Tel +49 228 766 76 54  
Fax +49 228 766 76 50  
Mail [info@gkfp.de](mailto:info@gkfp.de)  
Web [gkfp.de](http://gkfp.de)



EPPA - European PVC Profiles and  
related Building Products Association  
Avenue de Cortenbergh 71  
1000 Brüssel  
Belgium

Tel +32 27 39 63 81  
Fax +32 27 32 42 18  
Mail [info@eppa-profiles.eu](mailto:info@eppa-profiles.eu)  
Web [eppa-profiles.eu](http://eppa-profiles.eu)