

# Umweltproduktdeklaration (EPD)



Deklarationsnummer: M-EPD-MIG-002014

**Hinweis:** Diese EPD ist auf Basis der Muster-EPD Glas entstanden.



opoglass

Opoglass  
Sp. Z.o.o.

## Mehrscheibenisoliervglas 2 fach- und 3 fach-Aufbau

(Muster-EPD)



**Grundlagen:**

DIN EN ISO 14025  
EN15804

Muster-EPD  
Environmental  
Product Declaration

Veröffentlichungsdatum:  
18.12.2017

Nächste Revision:  
18.12.2022



[www.ift-rosenheim.de/  
erstellte-epds](http://www.ift-rosenheim.de/erstellte-epds)

# Umweltproduktdeklaration (EPD)



Deklarationsnummer: M-EPD-MIG-002014

<b>Programmbetreiber</b>	ift Rosenheim GmbH Theodor-Gietl-Straße 7-9 83026 Rosenheim		
<b>Ökobilanzierer</b>	ift Rosenheim GmbH Theodor-Gietl-Straße 7-9 83026 Rosenheim		
<b>Deklarationsinhaber</b>	Opolglass Sp. Z.o.o. ul. Skladowa 6 45-125 Opole		
<b>Deklarationsnummer</b>	M-EPD-MIG-002014		
<b>Bezeichnung des deklarierten Produktes</b>	Mehrscheibenisoliertes 2fach- und 3 fach-Aufbau		
<b>Anwendungsbereich</b>	Mehrscheibenisoliertes Glas für den Einbau in Fenster, Türen, Vorhangfassaden, Dachkonstruktionen und Trennwänden.		
<b>Grundlage</b>	Diese Muster-EPD wurde auf Basis der EN ISO 14025:2011 und der EN 15804:2012+A1:2013 erstellt. Zusätzlich gilt der allgemeine Leitfaden zur Erstellung von Typ III Umweltproduktdeklarationen. Die Deklaration beruht auf dem PCR Dokument „Flachglas“ – PCR-FG-1.2:2016.		
<b>Gültigkeit</b>	Veröffentlichungsdatum:	Letzte Überarbeitung:	Nächste Revision:
	18.12.2017	28.03.2018	18.12.2022
	Diese verifizierte Umweltproduktdeklaration gilt ausschließlich für die genannten Produkte und hat eine Gültigkeit von 5 Jahren ab dem Veröffentlichungsdatum gemäß DIN EN 15804.		
<b>Rahmen der Ökobilanz</b>	Die Ökobilanz wurde gemäß DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044 erstellt. Als Datenbasis wurden die erhobenen Daten des Produktionswerks der Opolglass Sp. Z.o.o. herangezogen sowie generische Daten der Datenbank „GaBi ts“. Die Ökobilanz wurde über den gesamten Lebenszyklus „von der Wiege bis zum Werkstor mit Optionen“ (cradle to gate mit Optionen) unter zusätzlicher Berücksichtigung sämtlicher Vorketten wie bspw. Rohstoffgewinnung berechnet.		
<b>Hinweise</b>	Es gelten die „Bedingungen und Hinweise zur Verwendung von ift Prüfdokumentationen“. Der Deklarationsinhaber haftet vollumfänglich für die zugrundeliegenden Angaben und Nachweise.		
			
Prof. Ulrich Sieberath Institutsleiter	Frank Stöhr unabhängiger Prüfer		

## 1 Allgemeine Produktinformationen

### Produktdefiniton

Die EPD gehört zur Produktgruppe Flachglas und ist gültig für:

**1 m<sup>2</sup> und mm Glasdicke**

**Mehrscheibenisoliervlas mit 2 fach- und 3 fach-Aufbau**

Die deklarierte Einheit bezieht sich auf die Herstellung und das End-of-Life von 1 m<sup>2</sup> beschichtetem Mehrscheibenisoliervlas mit jeweils 1 mm Dicke.

### Produktbeschreibung

Diese EPD ist gültig für Mehrscheibenisoliervlas nach EN 1279-5 „Glas im Bauwesen - Mehrscheiben-Isoliervlas“

Verglasungseinheit aus zwei oder mehreren Glasscheiben, die durch einen oder mehrere luft- bzw. gasgefüllte Zwischenräume voneinander getrennt sind. An den Rändern sind die Scheiben hermetisch (luft- bzw. gas- und feuchtigkeitsdicht) durch z.B.: organische Dichtungsmassen versiegelt.

Der Aufbau für die im Rahmen dieser EPD dargestellten Isoliervläser ist wie folgt:

- 2-fach Verglasung 4/12/4 aus Flachglas
- 3-fach Verglasung 4/12/4/12/4 aus Flachglas

Isoliervlasaufbauten mit abweichenden Glasdicken und/oder abweichenden SZR können entsprechend dieser EPD berücksichtigt werden. Dabei ist folgendermaßen vorzugehen:

Beispiel 3-fach Glas 4/12/4/12/6 Primärenergie nicht regenerativ mit ESG:

Mehrscheibenisoliervlas:	515,62 MJ
- 4 mm Flachglas:	4 x 45,47 MJ
+ 6 mm ESG:	6 x 64,92 MJ

---

723,26 MJ

Der Abstandhalter/Scheibenzwischenraum kann bei der Berechnung vernachlässigt werden.

Die Daten für Flachglas/ESG/VSG sind in der EPD Flachglas/ESG/VSG zu finden.

Analog ist bei einer anderen Glasdicke vorzugehen. Dabei müssen z.B. die Werte für 1 mm Flachglas hinzuaddiert werden.

Isoliervlas mit Einbauten im SZR ist nicht durch diese EPD abgedeckt.

Für eine detaillierte Produktbeschreibung sind die Informationen unter [www.glas-ist-gut.de](http://www.glas-ist-gut.de) oder die Produktbeschreibungen des jeweiligen Angebotes zu beachten.

### Produktherstellung

Glasscheiben werden mit einem oder mehreren Abstandhalterprofilen aus Aluminium, Edelstahl oder Kunststoff / -Metallkombinationen oder mit organischen Materialien auf den gewünschten Abstand gebracht und mit Hilfe von zwei Dichtstoff-Ebenen verbunden sowie gasdicht versiegelt, nachdem die Scheibenzwischenräume mit Edelgas (i. d. R. Argon) gefüllt wurden.

**Anwendung**

Mehrscheibenisoliervlas für den Einbau in Fenster, Türen, Vorhangfassaden, Dachkonstruktionen und Trennwänden.

**zusätzliche Informationen**

Die detaillierten bauphysikalischen Eigenschaften sind der CE-Kennzeichnung und den Produkt - Begleitdokumenten oder den Produkt – Datenblättern zu entnehmen.

**Bautechnische Daten:**

Folgende bautechnische Eigenschaften sind für Mehrscheibenisoliervlas relevant:

- Wärmedurchgangskoeffizient
- Gesamtenergie-Durchlassgrad
- Lichttransmissionsgrad
- Schalldämmmaß

Eigenschaft	Bezeichnung	Produktnorm	Einheit
Wärmedurchgangskoeffizient	$U_g$ -Wert	EN 1279	W/(m <sup>2</sup> *K)
Gesamtenergie-Durchlassgrad	g-Wert	EN 1279	%
Lichttransmissionsgrad	$\tau_v$	EN 1279	%
Schalldämmmaß	$R_w$ -Wert	EN 1279	dB

**2 Verwendete Materialien****Grundstoffe****Glas:**

Das Vorprodukt ist Kalk-Natronsilicatglas (Floatglas). Die wesentlichen Bestandteile hierfür sind die natürlich vorkommenden Rohstoffe Sand (Siliziumkarbonat, 59 %), Soda (Natriumkarbonat, 18 %), Dolomit (15 %), Kalk (Kalziumkarbonat, 4 %), Nephelin (3 %) und Sulfat (1 %).

**Abstandhalter:** konventionelle oder wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter

**Versiegelung:** aus Polyurethan, Polysulfid, Butyl, Silikon, Polyisobutylene

**Trockenmittel:** Zeolithe

**Edelgase:** i.d.R. Argon, selten Krypton zur Füllung des Scheibenzwischenraumes (SZR)

**Deklarationspflichtige Stoffe**

Es sind keine Stoffe gemäß REACH Kandidatenliste enthalten (Deklaration vom 12. März 2018).

Alle relevanten Sicherheitsdatenblätter können bei der Opolglass Sp. Z.o.o. bezogen werden.

**3 Baustadium****Verarbeitungsempfehlungen Einbau**

Mehrscheiben-Isoliervlas wird in Fenster oder Fassaden eingebaut. Das Merkblatt 002/2008 des Bundesverbands Flachglas „Richtlinie zum Umgang mit Mehrscheiben-Isoliervlas“ ist zu beachten.

**4 Nutzungsstadium****Emissionen an die Umwelt**

Bei bestimmungsgemäßen Gebrauch sind keine erhöhten Belastungen aus Mehrscheibenisoliervlas für die Umwelt bzw. die Gesundheit bekannt.



### Referenz-Nutzungsdauer (RSL)

Bei bestimmungsgemäßen Gebrauch kann von einer Nutzungsdauer bei Mehrscheibenisoliervlas von 30 Jahren ausgegangen werden. (gemäß Anhang Leitfaden nachhaltiges Bauen (gemäß BBSR Nutzungsdauer von Bauteilen).

## 5 Nachnutzungsstadium

### Nachnutzungsmöglichkeiten

Eine Wieder- und Weiterverwendung von Mehrscheibenisoliervlas ist nicht vorgesehen.  
Nach der Nutzung kann das Glas dem ursprünglichen Produktionsprozess zurückgeführt werden.  
Mehrscheibenisoliervlas kann recycelt werden, z.B. in Behälterglas, Glaswolle oder Schaumglas.

### Entsorgungswege

Ca. 10% des Glasanteils werden auf einer Bauschuttdeponie deponiert.  
Abfallschlüssel:

- 170202, 170204, 170902 für Glas aus Bau- und Abbruchabfällen
- 190401, 191205 Glas aus Abfällen aus Abfallbehandlungsanlagen

**Alle Lebenszykluszenarien sind im Anhang detailliert beschrieben.**

## 6 Ökobilanz

Basis von Umweltproduktdeklarationen sind Ökobilanzen, in denen über Stoff- und Energieflüsse die Umweltwirkungen berechnet und anschließend dargestellt werden.

Als Basis dafür wurde für Mehrscheibenisoliervlas eine Ökobilanz durch die PE INTERNATIONAL AG erstellt. Diese entspricht den Anforderungen gemäß der EN 15804, den internationalen Normen EN ISO 14040, EN ISO 14044, ISO 21930 und ISO 14025

Die Ökobilanz ist repräsentativ für die in der Deklaration dargestellten Produkte und den angegebenen Bezugsraum.

### 6.1 Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens

#### Ziel

Die Ökobilanz dient zur Darstellung der Umweltwirkungen für Mehrscheibenisoliervlas. Die Umweltwirkungen werden gemäß EN 15804 als Basisinformation für diese Umweltproduktdeklaration über den Lebenszyklus dargestellt. Darüber hinaus werden keine weiteren Umweltwirkungen angegeben.

#### Datenqualität und Verfügbarkeit sowie geographische und zeitliche Systemgrenzen

Das Alter der verwendeten Ökobilanz-Hintergrunddaten liegt unter 4 Jahren.  
Die Produktionsdaten der Flachglasherstellung basieren auf aktuellen Datenaufnahmen aus europäischen Herstellerwerken aus dem Jahr 2016. Für die Durchschnittsbildung wurden die Werke über die Produktionsmenge gemittelt.  
Für den Isolierglasverband wurden alle relevanten Daten über den Bundesverband Flachglas erhoben. Typische Daten für das Beschichtungssystem wurden von einem Hersteller zur Verfügung gestellt.

Zur Modellierung des Lebenszyklus des Glases wurde das Software-System zur Ganzheitlichen Bilanzierung "GaBi ts" eingesetzt. Alle für die Herstellung relevanten Hintergrund-Datensätze sind der Datenbank der Software GaBi ts entnommen.

Die Daten der Isolierglasherstellung basieren auf dem Jahr 2016. Weiterhin





wurden Daten im Jahr 2017 durch das ift Rosenheim erhoben, um die Repräsentativität zu prüfen. Die Mengen an eingesetzten Rohstoffen, Energie, Hilfs- und Betriebsstoffen sind als Jahresmittelwert erhoben.

Als verwendete Energie wurde der Strommix Europa mit dem Bezugsjahr 2016 angesetzt.

Rohstoffe werden als generische Daten modelliert. Hierzu lagen die durchschnittlichen Transportwege vor.

### Untersuchungsrahmen/ Systemgrenzen

Die Systemgrenzen beziehen alle Prozessschritte für die Herstellung des Isolierglases von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Auslieferung des versandfertigen Isolierglas am Werkstor ein.

**Die Nutzung wird wegen der vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten und Konstruktionen nicht in die Berechnung einbezogen.**

In Form eines Szenarios wird die Weiterverwertung der Scherben aus dem MIG-Recycling in der Herstellung von Behälterglas bilanziert. Transporte zum End-of-Life sind ebenfalls berücksichtigt.

Alle während der Produktion und der Endfertigung anfallenden Produktionsabfälle werden intern rezykliert.

### Abschneidekriterien

Es wurden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung, d.h. alle nach Zusammensetzung eingesetzten Ausgangsstoffe, die eingesetzte elektrische Energie, der interne Verbrauch von Betriebsstoffen sowie alle direkt dem Produkt zuordenbaren Produktionsabfälle sowie alle Ergebnisse der zur Verfügung stehenden Emissionsmessungen aus den Werken in der Bilanzierung berücksichtigt.

Gebäude- bzw. Anlagenteile, die nicht für die Produktherstellung relevant sind, wurden ausgeschlossen.

Die Transportwege wurden zu 100% bezogen auf die Masse der Produkte berücksichtigt. Dazu wurde sich auf eine Annahme des statistischen Bundesamtes bezogen.

Die Kriterien für eine Nichtbetrachtung von Inputs und Outputs nach EN 15804 werden eingehalten. Es kann davon ausgegangen werden, dass die vernachlässigten Prozesse pro Lebenszyklusstadium 1 Prozent der Masse bzw. der Primärenergie nicht übersteigt. In der Summe werden für die vernachlässigten Prozesse 5 Prozent des Energie- und Masseinsatzes eingehalten. Für die Berechnung der Ökobilanz wurden auch Stoff- und Energieströme kleiner 1 Prozent berücksichtigt.

## 6.2 Sachbilanz

### Ziel

In der Folge werden sämtliche Stoff- und Energieströme beschrieben. Die erfassten Prozesse werden als Input- und Outputgrößen dargestellt und beziehen sich auf die deklarierte bzw. funktionelle Einheit.

Die der Modellierung der Ökobilanz zu Grunde liegenden Einheitsprozesse sind in transparenter Weise dokumentiert.

### Lebenszyklusphasen

Es werden die Herstellung A1 – A3 und das End-of-Life C1 –C4 und D berücksichtigt.

### Gutschriften

Beim Glasrecycling zu Containerglas werden die stofflichen Materialien durch Äquivalenzprozesse gutgeschrieben, die ebenfalls in der Herstellung verwendet wurden (für Sand, Soda, Kalksteinmehl).

Der Einsatz von Sekundärmaterialien senkt den Energieaufwand in der Herstellung. Diese Einsparung wird mit den Äquivalenzprozessen Strom und



**Allokationsverfahren  
Allokationen von Co-  
Produkten**

thermische Energie aus Erdgas gegengerechnet.

Die Gutschriften für das rezyklierte Glas werden über die entsprechende Primärproduktion errechnet.

Allokationen mussten bei der Produktherstellung nicht vorgenommen werden.

**Allokationen Wiederverwertung, Recycling und Rückgewinnung**

Allokationen beim Einsatz von Rezyklaten bzw. Sekundärrohstoffen der Hintergrundprozesse können der Dokumentation der GaBi Datenbank entnommen werden.

**Allokationen über  
Lebenszyklusgrenzen**

Bei der Verwendung der Recyclingmaterialien in der Herstellung wurde die heutige marktspezifische Situation angesetzt. Parallel dazu wurde ein Recyclingpotenzial berücksichtigt, das den ökonomischen Wert des Produktes nach einer Aufbereitung (Rezyklat) widerspiegelt. Die Systemgrenze vom Recyclingmaterial wurde beim Einsammeln gezogen.

**Inputs**

**Energie:**

Für den Strommix wurde der „Strommix Europa“ verwendet.

Für Gas wurde „Erdgas Europa“ angenommen.

Prozesswärme wird zum Teil für die Hallenbeheizung genutzt. Diese lässt sich jedoch nicht quantifizieren und wurde dem Produkt als „worst case“ angerechnet.

**Wasser:**

Über den Lebenszyklus von 1 m<sup>2</sup> Mehrscheibenisoliervlas werden und 0,26 m<sup>3</sup> (3-Scheiben) Wasser benötigt, einschließlich der Vorketten. Der in der Herstellung benötigte Wasserbedarf ist zu rund einem Drittel auf die Vorketten der Natriumkarbonat-Herstellung zurückzuführen. Rund 20 % sind auf die Vorketten der Strombereitstellung im Werk zurückzuführen.

**Rohmaterial/Vorprodukte:**

Genutzte nicht erneuerbare stoffliche Ressourcen stellen vorwiegend Quarzsand und taubes Gestein dar.

Die folgende Tabelle zeigt die Anteile dieser stofflichen Ressourcen am Gesamtbedarf nicht erneuerbarer stofflicher Ressourcen unter Berücksichtigung der Vorketten.

Nicht regenerierbare stoffliche Ressourcen	Mehrscheibenisoliervlas
Boden	5%
Taubes Gestein	59%
Quarzsand	12%
Dolomit	3%
Kalkstein	7%
Kupfer-Gold-Silber-Erz	7%
Natriumchlorid	6%

Während Sand, Dolomit und Kalkstein direkter Rezepturbestandteil bei der Flachglasherstellung sind, gehen die stofflichen Ressourcen Kupfer-Gold-Silber-Erz auf die Beschichtungskomponenten zurück.

Natriumchlorid wird zur Herstellung von Natriumcarbonat benötigt, welches wiederum Flachglas-Rezepturbestandteil ist.

Taubes Gestein beschreibt die Masse nicht verwertbaren Gesteins, im Zuge der Gewinnung von Erzen oder Energieträgern, wie Kohle etc.

Die stoffliche Ressource „Boden“ resultiert insbesondere aus dem Abbau und Gewinnungsprozessen von Rohstoffen für die Energieerzeugung und beschreibt die bewegte Masse Bodenmaterial.

## Outputs

Folgende fertigungsrelevante Outputs wurden pro m<sup>2</sup> Glas in der Ökobilanz erfasst:

### Abfälle:

Siehe 6.3 Wirkungsabschätzung.

## 6.3 Wirkungsabschätzung

### Ziel

Die Wirkungsabschätzung wurde in Bezug auf die Inputs und Outputs durchgeführt. Dabei werden folgende Wirkungskategorien betrachtet:

### Wirkungskategorien

Die Modelle für die Wirkungsabschätzung wurden angewendet, wie in EN 15804-A1 beschrieben.

Folgende Wirkungskategorien werden in der EPD dargestellt:

- Verknappung von abiotischen Ressourcen (fossile Energieträger);
- Verknappung von abiotischen Ressourcen (Stoffe);
- Versauerung von Boden und Wasser;
- Ozonabbau;
- globale Erwärmung;
- Eutrophierung;
- photochemische Ozonbildung.

### Abfälle

Die Auswertung des Abfallaufkommens wird getrennt für die Fraktionen hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sonderabfälle und radioaktive Abfälle dargestellt. Da die Abfallbehandlung innerhalb der Systemgrenzen modelliert ist, sind die dargestellten Mengen die abgelagerten Abfälle. Abfälle entstehen zum Teil durch die Herstellung der Vorprodukte



Produktgruppe: Flachglas

Ergebnisse pro m <sup>2</sup> Mehrscheibenisoliertes (Teil 1)	Einheit	Mehrscheibenisoliertes 2-fach Verglasung						Mehrscheibenisoliertes 3-fach Verglasung					
		A1-A3	C1	C2	C3	C4	D	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
Treibhauspotenzial (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	31,63	0	0,091	1,108	0,0322	-9,63	47,7	0	0,136	1,662	0,0484	-14,44
Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	kg R11-Äqv.	9,78E-09	0	3,05E-14	4,93E-11	3,28E-14	-6,58E-11	1,93E-08	0	4,58E-14	7,39E-11	4,92E-14	-9,87E-11
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	kg SO <sub>2</sub> -Äqv.	31,96	0	5,38E-04	3,17E-03	1,91E-04	-0,0519	47,95	0	8,07E-04	4,76E-03	2,86E-04	-0,078
Eutrophierungspotenzial (EP)	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -Äqv.	2,25	0	1,36E-04	2,87E-04	2,60E-05	-6,60E-03	3,38	0	2,05E-04	4,30E-04	3,90E-05	-9,90E-03
Potenzial für die Bildung von troposphärischem Ozon (POCP)	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -Äqv.	1,38	0	-2,38E-04	2,02E-04	1,50E-05	6,91E-03	2,06	0	-3,58E-04	3,04E-04	2,25E-05	0,0104
Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen - nicht fossile Ressourcen (ADP - Stoffe)	kg Sb-Äqv.	7,11E-04	0	7,32E-09	4,44E-07	1,16E-08	-2,04E-05	1,32E-03	0	1,10E-08	6,65E-07	1,73E-08	-3,06E-05
Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen - fossile Brennstoffe (ADP - fossile Energieträger)	MJ	484,4	0	1,26	11,85	0,417	-128,05	730,99	0	1,89	17,77	0,626	-192,08
<b>Ressourceneinsatz</b>	<b>Einheit</b>	<b>A1-A3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>D</b>	<b>A1-A3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>D</b>
Einsatz erneuerbarer Primärenergie – ohne die erneuerbaren Primärenergieträger, die als Rohstoffe verwendet werden	MJ	31,56	0	-	-	-	-	46,0	0	-	-	-	-
Einsatz der als Rohstoff verwendeten, erneuerbaren Primärenergieträger (stoffliche Nutzung)	MJ	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-
Gesamteinsatz erneuerbarer Primärenergie (Primärenergie und die als Rohstoff verwendeten erneuerbaren Primärenergieträger) (energetische + stoffliche Nutzung)	MJ	31,56	0	0,0633	6,63	0,0504	-9,35	46,0	0	0,095	9,95	0,0756	-14,02
Einsatz nicht erneuerbarer Primärenergie ohne die als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger	MJ	515,62	0	-	-	-	-	775,81	0	-	-	-	-
Einsatz der als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger (stoffliche Nutzung)	MJ	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-
Gesamteinsatz nicht erneuerbarer Primärenergie (Primärenergie und die als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger) (energetische + stoffliche Nutzung)	MJ	515,62	0	1,26	19,46	0,432	-138,34	775,81	0	1,89	29,19	0,648	-207,51
Einsatz von Sekundärstoffen	kg	0,883	0	0	0	0	0	1,32	0	0	0	0	0



Produktgruppe: Flachglas

Ergebnisse pro m <sup>2</sup> Mehrscheibenisoliertes Glas (Teil 2)	Einheit	Mehrscheibenisoliertes Glas 2-fach Verglasung						Mehrscheibenisoliertes Glas 3-fach Verglasung					
		A1-A3	C1	C2	C3	C4	D	A1-A3	C1	C2	C3	C4	D
<b>Ressourceneinsatz</b>													
Einsatz von erneuerbaren Sekundärbrennstoffen	MJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Einsatz von nicht erneuerbaren Sekundärbrennstoffen	MJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nettoeinsatz von Süßwasserressourcen	m <sup>3</sup>	0,114	0	1,17E-04	9,46E-03	8,23E-05	-0,0205	0,178	0	1,76E-04	0,0142	1,23E-04	-0,0308
<b>Abfallkategorien</b>	<b>Einheit</b>	<b>A1-A3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>D</b>	<b>A1-A3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>D</b>
Deponierter gefährlicher Abfall	kg	2,94E-03	0	6,63E-08	7,89E-09	6,83E-09	-1,19E-07	4,77E-03	0	9,94E-08	1,18E-08	1,03E-08	-1,78E-07
Deponierter nicht gefährlicher Abfall (Siedlungsabfall)	kg	22,87	0	9,65E-05	0,0128	2,0	-1,257	34,31	0	1,45E-04	0,0192	3,01	-1,885
Radioaktiver Abfall	kg	0,01	0	1,72E-06	3,03E-03	5,90E-06	-4,09E-03	0,0175	0	2,58E-06	4,54E-03	8,86E-06	-6,13E-03
<b>Output-Stoffflüsse</b>	<b>Einheit</b>	<b>A1-A3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>D</b>	<b>A1-A3</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>D</b>
Komponenten für die Weiterverwendung	kg	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Stoffe zum Recycling	kg	2,08	0	0	18,0	0	-	3,12	0	0	27,0	0	-
Stoffe für die Energierückgewinnung	kg	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Exportierte Energie (Strom)	MJ	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-
Exportierte Energie (thermische Energie)	MJ	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	-



## 6.4 Auswertung, Darstellung der Bilanzen und kritische Prüfung

Nach Bedarf kann auch eine Scheibe durch Einscheibensicherheitsglas oder Verbundsicherheitsglas ersetzt werden. Die Ergebnisse für ESG und VSG sind dem EPD für FG, ESG und VSG zu entnehmen. Da sich diese auf 1mm Dicke beziehen, müssen die dort dargestellten Ergebnisse entsprechend skaliert werden und gegen die Ergebnisse einer Scheibe Flachglas ersetzt werden. Bei Verwendung von VSG ist ein Verschnittfaktor von 10% zu berücksichtigen.

Die Vorgehensweise beim 3-Scheiben-Isoliervlas erfolgt nach Bedarf analog. Hierbei sind die Ergebnisse auf Basis von 3 FG-Scheiben bilanziert zu je 4 mm Dicke.

### Lebenszyklus

Der Primärenergieeinsatz der Herstellung von Mehrscheibenisoliervlas ist zu 73 % von der Flachglasherstellung dominiert.

Bei Mehrscheibenisoliervlas kann infolge des Recyclingpotentials im End-of-Life etwa 25% des nicht erneuerbaren Primärenergieeinsatzes der Herstellung eingespart werden. Dies betrifft die Gesamtheit an Daten inkl. vorgelagerte Prozesse.

### Herstellung

Die Umweltwirkungen der einzelnen Subsysteme sind nachfolgend quantitativ für die Herstellung von 1 m<sup>2</sup> Mehrscheibenisoliervlas dargestellt.

Die Umweltwirkungen des Mehrscheiben-Isoliervlases werden vorrangig durch die Herstellung des Flachglases bestimmt.

Das Treibhauspotenzial ist von Kohlendioxid-Emissionen dominiert. Insbesondere die Flachglasherstellung verursacht etwa 80 % des GWP. Etwa 10 % sind auf die Beschichtung zurückzuführen. Die Ursache für den Anteil der Beschichtung liegt vorrangig in der Vorkette zur Strombereitstellung für die Beschichtung.

Das Ozonabbaupotenzial wird vorrangig durch den Strom-Mix bestimmt, sowohl aus dem direkt im Werk konsumierten Strom zum Beschichten und der weiteren Fertigungsprozesse, als auch Strom in den Vorketten der Flachglasherstellung.

Zum Versauerungspotenzial tragen vorrangig Schwefeldioxid-Emissionen und Stickoxide aus der Flachglasherstellung bei als auch Schwefeldioxid-Emissionen aus der Vorkette der Silber-Gewinnung, als Komponente der Beschichtung.

Zum Eutrophierungspotenzial der Herstellung des Mehrscheiben-Isoliervlases. Tragen vorrangig die auftretenden Stickoxide bei der Flachglasherstellung bei. Der Beitrag der Beschichtung zum EP liegt ebenfalls auf den im Beschichtungsprozess auftretenden Stickoxiden begründet.

Zum Sommersmogpotenzial tragen vorrangig Schwefeldioxid-Emissionen und Stickoxide aus der Flachglasherstellung bei als auch Schwefeldioxid-Emissionen aus der Vorkette der Silber-Gewinnung, als Komponente der Beschichtung. Weiterhin beeinflussen die im Beschichtungsprozess selbst auftretenden Stickoxide das POCP.

**Im Allgemeinen ist der Einfluss von Versiegelungen, Füllgas und Abstandhalter von geringer Bedeutung.**

Es wurden alle relevanten und erforderlichen Punkte gemäß EN ISO 14040 und EN ISO 14044 in der Ökobilanz berücksichtigt. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Ökobilanz uneingeschränkt für die Verwendung in der Umweltproduktdeklaration Mehrscheibenisoliervlas geeignet ist.

### **Bericht**

Der dieser EPD zugrunde liegende Ökobilanzbericht wurde gemäß den Anforderungen der DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044, sowie der EN 15804 und EN ISO 14025 durchgeführt und richtet sich nicht an Dritte, da er vertrauliche Daten enthält. Er ist beim ift Rosenheim hinterlegt. Ergebnisse und Schlussfolgerungen werden der Zielgruppe darin vollständig, korrekt, unvoreingenommen und verständlich mitgeteilt. Die Ergebnisse der Studie sind nicht für die Verwendung in zur Veröffentlichung vorgesehenen vergleichenden Aussagen bestimmt.



**Kritische Prüfung**

Die kritische Prüfung der Ökobilanz erfolgte durch den unabhängigen ift Prüfer Herrn Frank Stöhr.

**7 Allgemeine Informationen zur EPD**

**Vergleichbarkeit**

Diese EPD wurde nach EN 15804 erstellt und ist daher nur mit anderen EPDs, die den Anforderungen der EN 15804 entsprechen, vergleichbar. Grundlegend für einen Vergleich sind der Bezug zum Gebäudekontext und dass die gleichen Randbedingungen in den Lebenszyklusphasen betrachtet werden.

Für einen Vergleich von EPDs für Bauprodukte gelten die Regeln in Kapitel 5.3 der EN 15804.

**Kommunikation**

Das Kommunikationsformat dieser EPD genügt den Anforderungen der EN 15942:2011 und dient damit auch als Grundlage zur B2B Kommunikation; allerdings wurde die Nomenklatur entsprechend der EN 15804 gewählt.

**Verifizierung**

Die Überprüfung der Umweltproduktdeklaration ist entsprechend der ift Richtlinie zur Erstellung von Typ III Umweltproduktdeklarationen in Übereinstimmung mit den Anforderungen von EN ISO 14025 dokumentiert. Diese Deklaration beruht auf dem ift-PCR-Dokument Flachglas: PCR-FG-1.2 : 2016.

Die Europäische Norm EN 15804 dient als Kern-PCR <sup>a)</sup>	
Unabhängige Verifizierung der Deklaration und Angaben nach EN ISO 14025:2010 <input checked="" type="checkbox"/> intern <input type="checkbox"/> extern	
Unabhängige, dritte(r) Prüfer(in): <sup>b)</sup> Frank Stöhr	
<sup>a)</sup> Produktkategorieregeln	
<sup>b)</sup> Freiwillig für den Informationsaustausch innerhalb der Wirtschaft, verpflichtend für den Informationsaustausch zwischen Wirtschaft und Verbrauchern (siehe EN ISO 14025:2010, 9.4).	

**Überarbeitungen des Dokumentes**

Nr.	Datum	Kommentar	Bearbeiter	Prüfer
1	18.12.2017	Erstmalige interne Prüfung und Freigabe	Stich	Stöhr

## Literaturverzeichnis

- [1] Ökologische Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden – Wege zu einer ganzheitlichen Bilanzierung.  
Hrsg.: Eyerer, P.; Reinhardt, H.-W.  
Birkhäuser Verlag, Basel, 2000
- [2] Leitfaden Nachhaltiges Bauen.  
Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen  
Berlin, 2013
- [3] GaBi 6: Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung.  
Hrsg.: IKP Universität Stuttgart und PE Europe GmbH  
Leinfelden-Echterdingen, 1992 – 2014
- [4] „Ökobilanzen (LCA)“.  
Klöpper, W.; Grahl, B.  
Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, 2009
- [5] EN 15804:2012+A1:2013  
Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Regeln für Produktkategorien.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [6] EN 15942:2011  
Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Kommunikationsformate zwischen Unternehmen  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [7] ISO 21930:2007-10  
Hochbau – Nachhaltiges Bauen – Umweltproduktdeklarationen von Bauprodukten  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [8] EN ISO 14025:2011-10  
Umweltkennzeichnungen und -deklarationen Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [9] EN ISO 16000-9:2006-08  
Innenraumlufiverunreinigungen – Teil 9: Bestimmung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Emissionsprüfkammer-Verfahren.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [10] EN ISO 16000-11:2006-06  
Innenraumlufiverunreinigungen – Teil 11: Bestimmung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen aus Bauprodukten und Einrichtungsgegenständen – Probenahme, Lagerung der Proben und Vorbereitung der Prüfstücke.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [11] DIN ISO 16000-6:2004-12  
Innenraumlufiverunreinigungen – Teil 6: Bestimmung von VOC in der Innenraumluft und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA®, thermische Desorption und Gaschromatografie mit MS/FID.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [12] DIN EN ISO 14040:2009-11  
Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [13] DIN EN ISO 14044:2006-10  
Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [14] DIN EN 12457-1:2003-01  
Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen – Teil 1: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 2 l/kg und einer Korngröße unter 4 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung).  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [15] DIN EN 12457-2:2003-01  
Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen – Teil 2: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg und einer Korngröße unter 4 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung).  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [16] DIN EN 12457-3:2003-01  
Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen – Teil 3: Zweistufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 2 l/kg und 8 l/kg für Materialien mit hohem Feststoffgehalt und einer Korngröße unter 4 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung).  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [17] DIN EN 12457-4:2003-01  
Charakterisierung von Abfällen – Auslaugung; Übereinstimmungsuntersuchung für die Auslaugung von körnigen Abfällen und Schlämmen – Teil 4: Einstufiges Schüttelverfahren mit einem Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis von 10 l/kg für Materialien mit einer Korngröße unter 10 mm (ohne oder mit Korngrößenreduzierung).  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [18] DIN EN 13501-1:2010-01  
Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten



## Produktgruppe: Flachglas

- zu ihrem Brandverhalten –  
Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [19] EN 572-1  
Glas im Bauwesen – Basiserzeugnisse aus Kalk-Natronsilicatglas – Teil 1: Definitionen und allgemeine physikalische und mechanische Eigenschaften;  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [20] EN 12150-1:2000-6  
Glas im Bauwesen – Thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheibensicherheitsglas – Teil 1: Definitionen und Beschreibung;  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [21] EN 18631-1:2011  
Glas im Bauwesen – Teilvorgespanntes Kalknatronglas – Teil 1: Definition und Beschreibung;  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [22] EN 14449:2005  
Glas im Bauwesen – Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas – Konformitätsbewertung/Produktnorm  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [23] ift QM332  
Zertifizierungsprogramm für Verbund und Verbundsicherheitsglas (VSG) nach EN 14449  
ift Rosenheim, Rosenheim
- [24] ift QM333  
Zertifizierungsprogramm für thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) nach EN 12150-2  
ift Rosenheim, Rosenheim
- [25] ift QM334  
Zertifizierungsprogramm für heißgelagertes thermisch vorgespanntes Kalknatron-Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG-H) nach EN 14179-2  
ift Rosenheim, Rosenheim
- [26] ift QM335  
Zertifizierungsprogramm für teilvorgespanntes Kalknatronglas (TVG) nach EN 1863-2  
ift Rosenheim, Rosenheim
- [27] ift QM327  
Zertifizierungsprogramm für Mehrscheiben-Isoliertes nach EN 1279-5  
ift Rosenheim, Rosenheim
- [28] RAL GZ 520  
Mehrscheiben-Isoliertes  
Gütesicherung  
RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V., Sankt Augustin
- [29] DIN 4102-1:1998-05  
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [30] OENORM S 5200:2009-04-01  
Radioaktivität in Baumaterialien.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [31] DIN/CEN TS 14405:2004-09  
Charakterisierung von Abfällen – Auslaugungsverhalten – Perkolationsprüfung im Aufwärtsstrom (unter festgelegten Bedingungen).  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [32] VDI 2243:2002-07  
Recyclingorientierte Produktentwicklung.  
Beuth Verlag GmbH, Berlin
- [33] Richtlinie 2009/2/EG der Kommission zur 31. Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG des Rates zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe an den technischen Fortschritt (15. Januar 2009)
- [34] ift-Richtlinie NA-01/3  
Allgemeiner Leitfaden zur Erstellung von Typ III Umweltproduktdeklarationen.  
ift Rosenheim, April 2015
- [35] Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG  
Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit, 5. Februar 2009 (BGBl. I S. 160, 270)
- [36] Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG  
Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen, 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830)
- [37] Chemikaliengesetz – ChemG  
Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen Unterteilt sich in Chemikaliengesetz und eine Reihe von Verordnungen; hier relevant: Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen, 2. Juli 2008 (BGBl. I S.1146)
- [38] Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV  
Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz, 21. Juli 2008 (BGBl. I S. 1328)
- [39] Gefahrstoffverordnung – GefStoffV



Produktgruppe: Flachglas

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen, 23.  
Dezember 2004  
(BGBl. I S. 3758)

[40] „PCR Flachglas. Product Category Rules nach  
ISO 14025 und EN 15804“.  
ift Rosenheim, November 2016

[41] Forschungsvorhaben „EPDs für transparente  
Bauelemente“.  
ift Rosenheim, 2011

[42] Verkehr auf einen Blick  
Hrsg.: Statistisches Bundesamt  
Wiesbaden, 2013



## 8 Anhang

### Beschreibung der Lebenszyklusszenarien für Mehrscheibenisoliervlas

Herstellungsphase			Errichtungsphase		Nutzungsphase							Entsorgungsphase				Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau/Einbau	Nutzung	Inspektion, Wartung, Reinigung	Reparatur	Austausch / Ersatz	Verbesserung / Modernisierung	betrieblicher Energieeinsatz	betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Deponierung	Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- Recyclingpotenzial
✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	✓	✓

Für die Szenarien wurden Herstellerangaben verwendet, außerdem wurde als Grundlage der Szenarien das Forschungsvorhaben „EPDs für transparente Bauelemente“ herangezogen [41].

Hinweis: Die jeweilig gewählten und üblichen Szenarien sind fett markiert. Diese wurden zur Berechnung der Indikatoren in der Gesamttabelle herangezogen.

- ✓ Teil der Betrachtung
- Nicht Teil der Betrachtung

#### C1 Abbruch

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
<b>C1.1</b>	Abbruch	Der Energieverbrauch beim Rückbau kann vernachlässigt werden. Entstehende Aufwendungen sind marginal.

Beim gewählten Szenario entstehen keine relevanten Inputs oder Outputs.

Bei abweichenden Aufwendungen wird der Ausbau der Produkte als Bestandteil der Baustellenabwicklung auf Gebäudeebene erfasst.

#### C2 Transport

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
<b>C2.1</b>	Transport	Transport zur Sammelstelle mit 40 t LKW, 85 % – ausgelastet 100 km

#### C3 Abfallbewirtschaftung



Produktgruppe: Flachglas

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
C3	Mehrscheibenisoliervlas	Demontage Transport und Rückführung des Glasanteils von MIG (90%), Restfraktionen aus anderen Materialien werden nicht betrachtet

In unten stehender Tabelle werden die Entsorgungsprozesse beschrieben und massenanteilig dargestellt. Die Berechnung erfolgt aus den oben prozentual aufgeführten Anteilen bezogen auf die deklarierte Einheit des Produktsystems.

C3 Entsorgung	Einheit	C3.1	
		Mehrscheibenisoliervlas 2fach	Mehrscheibenisoliervlas 3fach
Sammelverfahren, getrennt gesammelt	kg	18	27
Sammelverfahren, als gemischter Bauabfall gesammelt	kg	2	3
Rückholverfahren, zur Wiederverwendung	kg	0	0
Rückholverfahren, zum Recycling	kg	18	27
Rückholverfahren, zur Energierückgewinnung	kg	0	0
Beseitigung	kg	2	3

Die mit [-] gekennzeichneten Werte können nicht ausgewiesen werden, sind nicht vorhanden bzw. nur marginal.

C4 Deponierung

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
C4.1	Deponierung	Die nicht erfassbaren Mengen und Verluste von Glas in der Verwertungs-/Recyclingkette (C1 und C3) werden als „deponiert“ modelliert. Die Aufwendungen sind marginal und können nicht quantifiziert werden.

Die Aufwände in C4 stammen aus der physikalischen Vorbehandlung, der Aufbereitung der Abfälle, als auch aus dem Deponiebetrieb. Die hier entstehenden Gutschriften aus Substitution von Primärstoffproduktion werden dem Modul D zugeordnet, z.B. Strom und Wärme aus Abfallverbrennung.

D Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
D	Recyclingpotenzial	Glas-Rezyklat aus C3 abzüglich des in A3 eingesetzten Rezyklates ersetzt zu 100 % Containerglas; Restfraktionen aus anderen Materialien werden nicht betrachtet

Die Werte in Modul "D" resultieren aus dem Rückbau am Ende der Nutzungszeit.

## **Impressum**

### **Ökobilanzierer**

ift Rosenheim GmbH  
Theodor-Gietl-Straße 7-9  
83026 Rosenheim

### **Programmbetreiber**

ift Rosenheim GmbH  
Theodor-Gietl-Str. 7-9  
83026 Rosenheim  
Telefon: 0 80 31/261-0  
Telefax: 0 80 31/261 290  
E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)  
[www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)

### **Deklarationsinhaber**

Bundesverband Flachglas e.V.  
Müllheimerstraße  
D-53840 Troisdorf

### **Deklarationsinhaber**

Opolglass Sp. Z.o.o.  
ul. Skladowa 6  
45-125 Opole

### **Hinweise**

Grundlage dieser EPD sind in der Hauptsache Arbeiten und Erkenntnisse des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim (ift Rosenheim) sowie im Speziellen die ift-Richtlinie NA-01/3 Allgemeiner Leitfaden zur Erstellung von Typ III Umweltproduktdeklarationen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

### **Layout**

ift Rosenheim GmbH - 2015

### **Fotos (Titelseite)**

BF Flachglas e.V.





ift Rosenheim GmbH  
Theodor-Gietl-Str. 7-9  
83026 Rosenheim  
Telefon: +49 (0) 80 31/261-0  
Telefax: +49 (0) 80 31/261-290  
E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)  
[www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)