

# Bericht zur Ökobilanz Für die Konstruktion der UNIGLAS® FACADE der Fa. UniGlas GmbH & Co. KG

Auftraggeber: UniGlas GmbH & Co. KG  
Robert-Bosch- Straße 10  
56410 Montabaur

Auftragnehmer: **ift** Rosenheim GmbH  
Theodor-Gietl-Straße 7-9  
83026 Rosenheim  
[www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)

Ökobilanzierer: Frank Stöhr, Dipl.-Ing. (FH)  
[stoehr@ift-rosenheim.de](mailto:stoehr@ift-rosenheim.de)  
Tel.: +49 (0)8031/261-2536



<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Ausgangssituation und Motivation</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Ziel der Studie</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Umfang der Studie</b>	<b>4</b>
3.1	Deklarierte/funktionelle Einheit	4
3.1.1	Rechenregeln für die Durchschnittsangaben	4
3.2	Systemgrenzen	4
3.2.1	Lebenszyklusstadien	5
3.2.2	Sensitivitätsanalysen	6
3.2.3	Prozesse	6
3.2.4	Daten/Annahmen	7
3.2.5	Quantifizierung der Inputs und Outputs	8
3.2.6	Weitere relevante Hintergrunddaten	10
<b>4</b>	<b>Sachbilanz</b>	<b>12</b>
4.1	Quantitative Beschreibung der Prozessmodule	12
4.2	Generische Daten	12
4.3	Datenqualität und Datenlücken	12
4.4	Allokationen	12
<b>5</b>	<b>Wirkungsabschätzung</b>	<b>13</b>
5.1	Verfahren der Wirkungsabschätzung	13
5.2	Verhältnis der Wirkungsabschätzung zur Sachbilanz	13
5.3	Charakterisierungsmodelle, Faktoren und Methoden	13
5.3.1	Treibhauspotenzial	13
5.3.2	Abiotischer Ressourcenverbrauch	15
5.3.3	Versauerungspotenzial	16
5.3.4	Ozonabbaupotenzial	16
5.3.5	Eutrophierungspotenzial	17
5.3.6	Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial	18
<b>6</b>	<b>Ökobilanzinterpretation</b>	<b>19</b>
6.1	Lebenszyklusszenarien	19
6.2	Ergebnisse	25
6.3	Weitere Informationen	28
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>30</b>

## 1 Ausgangssituation und Motivation

Nachhaltiges Bauen hat sich als wichtiges Instrument in der Baubranche etabliert. Anforderungen dafür ergeben sich von Politik/Normung, Umwelt/Gesellschaft und vom Immobilienmarkt. Die Vorteile des nachhaltigen Bauens sind beispielsweise höhere Immobilienwerte, ein verbessertes Umweltimage, Ressourcenschonung u.v.m. Um Gebäude nachhaltig bewerten zu können, werden für Bauprodukte Umweltproduktdeklarationen gefordert, welche die Umweltwirkungen über den betrachteten Lebenszyklus darstellen. Basis von Umweltproduktdeklarationen sind Ökobilanzen, in denen über Stoff- und Energieflüsse die Umweltwirkungen berechnet und anschließend dargestellt werden.

Für die Konstruktion der UNIGLAS® FACADE wurde eine EPD mit dazugehöriger Ökobilanz erstellt. Diese entspricht den Anforderungen gemäß der EN 15804-2012 +A1:2013-11 und der internationalen Normen DIN EN ISO 14040, DIN EN ISO 14044, ISO 21930 und EN ISO 14025.

## 2 Ziel der Studie

Die Ökobilanz dient zur Darstellung der Umweltwirkungen für die beschriebene Konstruktion der UNIGLAS® FACADE. Die Umweltwirkungen werden gemäß EN 15804 als Basisinformation für die Umweltproduktdeklarationen der beschriebenen Systeme der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE aufgeführt. Dabei sind folgende Umweltwirkungen angegeben:

- Treibhauspotenzial (GWP),
- Ozonabbau­potenzial (ODP),
- Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP),
- Eutrophierungspotenzial (EP),
- Potenzial für die Bildung von troposphärischem Ozon (POCP),
- Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen – nicht fossile Ressourcen (ADP - Stoffe),
- Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen – fossile Brennstoffe (ADP – fossile Energieträger).

Ziel ist, diese Umweltwirkungen für den gesamten Lebenszyklus der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE darzustellen. Das eingebaute Glas war nicht Teil dieser Betrachtung, hierfür wird an dieser Stelle auf die EPD Mehrscheibenisoliertes Glas verwiesen.

**Die Ergebnisse der Studie sind nicht für die Verwendung in zur Veröffentlichung vorgesehenen vergleichenden Aussagen bestimmt.**

### 3 Umfang der Studie

Die Ökobilanz bezieht sich auf Konstruktion der UNIGLAS® FACADE der Fa. UniGlas GmbH & Co. KG. Das Mehrscheibenisoliervlas, das in der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE installiert wird, wurde in dieser EPD nicht berücksichtigt. Die Umweltwirkungen für das Mehrscheibenisoliervlas sind der EPD 2-3 Scheibenisoliervlas zu entnehmen.

Die Ökobilanz wurde für den gesamten Lebenszyklus, also von der Wiege bis zur Bahre (cradle to grave) berechnet. Da für die Nutzungs- und Nachnutzungsphase keine sicheren Aussagen hinsichtlich Transportwege, Nutzungszyklen oder Recyclingwege gemacht werden können, wurden hierfür Szenarien erarbeitet, die die wahrscheinlichsten Möglichkeiten der jeweiligen Lebenszyklusphase darstellen.

#### 3.1 Deklarierte/funktionelle Einheit

Die deklarierte Einheit bezieht sich auf **1 m<sup>2</sup> Fassadenfläche**.

Bei der deklarierten Einheit wurde lediglich die Konstruktion der UNIGLAS FACADE bilanziert. Die Umweltwirkungen für das Glas sind der EPD Mehrscheibenisoliervlas zu entnehmen.

Die funktionelle Einheit wird folgendermaßen deklariert:

Die funktionelle Einheit wurde anhand eines repräsentativen Projektes einer Konstruktion der UNIGLAS® FACADE im Jahr 2014 auf die deklarierte Einheit bezogen.

##### 3.1.1 Rechenregeln für die Durchschnittsangaben

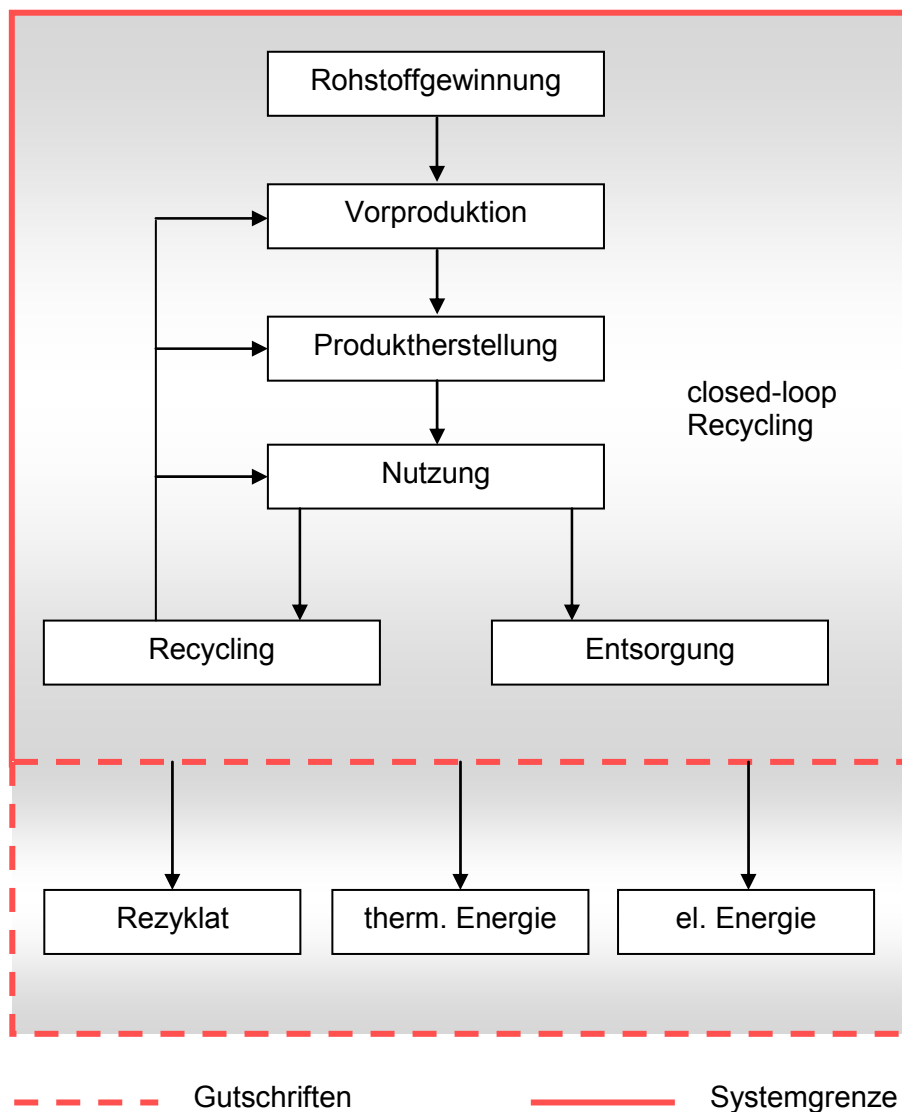
Die Durchschnittsbildung erfolgte anhand der erfassten Daten und ist somit repräsentativ. Dabei wurden die Stoff- und Energieflüsse durch die produzierten Stückzahlen eines repräsentativen Projektes im Jahr 2014 geteilt und als Durchschnitt zur Ökobilanzberechnung herangezogen.

#### 3.2 Systemgrenzen

Die Systemgrenzen beziehen sich auf die Herstellung der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE, diese werden von UniGlas Mitgliedern vorgefertigt und in der Regel vor Ort, auf der Baustelle montiert.

Es wurden zusätzliche spezifische Daten für die Herstellung der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE beim Vorlieferanten mit in die Ökobilanz aufgenommen. Ansonsten wurden keine zusätzlichen Daten von Vorlieferanten bzw. anderer Standorte gesammelt und berücksichtigt. Die Grenzen beschränken sich auf die produktionsrelevanten Daten.

Für die Verpackungsmaterialien wurden Gutschriften nach folgender Abbildung berücksichtigt:



**Abbildung 1:** Erweiterung der Systemgrenzen

Gutschriften können wie abgebildet als Rezyklat, also recycelten Materialien, als thermische Energie oder auch als elektrische Energie resultieren.

### 3.2.1 Lebenszyklusstadien

Die Ökobilanz wurde für den Lebensabschnitt cradle to grave (kompletter Lebenszyklus) betrachtet. Der Lebenszyklus wurde gemäß EN 15804 wie folgt dargestellt berechnet.

Die Herstellungsphase (A1 – A3):

- Rohstoffgewinnung (A1)

- Transport(A2)
- Herstellung (A3)

Die Errichtungsphase (A4 – A5):

- Transport (A4)
- Bau/Einbau (A5) nicht relevant

Die Nutzungsphase (B1 – B7):

- Nutzung (B1) nicht relevant
- Instandhaltung (B2) nicht relevant
- Reparatur (B3) nicht relevant
- Ersatz (B4) nicht relevant
- Umbau/Erneuerung (B5) nicht relevant
- Betrieblicher Energieeinsatz (B6) nicht relevant
- Betrieblicher Wassereinsatz (B7) nicht relevant

Die Entsorgungsphase (C1 – C4):

- Ausbau (C1)
- Transport (C2)
- Abfallbewirtschaftung (C3)
- Deponierung (C4)

Die Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen (D):

- Wiederverwertungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotential (D)

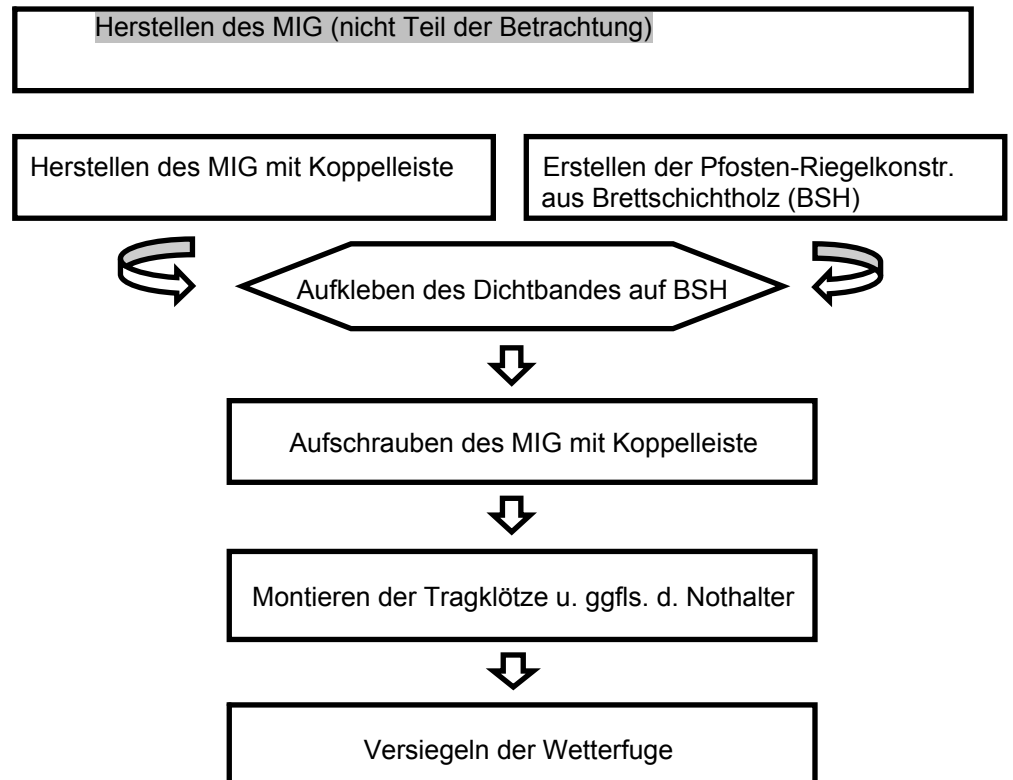
Die Berechnung der Szenarien ist in Kapitel 6.1 dargestellt.

### 3.2.2 Sensitivitätsanalysen

Sensitivitätsanalysen werden als Entscheidungshilfe herangezogen. Hiermit kann geprüft werden, ob sich beispielsweise bestimmte Materialien nur geringfügig voneinander unterscheiden und deshalb zusammengefasst werden können. Es wurden keine Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Da es sich nur um ein Produkt handelt.

### 3.2.3 Prozesse

Die Ökobilanz wurde nicht nach Einzelprozessen untergliedert. Hierfür lagen bei der Datensammlung keine Daten vor. Aufgrund dessen wurden die Daten für das Gesamtgebäude erfasst und als Basis zur Berechnung verwendet. Das Fließbild zur Produktherstellung ist im Folgenden dargestellt:



**Abbildung 2:** Produktherstellung

### 3.2.4 Daten/Annahmen

Die ermittelten, spezifischen Daten stammen aus dem Geschäftsjahr 2014 der Fa UniGlas GmbH & Co. KG. Weiterhin stammen spezifische Daten für Konstruktion der UNIGLAS® FACADE von einem realisierten Projekt mit der UNIGLAS® FACADE .

Generische Daten sind aus der Professional Datenbank und Baustoff Datenbank der Software GaBi 6. Es wurden keine weiteren generischen Daten für die Berechnung verwendet. Datenlücken wurden entweder durch vergleichbare Daten ersetzt. Die Systemgrenzen werden via Vorkette eingehalten. Dazu werden keine zusätzlichen Daten erfasst, sondern auf generische Daten zurückgegriffen.

Zur Modellierung des Lebenszyklus wurde das Software-System zur ganzheitlichen Bilanzierung "GaBi 6" eingesetzt.

Bei der Datenaufnahme wurde die 1-Prozent Regel beachtet. D.h., dass alle Energie- und Massenanteile größer ein Prozent erfasst wurden und darüber hinaus auch kleinere Energie- und Massenanteile mit berücksichtigt wurden. Somit ist sichergestellt, dass die Summe aller

vernachlässigten Prozesse fünf Prozent des Energie- und Masseeinsatzes nicht überschreitet.

Folgende Annahmen wurden getroffen:

- Die Koppelleiste wurde mit dem Datensatz „Furnierschichtholz“ abgedeckt.
- Der Datensatz „Ottocoll S660“ wurde vom gemäß Sicherheitsdatenblatt Otto Chemie ift erstellt.
- Die mechanische Absturzsicherung wurde mit dem Datensatz „PA 6.6“ abgebildet.
- Die mechanische Scheibensicherung wurde mit dem Datensatz „Edelstahlblech“ abgebildet.
- 

Alle getroffenen Annahmen wurden entsprechend recherchiert.

#### 3.2.4.1 Daten der Datenbank

Als Basis wurden die Professional Datenbank und Baustoffdatenbank in aktueller Version 6.4.1.20 und der Datenbankversion 6.108 verwendet. Die Software und Datenbank wurde 2013 aktualisiert.

Es konnten alle in den Produkten verwendeten Materialien über die Datenbank abgebildet werden.

#### 3.2.5 Quantifizierung der Inputs und Outputs

Folgende Inputs wurden in der Ökobilanz erfasst:

- Energieträger
- Wasser
- Hilfsstoffe
- Rohstoffe/Vorprodukte

Folgende Outputs wurden in der Ökobilanz erfasst:

- Abwasser
- Abfälle

Emissionen in Luft und Boden wurden nicht berücksichtigt, da keine über die behördlich festgelegten Grenzwerte hinaus auftreten.

Der in Kapitel 6.1 ausgewiesene Süßwasserverbrauch entsteht durch die Prozesskette der Vorprodukte.



Nr.	Inputs	Menge	Einheit	Bemerkung	
<b>Energieträger</b>					
E1					
<b>Wasser</b>					
W1					
<b>Hilfsstoffe</b>					
H1					
<b>Rohstoffe/Vorprodukte</b>					
V1	Pfosten/Riegel BSH GL24h	0,040	m <sup>3</sup>	Pfosten Riegel Konstr.	
V2	kompressibles Klebeband DUPLOCOLL 1002 einseitig ausgerüstet mit DUPLOCOLL VP 6504,	0,160	m <sup>2</sup>	Dichtband	siehe Montageband
V3	Thermal Bond - Breite: 6 mm; geschliffen mit wasserbasierter Dickschichtlasur	2,850	m	Montageband	zusammen mit Dichtband 0,0267 kg
V4	Würth Assy 3,0 Holzbauschraube 5,0/70 verzinkt	23,000	Stk.	Schrauben	
V6	OTTOCOLL S 660 - Breite: 12,5 mm;	0,110	kg	Kleber	
V7	OTTOCORD PE-B2; Otto Chemie	1,430	m	Fugenhinterfüllung	1,347kg
V8	OTTOSEAL S7; Otto Chemie	0,170	l	Wetterfuge	
V10	PA 6 / 1 Stück je Element Abmessung b x h x t = 60 x 17,5 x 44 mm	2,390	cm <sup>3</sup>	Lastabtragungsklotz	zusammen 25,93 kg
V11	PA 6 - Abmessung b x h x t = 40 x 17,5 x 29 mm; 1 Stück je MSS	20,560	cm <sup>3</sup>	Distanzkörper	
V12	V2A 70 / 2 Stück je Element Durchmesser 8 mm 122,5 mm lg.	1,010	Stk.	Bolzen f. Klotz	0,491kg
V13	Edelstahl 1.4301 blank Abmessungen 40 x 35 x 13 mm 3 x gekantet (Hutprofil gem SYS 030) ab 8 m über OK FFB 4 St/Element	1,010	Stk.	MSS	0,145kg
V14	Würth 018055080 ASSY-A2 Edelst. Blk. Ø 5 x 80 mm; 1 Stück je MSS	1,010	Stk.	Schrauben für MSS	
<b>Verpackungen und sonstiges</b>					
S1					
<b>Prozess/Anlagenstraße/Betriebsgebäude</b>					
<b>Prozessbezeichnung</b>		UNIGLAS FACADE			
<b>Prozessbetreiber</b>		UNIGLAS GmbH & Co. KG			
<b>Standort</b>		Montabaur			
<b>Bezugsgröße und -einheit</b>		1 m <sup>2</sup>			
<b>Ansprechpartner</b>		Thomas Fiedler	<b>Erstellungsdatum</b>		
<b>Anschrift</b>		Robert-Bosch Str. 10	01.05.2015		
<b>Telefon</b>			<b>Betrachtungszeitraum</b>		
<b>e-mail</b>		<a href="mailto:fiedler@uniglas.de">fiedler@uniglas.de</a>	2014		
<b>Prozessfließbild</b>					
<b>Outputs</b>					
<b>Produkt(e)</b>					
O/P1	Uni Glas Facade	1	m <sup>2</sup>		
<b>Abwasser</b>					
O/W1					
<b>Abfälle / Entsorgungsweg</b>					
O/A1					
<b>Abluft / Emissionen</b>					
O/E1					
<b>Sonstige</b>					

Tabelle 1

Die Inputs und Outputs für die Konstruktion der UNIGLAS FACADE sind in Tabelle 1 dargestellt:

Die enthaltenen Materialien sind in Abbildung 3 prozentual für 1m<sup>2</sup> Konstruktion der UNIGLAS Facade dargestellt:

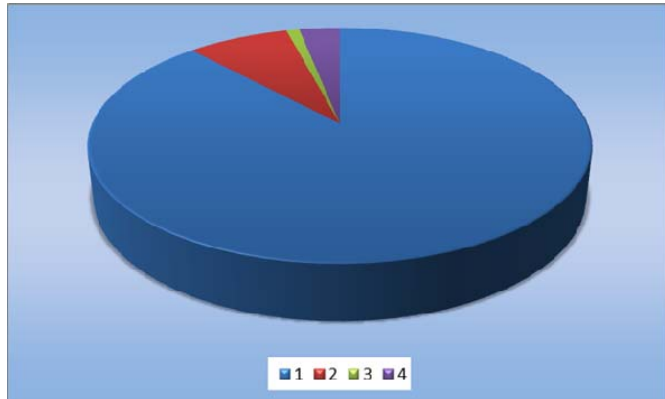


Abbildung 3

Nr.	Material	Masse in %
1	Holz	88
2	Dichtungsmaterial	8
3	Befestigungsmittel	1
4	Konstruktionsmaterial	3

Tabelle 2

### 3.2.6 Weitere relevante Hintergrunddaten

Für den Strommix wurde der Strommix Deutschland angesetzt.

### 3.3 Abschneideregeln für die anfängliche Einbeziehung von Inputs und Outputs

Es wurden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung, d.h. alle eingesetzten Ausgangs- und Hilfsstoffe, die eingesetzte thermische Energie sowie der Stromverbrauch berücksichtigt. Die Grenzen beschränken sich jedoch auf die produktionsrelevanten Daten. Gebäude- bzw. Anlagenteile, die nicht für die Produktherstellung relevant sind, wurden ausgeschlossen.

Die Transportwege für die Anlieferung des Zubehörs wurden ebenfalls ausgeschlossen, da diese aufgrund der Vielzahl an Einzelteilen sehr aufwendig zu erfassen sind.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Summe der vernachlässigten Prozesse pro Lebenszyklusstadium 5 Prozent nicht übersteigt. Für die Berechnung der Ökobilanz wurden auch Stoff- und Energieströme kleiner 1 Prozent berücksichtigt.

### **3.3.1 Liste der ausgeschlossenen Prozesse**

Bei der Bilanzierung von Konstruktion der UNIGLAS® FACADE wurden keine Prozesse ausgeschlossen.

## **4 Sachbilanz**

### **4.1 Quantitative Beschreibung der Prozessmodule**

Die einzelnen Prozessmodule können nicht quantifiziert werden, da keine Daten für diese vorliegen. Das Produktionsfließbild der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE ist in Kapitel 3.2.3 dargestellt.

### **4.2 Generische Daten**

Siehe Kapitel 3.2.4

Es wird keine Haftung für die Aktualität der Datengrundlage und für die auf dieser Grundlage erstellten Ökobilanz übernommen.

### **4.3 Datenqualität und Datenlücken**

Die spezifischen Daten stammen ausschließlich aus dem Geschäftsjahr 2014. Diese wurden durch ein repräsentatives Projekt erfasst. Die Daten wurden durch das ift auf Validität geprüft.

Datenlücken wurden entweder durch vergleichbare Daten ersetzt oder durch Verringerung der Systemgrenze abgeschnitten.

Generische Daten stammen aus der Professional Datenbank und Baustoff Datenbank der Software GaBi 6. Beide Datenbanken wurden zuletzt 2015 aktualisiert. Ältere Daten stammen ebenfalls aus dieser Datenbank und sind nicht älter als vier Jahre. Es wurden keine weiteren generischen Daten für die Berechnung verwendet.

### **4.4 Allokation von Co-Produkten**

Bei der Produktherstellung treten keine Allokationen auf.

## 5 Wirkungsabschätzung

### 5.1 Verfahren der Wirkungsabschätzung

Die Wirkungsabschätzung wird für die folgenden Wirkungskategorien durchgeführt. Es werden die Charakterisierungsfaktoren des ELCD (European Reference Life Cycle Database) genutzt. Die Charakterisierungsfaktoren für den Verbrauch von abiotischen Ressourcen werden von CML (Institute of Environmental Sciences Faculty of Science Universität Leiden, Niederlande) übernommen

- Treibhauspotenzial (GWP 100)
- Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)
- Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)
- Eutrophierungspotenzial (EP)
- Potenzial für die Bildung von troposphärischem Ozon (POCP)
- Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen - nicht fossile Ressourcen (ADP - Stoffe)
- Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen - fossile Brennstoffe. (ADP – fossile Energieträger.)

### 5.2 Verhältnis der Wirkungsabschätzung zur Sachbilanz

Eine Normierung der Ergebnisse wird nicht durchgeführt, da dies zu missverständlichen Aussagen führen kann.

### 5.3 Charakterisierungsmodelle, Faktoren und Methoden

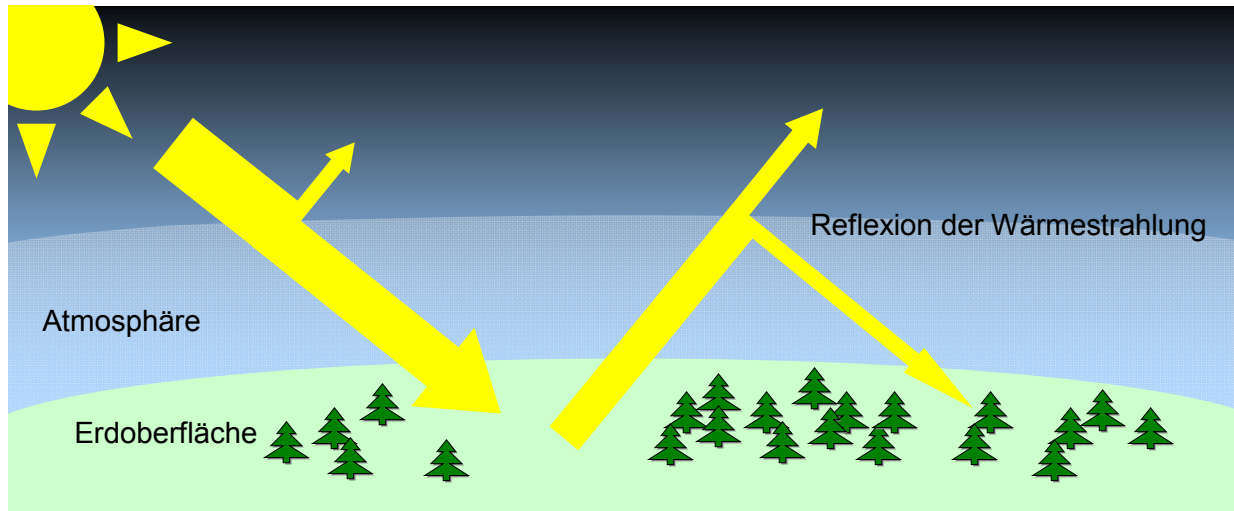
Die Charakterisierungsfaktoren werden zwar über die GaBi-Software berechnet. Dennoch wird im Folgenden dargestellt, wie diese Faktoren gewählt und berechnet werden. Bei den Umweltwirkungen wird Bezug auf Fachliteratur [4] genommen.

#### 5.3.1 Treibhauspotenzial

Durch den Treibhauseffekt ist die mittlere Oberflächentemperatur der Erde rund 33 Kelvin höher als ohne diesen Effekt. Langwellige, von der Sonne ausgehende Wärmestrahlung trifft dabei auf die Erdoberfläche und wird von dieser als kurzwellige Strahlung reflektiert. Durch die Atmosphäre wird ein Teil dieser Wärmestrahlung erneut reflektiert und verlässt die Atmosphäre nicht wieder. Dadurch kommt es zu einem Temperaturanstieg. Dazu tragen vor allem die Spurengase Kohlendioxid und Wasserdampf bei. Weitere klimarelevante Gase sind beispielsweise Methan, Ozon oder auch synthetische Chemikalien, die persistent sind und ebenfalls zum Treibhauseffekt beitragen können.



**Abbildung 4:** Treibhauspotenzial



**Abbildung 5:** Treibhauseffekt

Neben dem natürlichen Treibhauseffekt tragen verschiedene Faktoren zum anthropogenen, also durch den Menschen verursachten Treibhauseffekt bei. Diese Faktoren sind beispielsweise Verbrennung verschiedener Energieträger, Viehzucht, Herstellung unterschiedlichster Produkte ohne Abgasreinigung usw.

Als Wirkungsindikator gilt die Verstärkung der Infrarotstrahlung ( $W/m^2$ ), also der Strahlung im Bereich von 10 bis 15  $\mu m$ . Dadurch kommt es zu einer Erhöhung der Temperatur im erdnahen Raum; auch globale Erwärmung genannt. Dies führt in weiterer Folge zu längeren Trockenperioden, Korallensterben, oder auch zum Abschmelzen der Gletscher als mögliche Wirkungsendpunkte. Durch das Treibhauspotenzial können die relevanten Emissionen bzw. Spurengase abgewogen und gewichtet aufaddiert werden. Die Gewichtung erfolgt bezogen auf 1 kg Kohlendioxid. So entspricht Methan beispielsweise 25 kg Kohlendioxid. Da die Lebensdauer der einzelnen treibhausrelevanten Gase unterschiedlich ist, wird der Zeithorizont auf 100 Jahre gesetzt. Methan hat eine mittlere Lebensdauer von 12 Jahren. Dementsprechend kann Methan bis zu 12 Jahren in der Atmosphäre verbleiben und Schäden anrichten. In die Ökobilanz geht kein Kohlendioxid aus probiotischen bzw. biologischen Quellen mit ein, da dieser Beitrag erst vor relativ kurzer Zeit aus der Atmosphäre entnommen wurde und bei der Verbrennung oder beim aeroben Abbau nach relativ kurzer Zeit wieder in diese zurückgegeben wird.

### **Charakterisierung:**

Die Gesamtmenge pro funktionelle Einheit ergibt sich durch Aufsummierung der einzelnen  $CO_2$  Äquivalente, die durch Multiplikation der Treibhausgasfracht ( $m_i$  pro funktionelle Einheit) aus der Sachbilanz mit dem jeweiligen GWP berechnet werden:

$$GWP = \sum_i (m_i \times GWP_i) \text{ in kg } CO_2 \text{ Äquivalent}$$

Dabei entspricht  $GWP_i$  dem Treibhauspotenzial der einzelnen klimarelevanten Gase und  $m_i$  der Fracht der an dem Treibhauseffekt beteiligten Gase pro funktionelle Einheit.

### 5.3.2 Abiotischer Ressourcenverbrauch

Bei abiotischen Ressourcen handelt es sich um Ressourcen, die nicht organisch sind; also beispielsweise Wasser, Luft, verschiedene mineralische Rohstoffe und Erze oder auch fossile Brennstoffe.

Der Wirkungsindikator ist die Verknappung von Rohstoffen. Dies gilt für alle genannten Ressourcen. So kann beispielsweise eine Verknappung von Wasser in bestimmten Gebieten zu einer Austrocknung der Böden führen.

Beim abiotischen Ressourcenverbrauch (ADP) wird unterschieden in ADP fossil Abbildung 6 und ADP elements Abbildung 7. Fossile Stoffe sind beispielsweise Kohle, Erdöl oder Erdgas. Abiotische Elemente sind beispielsweise Silizium, Calcium oder Kupfer.

#### Charakterisierung:

Die Verknappung abiotischer Ressourcen ist die Summe des Verbrauchs bezogen auf die funktionelle Einheit dividiert durch die statistische Reichweite der einzelnen Ressourcen.

Die statistische Reichweite berechnet sich dabei folgendermaßen:

$$\text{statistische Reichweite} = \frac{\text{Weltreserven}}{\text{Weltjahresverbrauch}} \text{ in Jahren}$$

Hierbei werden die zahlreichen statistischen Werte verwendet, wie beispielsweise von BP oder dem USGS. Allerdings sind die statistischen Werte nur Schätzungen, da nicht zwangsläufig alle Reserven der Rohstoffe bekannt sind.

Um nun die Verknappung abiotischer Ressourcen berechnen zu können, wird folgende Formel verwendet:

$$\text{Verknappung abiotischer Ressourcen}_i = \frac{\sum_i \text{Verbrauch}_i}{\text{statistische Reichweite}_i} \text{ in } \frac{\text{kg}}{\text{Jahr}}$$

Dabei beschreibt die statistische Reichweite die Zeit bis zum völligen Abbau der Ressourcen, wie oben beschrieben.

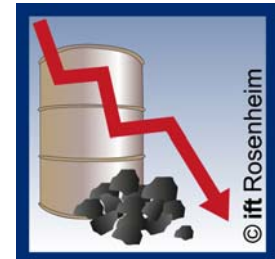


Abbildung 6: ADP fossil

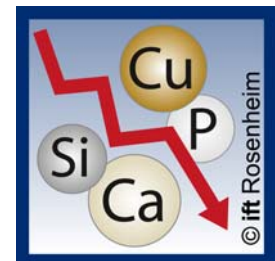


Abbildung 7: ADP elements

### 5.3.3 Versauerungspotenzial

Die Versauerung kann vor allem direkte Wirkungen auf Gewässer, Wälder und Böden haben. Dazu trägt beispielsweise saurer Regen bei, der einen geringen pH-Wert hat und somit Flora und Fauna angreift.

Zur Versauerung tragen beispielsweise ungereinigte Abgase aus Industrieanlagen oder Dünger in der Landwirtschaft bei. Diese sind u.a. Schwefeldioxid, Ammoniak, Photooxidantien oder Stickoxide.

Als Wirkungsindikator gilt die Freisetzung von Protonen ( $H^+_{aq}$ ) zur Berechnung von Versauerungsäquivalenten. Sehr schwache Säuren (inkl. organische Säuren) werden hierbei nicht mit berücksichtigt.

#### Charakterisierung:

Berechnet wird das Versauerungspotenzial anhand folgender Gleichung:

$$\text{Versauerungspotenzial} = \sum_i (m_i \times AP_i) \text{ in kg SO}_2 \text{ Äquivalent}$$

Dabei entspricht  $AP_i$  dem Versauerungspotenzial der einzelnen Stoffe und  $m_i$  der Fracht der an der Versauerung beteiligten Stoffe pro funktionelle Einheit.

### 5.3.4 Ozonabbaupotenzial

Die Ozonschicht befindet sich in einer Höhe von 15 bis 50 km und ist damit vor allem Bestandteil der Stratosphäre. Sie hindert kurzwellige Strahlung (290 bis 300 nm) daran, auf die Erdoberfläche zu gelangen. Zur Bildung, aber auch zur Zersetzung trägt energiereiche UV-Strahlung bei.

Durch bestimmte Verbindungen wie beispielsweise Methylchlorid oder einige Halone, kann es zum Ozonabbau bzw. zu einer Abnahme der Ozonkonzentration kommen. Dieser Effekt wird umgangssprachlich auch als „Ozonloch“-Bildung bezeichnet. Dazu tragen vor allem heterogene, katalysierte Reaktionen an stark sauren Aerosolpartikeln bei extrem niedrigen Temperaturen bei. Diese treten vor allem in der Antarktisregion der Südhalbkugel auf.

Die meisten dieser Verbindungen sind heutzutage jedoch verboten. Dennoch werden sie in der Ökobilanz berücksichtigt, da sie zum Teil eine sehr hohe Lebensdauer besitzen. Meist entstehen ozonschichtzerstörende Stoffe in Vorketten, wie beispielsweise bei der Rohölgewinnung.

Als Wirkungsindikator gilt die Bildung von Chlor- und Bromatomen durch Photolyse flüchtiger persistenter Verbindungen in der Stratosphäre. Der Wirkungsindikator ist sowohl zeitlich, als auch räumlich begrenzt. Durch das Ozonabbaupotenzial können die ozonschädlichen Aktivitäten der Verbindungen quantifiziert werden.



Abbildung 8: Versauerungspotenzial



Abbildung 9: Ozonabbaupotenzial



### Charakterisierung:

Die Charakterisierung des Ozonabbaupotenzials ist analog zum Treibhauspotenzial:

$$ODP = \sum_i (m_i \times ODP_i) \text{ in kg CFC-11 Äquivalent}$$

Dabei entspricht  $ODP_i$  dem Ozonabbaupotenzial der einzelnen Gase und  $m_i$  der Fracht der an der Ozonbildung beteiligten Gase pro funktionelle Einheit.

### 5.3.5 Eutrophierungspotenzial

Eutrophierung ist eine Überdüngung durch Nährstoffe. Eine Eutrophierung z.B. durch Nitrat oder Phosphat führt zum vermehrten Pflanzenwachstum. Dies hat vor allem in Seen negative Auswirkungen, da durch ein vermehrtes Algenwachstum auch vermehrt Biomasse entsteht. Die Biomasse, die abstirbt, sedimentiert zu Boden. Durch den Abbau der Biomasse, der einen hohen Sauerstoffverbrauch zur Folge hat, entstehen anaerobe Bereiche. Durch anaerobe Bakterien werden anschließend bei der Zersetzung der Biomasse giftige Stoffe, wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak oder Methan gebildet. Somit kommt es zum Umkippen der Seen und als Folge zum Sterben der Lebewesen in diesen [6].



Abbildung 10: Eutrophierungspotenzial

Der Eintrag in Gewässer kann sowohl über Wasser (Grundwasser), als auch über Luftwege erfolgen. In landwirtschaftlichen Gebieten, in denen stark gedüngt wird, gelangen Düngemittel in Grundwasser und damit auch in Seen und Flüssen. Es gibt aber auch Luftemissionen, die Auswirkungen auf ein Ökosystem haben können.

Hauptsächlich tragen Phosphate und Nitrate zur Eutrophierung bei.

Der Wirkungsindikator ist die Eutrophierung von Gewässern durch Nährstoffe. Dabei ist ein Nährstoffverhältnis von Kohlenstoff:Stickstoff:Phosphat von 100:5:1 [1] optimal. Sollte dieses Verhältnis aufgrund eines übermäßigen Eintrages gestört werden, so ist mit Problemen in den Gewässern zu rechnen.

Weiterhin wird wie bereits beschrieben die Anreicherung von Emissionen in Luft als Wirkungsindikator berechnet.

### Charakterisierung:

Anhand der folgenden Gleichung wird das Eutrophierungspotenzial sowohl für terrestrische als auch aquatische Einträge berechnet:

$$EP = \sum_i (m_i \times EP_i) \text{ in kg PO}_4^{3-} \text{ Äquivalent pro kg}$$

Dabei entspricht  $EP_i$  dem Eutrophierungspotenzial der einzelnen Substanzen und  $m_i$  der Fracht der an der Eutrophierung beteiligten Substanzen pro funktionelle Einheit.

### 5.3.6 Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial

Als photochemischer Smog wird auch der sogenannte Sommersmog bezeichnet. Dazu kommt es durch ein hohes Verkehrsaufkommen oder auch weitere Luftemissionen und eine stabile Wetterlage mit intensiver Sonneneinstrahlung zur Bildung von photochemischem Smog. Diese Emissionen tragen zur Bildung von bodennahem Ozon bei, welches die Ursache des Sommersmogs ist. Relevante Emissionen sind beispielsweise verschiedene Alkane, Alkene, Alkine, organische Säuren oder Ketone.



**Abbildung 11:** Photochem. Oxidantienbildungspot.

nen sind beispielsweise verschiedene Alkane, Alkene, Alkine, organische Säuren oder Ketone.

Als Wirkungsindikator gilt die Bildung von Photosmog. Dies bezieht sich auf die Bildung von Ozon. Als Referenz wird das photochemische Oxidantienbildungspotenzial angenommen. Ethen ist der Referenzstoff und hat damit den Wert 1. Alle weiteren Stoffe beziehen sich auf Ethen. Neben der CML-Methode gibt es noch weitere Methoden zur Bewertung des Sommersmogs wie beispielsweise nach Derwent oder Labouze, die allerdings für die EPD irrelevant sind.

Charakterisierung:

Anhand der folgenden Gleichung wird das photochemische Oxidantienbildungspotenzial berechnet:

$$POCP = \sum_i (m_i \times POCP_i) \text{ in kg Ethen Äquivalent pro kg}$$

Dabei entspricht  $POCP_i$  dem photochemischen Oxidantienbildungspotenzial der einzelnen Substanzen und  $m_i$  der Fracht der an der Smogbildung beteiligten Substanzen pro funktionelle Einheit.

**Die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung stellen relative Aussagen dar. Sie sind keine Voraussagen von Auswirkungen auf Wirkungsendpunkte, die zu Überschreitungen von Grenzwerten führen, und ermöglichen keine Aussage zu Sicherheitsabständen oder Risiken.**

## **6 Ökobilanzinterpretation**

### **6.1 Lebenszyklusszenarien für die Konstruktion der UNIGLAS® FACADE**

Die Berechnung der Szenarien wurde unter Berücksichtigung einer Nutzungsdauer von 30 Jahren vorgenommen. Außerdem wurde als Grundlage der Szenarien das Forschungsvorhaben „EPDs für transparente Bauelemente“ herangezogen [3].

Die jeweils gewählten Szenarien sind Fett markiert.

## A4 Transport

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
A4	Direktanlieferung auf Baustelle/Niederlassung	40 t LKW Euro 4, 80 Prozent ausgelastet, ca. 100 km auf Baustelle im Inland und mit 10 Prozent Beladung zurück Gewicht: 21,3 kg Die Lieferung des Glases ist nicht Teil der Betrachtung.

Die Umweltwirkungen sind der Gesamttabelle zu entnehmen.

## A5 Bau/Einbau

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
A5	kleiner Hebewagen/ Hebebühne	Für die Installation der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE wird eine kleine Hebebühne bzw. ein Hebewagen sowie ein Vakuumsauger und Akkuschauber benötigt.

Die entsprechenden Umweltwirkungen für den Einbau der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE sind auf Gebäudeebene zu betrachten.

## B1 Nutzung

Siehe Kapitel 5 Emissionen an die Umwelt. Die Emissionen können nicht quantifiziert werden.

## B2 Instandhaltung (nicht relevant)

### B2.1 Reinigung (nicht relevant)

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
B2.1	selten manuell	Manuell mit geeigneten Reinigungsmitteln, jährlich

Hilfsstoffe, Betriebsstoffe, der Energieeinsatz und Abfallstoffe sowie Transportwege während der Reinigung können vernachlässigt werden.

### B2.2 Wartung (nicht relevant)

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
B2.2	normale Beanspruchung	jährliche Sichtprüfung, ggf. Wetterfugen instand setzen

Hilfsstoffe, Betriebsstoffe und Abfallstoffe sowie Transportwege während der Wartung können vernachlässigt werden. Süßwasser und Energie fallen bei der Instandhaltung nicht an.

### B3 Reparatur (nicht relevant)

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
B3.1	normale Beanspruchung	Siehe Wartung B2.2

\*Annahmen zur Bewertung möglicher Umweltwirkungen; Aussagen enthalten keine Garantiezusage oder Gewährleistung von Eigenschaften.

Aktuelle Angabe sind der entsprechenden Anleitung für Montage, Betrieb und Wartung für UNIGLAS® FACADE auf [www.uniglas.de](http://www.uniglas.de) zu entnehmen.

Die Referenz-Nutzungsdauer der Konstruktion der UniGlas Facade wird mit 30 Jahren gemäß der EPD Mehrscheibenisoliervlas entsprechend der Tabelle „Nutzungsdauern von Bauteilen“ des Informationsportals Nachhaltiges Bauen – Baustoff- und Gebäudedaten – „mittlerer Wert“) angegeben. Für das Szenario B3 werden die jeweiligen Komponenten der Bauteile bilanziert, deren Nutzungsdauer kleiner als der Betrachtungszeitraum von 30 Jahren ist.

Hilfsstoffe, Betriebsstoffe, Abfallstoffe, Süßwasserressourcen, Materialverluste, Transportwege und der Energieeinsatz während der Instandhaltung können vernachlässigt werden.

### B4 Ersatz (nicht relevant)

Bei der hier angesetzten Nutzungsdauer von 30 Jahren ist kein Ersatz vorgesehen.

Aktuelle Angabe sind der entsprechenden Anleitung für Montage, Betrieb und Wartung für UNIGLAS® FACADE auf [www.uniglas.de](http://www.uniglas.de) zu entnehmen.

Die Referenz-Nutzungsdauer der UNIGLAS® FACADE wird mit 30 Jahren gemäß der Tabelle „Nutzungsdauern von Bauteilen“ des Informationsportals Nachhaltiges Bauen – Baustoff- und Gebäudedaten – „mittlerer Wert“) angegeben.

### B5 Umbau/Erneuerung (nicht relevant)

Es ist kein Umbau/Erneuerung der Konstruktion der UNIGLAS® FACADE vorgesehen.

### B6 Betrieblicher Energieeinsatz (nicht relevant)

Kein Energieverbrauch bei bestimmungsgemäßigem Betrieb.

### B7 Betrieblicher Wassereinsatz (nicht relevant)

Kein Wasserverbrauch bei bestimmungsgemäßigem Betrieb. Wasserverbrauch für Reinigung wird in Modul B2.1 angegeben.

Es entstehen keine Transportaufwendungen beim Wassereinsatz im Gebäude. Hilfsstoffe, Betriebsstoffe, Abfallstoffe und sonstige Szenarien können vernachlässigt werden.

## C1 Ausbau

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
C1	Ausbau	Konstruktion der UNIGLAS® FACADE , 95 % Rückbau  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
C2	Transport	Transport zur Sammelstelle mit 40-t-LKW, 80 % – ausgelastet 50 km

Die Umweltwirkungen sind der Gesamttabelle zu entnehmen.

## C3 Abfallbewirtschaftung

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
C3	UNIGLAS®   FACADE	Rückführung restlicher Metalle (90%), thermische Verwertung Holz in MVA,

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
Sammelverfahren, getrennt gesammelt	kg	21,3
Sammelverfahren, als gemischter Bauabfall gesammelt	kg	-
Rückholverfahren, zur Wiederverwendung	kg	-
Rückholverfahren, zum Recycling	kg	0,76
Rückholverfahren, zur Energierückgewinnung	kg	16,9
Beseitigung	kg	2,59
Annahmen für die Szenarientwicklung, z.B. für den Transport	sinnvolle Einheiten	-

#### C4 Deponierung

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

#### D Vorteile und Belastungen außerhalb der Systemgrenzen

Nr.	Nutzungsszenario	Beschreibung
D	Recyclingpotenzial	Gutschriften aus MVA: Strom ersetzt Strommix Deutschland; thermische Energie ersetzt thermische Energie aus Erdgas.



## 6.2 Ergebnisse

Die folgenden Tabellen zeigen die Ökobilanzergebnisse für Konstruktion der UNIGLAS® FACADE über den gesamten Lebenszyklus (cradle to grave) auf. Die entsprechenden GaBi-Modell zur Berechnung der Umweltwirkungen sind im Anhang dargestellt.

Bei Holzprodukten verdient der GWP eine gesonderte Betrachtung, da in der Wachstumsphase (Modul A1) CO<sub>2</sub> im Holz gebunden wird, dies wird in Modul D wieder an die Umwelt abgegeben. Hier spiegelt sich im Wesentlichen das BSH sowie die Koppelleiste wieder.

In Szenario C4 sind nur marginale Aufwendungen für die physikalische Vorbehandlung und des Deponiebetriebes zu erwarten. Die Zuordnung zu den einzelnen Produkten ist im Falle der Deponierung nahezu nicht möglich.

Das Glas der Fassade ist nicht Teil dieser Betrachtung, hierzu sollte die EPD Mehrscheiben-isolierglas herangezogen werden.

## Ergebnisse pro m<sup>2</sup> Konstruktion der UNIGLAS<sup>®</sup> FACADE

Umweltwirkungen	Einheit	A1–A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Treibhauspotenzial (GWP)	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	-11,4	0,101	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0,0504	30,9	-	-12,6
Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	kg R11-Äqv.	1,21E-06	4,14E-13	-	-	4,67E-12	-	-	-	-	-	-	2,07E-13	2,58E-010	-	-7,64E-10
Versauerungspotenzial von Boden und Wasser (AP)	kg SO <sub>2</sub> -Äqv.	0,0757	4,48E-04	-	-	2,67E-05	-	-	-	-	-	-	2,24E-04	0,00123	-	-0,0153
Eutrophierungspotenzial (EP)	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -Äqv.	9,64E-03	1,14E-04	-	-	5,47E-06	-	-	-	-	-	-	5,68E-05	0,00101	-	-2,04E-03
Potenzial für die Bildung von troposphärischem Ozon (POCP)	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -Äqv.	0,0158	-1,50E-04	-	-	2,66E-06	-	-	-	-	-	-	-7,51E-05	-0,000186	-	-1,77E-03
Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen - nicht fossile Ressourcen (ADP - Stoffe)	kg Sb-Äqv.	7,29E-04	3,95E-09	-	-	1,06E-07	-	-	-	-	-	-	1,98E-09	5,71E-007	-	-1,83E-06
Potenzial für die Verknappung von abiotischen Ressourcen - fossile Brennstoffe (ADP - fossile Energieträger)	MJ	306	1,39	-	-	0,18	-	-	-	-	-	-	0,694	8,95	-	-166
Ressourceneinsatz	Einheit	A1–A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Einsatz erneuerbarer Primärenergie – ohne die erneuerbaren Primärenergieträger, die als Rohstoffe verwendet werden	MJ	399	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einsatz der als Rohstoff verwendeten, erneuerbaren Primärenergieträger (stoffliche Nutzung)	MJ	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamteinsatz erneuerbarer Primärenergie (Primärenergie und die als Rohstoff verwendeten erneuerbaren Primärenergieträger) (energetische + stoffliche Nutzung)	MJ	399	0,0778	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-	0,0389	5,66	-	-25
Einsatz nicht erneuerbarer Primärenergie ohne die als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger	MJ	335	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Einsatz der als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger (stoffliche Nutzung)	MJ	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamteinsatz nicht erneuerbarer Primärenergie (Primärenergie und die als Rohstoff verwendeten nicht erneuerbaren Primärenergieträger) (energetische + stoffliche Nutzung)	MJ	335	1,39	-	-	0,18	-	-	-	-	-	-	0,697	15	-	-190
Einsatz von Sekundärstoffen	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
Einsatz von erneuerbaren Sekundärbrennstoffen	MJ	-	-	-	-	2,73E-05	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
Einsatz von nicht erneuerbaren Sekundärbrennstoffen	MJ	-	-	-	-	2,85E-04	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
Nettoeinsatz von Süßwasserressourcen	m <sup>3</sup>	0,0909	1,36E-04	-	-	2,19E-02	-	-	-	-	-	-	6,82E-05	0,0784	-	-0,0272



Die Berechnung der Szenarien wurde unter Berücksichtigung einer Nutzungsdauer von 30 Jahren vorgenommen. Außerdem wurde als Grundlage der Szenarien das Forschungsvorhaben „EPDs für transparente Bauelemente“ herangezogen [3].

Die jeweils gewählten Szenarien sind Fett markiert.

Eine Produkt- bzw. Prozessoptimierung war nicht Inhalt der Ökobilanz. Allerdings können auf Anfrage die Einzelergebnisse vom **ift** bezogen werden, anhand derer erkennbar ist, wo beispielsweise die meiste Energie verbraucht wird, die häufigsten Materialien verwendet werden oder die größten Umweltwirkungen anfallen.

Um die zukünftige Revision der Daten zu erleichtern, wird empfohlen, Daten kontinuierlich weiter zu sammeln. Die eingesetzten Rohstoffe und Vorprodukte waren vorbildlich aufgeführt. Es wird zur weiteren Optimierung empfohlen, die übergeordneten Ressourcen, wie bspw. Strom, Öl, Gas genauer zu ermitteln und auf die jeweiligen Produktionsprozesse aufzuteilen.

Die Ökobilanz ist als Basis der EPD UNIGLAS® FACADE erstellt worden und für die Gebäudezertifizierung uneingeschränkt nutzbar. Das Glas der Fassade war nicht Teil der Betrachtung, hierfür wird auf die EPD Mehrscheibenisoliertglas verwiesen.

### **6.3 Weitere Informationen**

Die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung stellen relative Aussagen dar und sind keine Voraussagen von Auswirkungen auf Wirkungsendpunkte, die zu Überschreitungen von Grenzwerten führen und ermöglichen keine Aussage zu Sicherheitsabständen oder zu Risiken.

Die Ökobilanzergebnisse können sowohl für eine B2B-Kommunikation gemäß EN 15942 verwendet werden. Die Ergebnisse sollen primär für die Gebäudeauditoren der Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme dienlich sein. Weitere Nutzergruppen, wie beispielsweise Bewohner, Architekten, Planer oder auch Konsumenten können die EPD vor allem zur Information nutzen.

**Da dieser Bericht vertrauliche Informationen enthält, sollte von einer Veröffentlichung abgesehen werden.**

## 7 Zusammenfassung

Durch die Ökobilanz konnte aufgezeigt werden, wie sich die Konstruktion der UNIGLAS® FACADE auf die Umwelt auswirkt. Dabei wurden verschiedene Umweltwirkungen, wie beispielsweise das Treibhauspotenzial, das Eutrophierungspotenzial oder das Versauerungspotenzial berechnet und dargestellt. Die erhobenen Daten lagen in einer guten Qualität vor. Eine kontinuierliche Datensammlung ist empfehlenswert. Auch aus dem Gesichtspunkt der Gültigkeit der Ökobilanz von fünf Jahren.

Bei der Ökobilanzberechnung wurde der gesamte Lebenszyklus (cradle to grave); also von der Wiege bis zur Bahre abgebildet. Dieser entspricht den Anforderungen der EN 15804.

Das Ziel zur Darstellung der relevanten Umweltwirkungen gemäß DIN ISO 14025 und EN 15804 konnte mit der berechneten Ökobilanz nach ISO 14040 und ISO 14044 für die Konstruktion der UNIGLAS® FACADE erreicht werden.

Die Verwendung der Umweltwirkungen für die Umweltproduktdeklarationen und zur Gebäudezertifizierung ist damit gegeben.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Dipl.-Ing. Winkler, Michael: „Praxisbericht. Laboranalytik & Prozess-Messtechnik Abwasserreinigung Nährstoffe“. In: Hach Lange, United for Water Quality. Mainz.
- [2] Klöpffer, W., Grahl, B.: „Ökobilanz (LCA), ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf“. Weinheim: Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009.
- [3] Wasser-Wissen: Eutrophierung: <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/e/eutrophierung.htm>, 23.11.10
- [3] Forschungsvorhaben „EPDs für transparente Bauelemente“, ift Rosenheim, 2011
- [4] hebrochemie GmbH: „I069-W21 hebro®prenol 440“. Sicherheitsdatenblatt. Mönchengladbach, 2011.
- [5] Umweltbundesamt: „Erneuerbarer Energieanteil Deutschland“, <http://www.umweltbundesamt.de/energie/grafik/erneuerbare1.png>, 07.11.2011

Verweise entsprechend EN 15804:

- [6] EN 15242, Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration
- [7] EN 15243, Lüftung von Gebäuden — Berechnung der Raumtemperaturen, der Last und Energie von Gebäuden mit Klimaanlage
- [8] EN 15603, Energieeffizienz von Gebäuden — Gesamtenergiebedarf und Festlegung der Energiekennwerte
- [9] CEN/TR 15615, Explanation of the general relationship between various European standards and the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) — Umbrella Document
- [10] EN 15643-1:2010, Nachhaltigkeit von Bauwerken — Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden — Teil 1: Allgemeine Rahmenbedingungen
- [11] EN 15643-2, Nachhaltigkeit von Bauwerken — Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden — Teil 2: Rahmenbedingungen für die Bewertung der umweltbezogenen Qualität
- [12] prEN 15643-3, Nachhaltigkeit von Bauwerken — Integrierte Bewertung der Qualität von Gebäuden — Teil 3: Rahmenbedingungen für die Bewertung der sozialen Qualität
- [13] EN ISO 14024:2000, Umweltkennzeichnungen und -deklarationen — Umweltkennzeichnung Typ I — Grundsätze und Verfahren (ISO 14024:1999)
- [14] EN ISO 14040:2006, Umweltmanagement — Ökobilanz — Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006)
- [15] ISO 6707-1:2004, Building and civil engineering — Vocabulary — Part 1: General terms
- [16] ISO 15392:2008, Sustainability in building construction — General principles
- [17] ISO/TS 15686-9, Buildings and constructed assets — Service-life planning — Part 9: Guidance on assessment of service-life data
- [18] ISO 21931-1:2010, Sustainability in building construction — Framework for methods of assessment of the environmental performance of construction works — Part 1: Buildings
- [19] Europäische Richtlinie 2007/37/EG Europäische Emissionsnorm
- [20] Europäische Abfallrahmenrichtlinie: Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfall und die Aufhebung bestimmter Richtlinien

[21] Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG

[22] Leitpapier F, Dauerhaftigkeit und die Bauproduktenrichtlinie

[23] EUROSTAT 2001

[24] Europäische Lebenszyklus-Datenbank <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/index.vm>

# Anhang A: GaBi-Modell

UniGlasFassade  
GaBi Prozesskettenelemente  
Es werden die Namen der Basisprozesse angezeigt.

