

UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

Deklarationsinhaber	Vector Foiltec GmbH; Nowofol Kunststoffprodukte GmbH; Dyneon GmbH
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-DVN-20140043-IBE1-DE
ECO EPD Ref. No.	ECO-00000022
Ausstellungsdatum	06.05.2014
Gültig bis	05.05.2019

Texlon®-System

Vector Foiltec GmbH
Nowofol Kunststoffprodukte GmbH & Co. KG
Dyneon GmbH

www.bau-umwelt.com / <https://epd-online.com>



1. Allgemeine Angaben

Vector Foiltec GmbH
Nowofol Kunststoffprodukte GmbH & Co.
KG
Dyneon GmbH

Programmhalter

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

Deklarationsnummer

EPD-DVN-20140043-IBE1-DE

Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:

ETFE Bauelement, 07.2014
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen
Sachverständigenrat)

Ausstellungsdatum

06.05.2014

Gültig bis

05.05.2019



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



Dr. Burkhard Lehmann
(Geschäftsführer IBU)

Texlon®-System

Inhaber der Deklaration

Vector Foiltec GmbH,
Steinacker 3, 28717 Bremen
Nowofol Kunststoffprodukte GmbH & Co. KG,
Breslauer Str. 15, 83313 Siegsdorf
Dyneon GmbH,
Industrieparkstr. 1, 84508 Burgkirchen

Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1 m² eines durchschnittlichen Folienkissens (Flächen-
gewicht 0,896 kg/m²) sowie den Rahmenmaterialien

Gültigkeitsbereich:

Die vorliegende EPD bezieht sich auf einzelne
Elemente von Gebäudehüllen, die aus dem Werkstoff
Ethylen-Tetrafluorethylen (ETFE) gefertigt werden. Sie
ist gültig für deutsche Produktionsstandorte. Die
Gebäudeelemente werden von der Firma Vector
Foiltec GmbH unter der Handelsmarke Texlon®
angeboten.

Die gesamte Produktkette für die Fertigung der ETFE
Gebäudehüllenelemente schließt folgende Firmen ein:

Dyneon GmbH (ETFE-Granulat)

NOWOFOL Kunststoffprodukte GmbH & Co. KG
(ETFE-Folie)

Vector Foiltec GmbH (ETFE-Folienkissen)

Folienkissen werden projektspezifisch geplant und
konfektioniert. In dieser EPD wird die Ökobilanz für ein
repräsentatives Produkt berechnet.

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

Verifizierung

Die CEN Norm /EN 15804/ dient als Kern-PCR

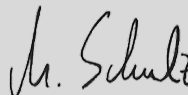
Verifizierung der EPD durch eine/n unabhängige/n
Dritte/n gemäß /ISO 14025/



intern



extern



Matthias Schulz,
Unabhängige/r Prüfer/in vom SVR bestellt

2. Produkt

2.1 Produktbeschreibung

Grundsätzlich basiert das Texlon®-System auf
folgendem Prinzip:

Pneumatisch stabilisierte Folienelemente werden in
hochwertigen Aluminiumrahmensystem mit einer
Unterkonstruktion verbunden. Je nach
bauphysikalischen, statischen oder gestalterischen
Anforderungen und Vorgaben, können die Systeme

aus 2 bis 5 Lagen ETFE-Folien (Ethylen-
Tetrafluorethylen) ausgebildet werden. Durch die
Anzahl der eingesetzten Lagen, sowie durch die Art
der Beschichtung werden U-Werte und g-Werte des
Texlon®-Systems spezifiziert. Die ETFE-Folienstärken
variieren nach statisch konstruktiver Erfordernis
zwischen 80 µm und 300 µm. Die einzelnen Lagen
werden am Rand miteinander verschweißt und über

ein Niederdruckluftsystem auf ungefähr 220 Pa (220 N/m²) stabilisiert. Die vorliegende EPD basiert auf einem typischen 3 Lagensystem mit folgendem Aufbau:

Unterfolie: 200 µm

Mittelfolie: 100 µm

Oberfolie: 200 µm

In dieser EPD wird die Ökobilanz für ein repräsentatives Produkt berechnet.

2.2 Anwendung

Texlon®-Kissen werden als Gebäudehüllenelemente sowohl für die Herstellung von Dächern als auch für komplette Fassaden eingesetzt. Das Texlon®-System ist sowohl für den Neubau als auch für den Bau im Bestand geeignet. Bekannte Beispiele für Texlon®-Lösungen sind:

- Schwimmbäder: Center Parcs in Moselle, Frankreich
- Entertainment Center: Khan Shatyr Entertainment Center in Astana, Kasachstan
- Künstliche Biosphären: Eden Project in Cornwall, Großbritannien
- Zoologische Gärten: Gondwanaland, Riesentropenhalle in Leipzig, Deutschland
- Atrien: Frankfurt Holm, Deutschland
- Passagen: Domaquaree in Berlin, Deutschland
- Stadien: Forsyth Barr Stadium in Dunedin, Neuseeland
- Flughäfen: Baufeld H in Frankfurt, Deutschland
- Krankenhäuser: Chelsea & Westminster Hospital in London, Großbritannien
- Kindergärten: Plappersnut in Wismar, Deutschland
- Schulen: Neues Gymnasium in Bochum, Deutschland
- Bürogebäude: Festo in Esslingen, Deutschland
- Ausstellungen: Mobile Chanel Pavillon in Paris, Frankreich

2.3 Technische Daten

Folgende bautechnischen Daten im Lieferzustand sind, falls für das deklarierte Produkt relevant, unter Verweis auf die Prüfnorm zu nennen.

Die angegebenen Daten beziehen sich auf eine ETFE-Folie mit einer Dicke von 200 µm.

Bautechnische Daten

Bezeichnung	Wert	Einheit
Schmelzbereich nach /ASTM D 4591-07/	265±10	°C
Flächengewicht	0,35	kg/m ²
Zugfestigkeit nach /DIN EN ISO 527-1/	> 40	N/mm ²
Spannung bei 10 % Dehnung nach /DIN EN ISO 527-1/	> 18	N/mm ²
Bruchdehnung nach /DIN EN ISO 527-1/	> 300	%
Wetterreißwiderstand nach /DIN 53363/	> 300	N/mm
Schweißnahtfestigkeit nach /DIN 527-1/	≥ 33	N/mm ²

Gesamtenergiedurchlassgrad nach /ISO 15099/ (3-Lagen ETFE 200µm/100µm/200µm)	75±5	%
Witterungsbeständigkeit nach /ISO 4892-1/ sowie /ISO 4892-2/ (3-Lagen ETFE 200µm/100µm/200µm)	keine Änderung d. mech. Werte	-

2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

Texlon®-Folienkissen gelten in Deutschland als nicht geregelte Bauprodukte im Sinne der Landesbauordnungen und benötigen für die Verwendung einen Nachweis der Brauchbarkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik Berlin oder eine Zustimmung im Einzelfall der zuständigen Baurechtsbehörde.

2.5 Lieferzustand

Obere Kenngrößen der ETFE-Kissendimensionierung aus wirtschaftlicher und technischer Sicht sind eine Länge von 40 m und eine Breite von 3,7 m. Die Kissenfläche sollte 120 m² nicht überschreiten.

2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Die wesentlichen Vorprodukte sind Nowoflon®-ET Folie, Rahmenmaterial (F16.2, u.a. Aluminium) und Dichtungsmaterialien.

Vorprodukte	Anteil in Massen-%
Nowoflon - ET Folien	12,0-24,5
ETFE-Ventil	0,03-0,04
Aluminiumrahmen	66,7-78,1
PP-Keder	0,31-0,37
Silikondichtung	3,48-9,54

Nowoflon®-ET-Folien: Bei der Nowoflon®-ET Folie handelt es sich um eine hochflexible sowie hochfeste fluorierte Copolymer-Folie. Die Folien sind für das gesamte solare Spektrum transparent. Sie können transparent, bedruckt oder auch eingefärbt sein.

ETFE-Ventile: Die Ventile sind Kleinteile aus dem gleichen Grundstoff wie die Folie (ETFE), weisen allerdings einen geringeren Reinheitsgrad auf (recycelt) und sind nicht transparent.

Aluminiumrahmen: Der Aluminiumrahmen besteht aus einem extrudierten Basiselement sowie einem Deckelprofil.

Polypropylen-Keder: Der Keder besteht aus einem polymeren flexiblen Kedertau (in der Regel mit einem Durchmesser von 8 mm).

Silikondichtung: Die Silikondichtung besteht aus einem kautschukartigen wasserfesten Silikonmaterial.

Zur Herstellung von Texlon®-Folienkissen werden keine Stoffe eingesetzt, die in der SVHC-Kandidatenliste oder im Anhang XIV der EU-Verordnung 1907/2006 /REACH/ genannt sind. Zudem werden keine Brandhemmer, Weichmacher oder Biozide eingesetzt.

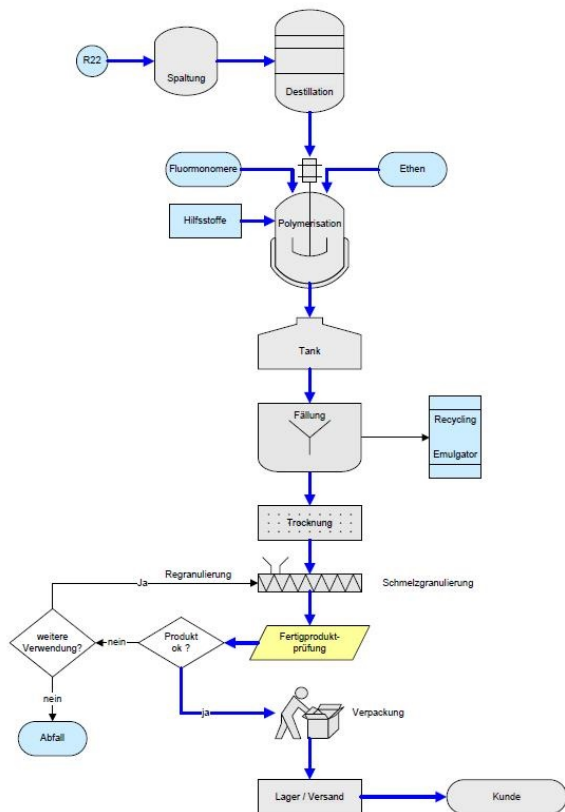
2.7 Herstellung

Herstellung ETFE-Granulat:

Rohstoffe und Monomere: Aus dem Mineral Flussspat und Erdgas wird über Zwischenstufen R22 (Chlor-di-fluormethan) hergestellt, das mit Kesselwagen angeliefert wird. Daraus werden durch thermische Umsetzung die perfluorierten Monomere wie Tetrafluorethylen (TFE), Hexafluorpropylen (HFP) und Perfluorpropylvinylether hergestellt. Diese werden durch Destillation von Nebenprodukten befreit.

Polymerisation: Die genannten Monomere werden gemeinsam mit Ethen durch eine Emulsionspolymerisation in Wasser zu einer Thermoplastdispersion umgesetzt. Nicht umgesetzte Monomere sowie Polymerisations-Hilfsmittel wie Emulgatoren werden in die Monomeranlage zurückgeführt und nach Destillation wieder eingesetzt.

Aufarbeitung: Die entgaste Thermoplastdispersion wird gefällt und das entstehende Pulver getrocknet. Da dies wegen der geringen Rieselfähigkeit schlecht verarbeitbar ist wird es vor dem Versand schmelzgranuliert. Danach erfolgt die Qualitätskontrolle, die darüber entscheidet, ob das Produkt den Kundenanforderungen entspricht.



Herstellung der Nowoflon®-ET Folien:

Die Herstellung von ETFE-Folien erfolgt über eine Flachfolienextrusion. Das Granulat wird dabei über einen Trichter dem Extruder zugeführt. Im Extruder selbst erfolgen die Aufschmelzung des Granulats sowie die Homogenisierung der Schmelze. Anschließend wird durch ein nachgeschaltetes Extrusionswerkzeug, die Breitschlitzdüse, die Kunststoffschmelze auf eine Kühlwalze (Chill-Roll) ausextrudiert und abgezogen. Im weiteren Verlauf erfolgen im Inline-Verfahren eine Dickenkontrolle der

Folie, sowie ein Randbeschnitt. Dieser Randbeschnitt wird unmittelbar zerkleinert und ebenfalls im Inline-Verfahren über den Trichter wieder dem Extrusionsprozess zugeführt. Als letzter Schritt der Folienextrusion erfolgt die Aufwicklung der Folie auf eine Papphülle.

Nicht direkt verwertbare Folienabfälle werden in einem zweiten Schritt auf einer Regenerieranlage recycelt und anschließend ebenfalls wieder zu Folie verarbeitet. Die Applikation des Recycling-Materials ist dabei stets einem sogenannten „Down-cycling“ unterworfen.

Konfektionierung der Folienkissen:

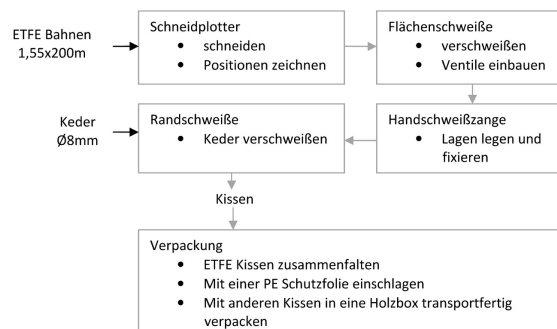
Entsprechend der konstruktiven Vorgaben werden die zu jeweils 1550 mm Breite und – abhängig von der Folienstärke – ca. 200 m Lauflänge angelieferten Bahnen abgelängt. Auf einem Schneidplotter werden die Einzelstücke für die Kissen zugeschnitten. Gleichzeitig werden die Positionen für alle weiteren zu installierenden Komponenten, wie zum Beispiel Ventile, eingezeichnet.

Die einzelnen Bahnen werden dann zu größeren Flächen verschweißt (Flächenschweiße) und die Ventile eingebaut.

Die so verschweißten Folienstücke werden passend zu jeweils zwei oder mehr Lagen übereinander gelegt und mit einer Handschweißzange fixiert. Anschließend werden im Randbereich der Kissen die Keder verschweißt und die Kissen dadurch geschlossen (Randschweiße).

Das großflächige Kissen wird zu einer Bahn von ca. 30 cm Breite und 2,5 m Länge zusammengefaltet und mit einer Schutzfolie aus Polyethylen eingeschlagen. Das Folienpaket wird dann mit jeweils drei bis sechs anderen Kissen in einer Holzkiste für den Versand vorbereitet.

Die übrigen Komponenten für das Gesamtprojekt (Aluminiumprofile, Keder, Dichtung, Schrauben) werden zusammengestellt und für den Versand verpackt.



2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Für die Herstellung werden die einschlägigen Vorkehrungen nach dem Stand der Technik getroffen.

Durch die Verarbeitung der deklarierten Produkte gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik sind bisher keine Umweltbelastungen bekannt.

Zur Eigenüberwachung existiert das Texlon®-Qualitätsmanagementsystem. Dieses richtet sich in Anlehnung an die /ISO 9001/ nach den Bestimmungen der Zulassung oder der Zustimmung im Einzelfall.

Zusätzlich zur sicherheitstechnischen Betreuung und Unterweisung sowie die Gefährdungsbeurteilung durch die Berufsgenossenschaft ist bei Vector Foiltec ein externer Berater mit der Schulung und Ausbildung der Mitarbeiter zum Thema Sicherheit und Arbeitsschutz beauftragt.

Bei Nowofol liegt das Hauptaugenmerk bzgl. Gesundheitsschutz bei der Fluoropolymerfolienherstellung bei der Beurteilung von Gasen und Dämpfen, wozu im Jahr 2011 die Ermittlung der Konzentration an Rauchen, Fluoriden und Fluorwasserstoffen sowie flüchtigen organischen Zersetzungsprodukten in der Luft am Arbeitsplatz beim Extrudieren von Fluoropolymeren durch den TÜV SÜD entsprechend der Arbeitsplatzgrenzwerte nach /TRGS 900/ veranlasst wurde. Befund der Expositionsmessung: Die Schutzmaßnahmen (Absaugungen zur Luftreinhaltung) sind ausreichend.

Dyneon ist im Rahmen des Occupational Health- und Risk-Managementsystems (Ohris) mit der Registrierungsnummer 09-00015 zertifiziert /OHRIS 2009/.

2.9 Produktverarbeitung/Installation

Vor Installation der Dachflächen ist eine Gefährdungsbeurteilung nach /§5 Arbeitsschutzgesetz/ArbSchG §5/ zu erstellen:

- a Umfeld bezogene Gefahren
 - Mechanische Gefährdung
 - Elektrische Gefährdung
 - Gefahrstoffe
 - Biologische Gefährdung
 - Brand- und Explosionsgefährdung
 - Thermische Gefährdung
 - Gefährdung durch spezielle physikalische Einwirkung
 - Gefährdung/Belastung durch Arbeitsumgebungsbedingungen
 - Physische Belastungen
 - Sonstige Gefährdungen/Belastungen
 - Psychische Belastungen

b Planung der Zugangstechnologie

c Baustellenbezogene Unterweisung

Im absturzgefährdeten Bereich arbeitet das ausgebildete Personal mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA) und aufgebauten Arbeits- und Sicherungssleistrecken. Für den Fall eines Absturzes von Werkzeugen und Materialteilen werden die Gefährdungsbereiche unterhalb der Montagestellen gesichert.

2.10 Verpackung

Die Verpackungsmaterialien (Holzkisten, PE-Folien) werden thermisch verwertet. Die anfallenden Abfälle können den folgenden Abfallschlüsseln /AVV 2012/ zugeordnet werden:

15 01 06: gemischte Verpackungen
15 01 03: Holz

15 01 01: Papier und Pappe
17 09 04: gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01 bis 17 09 03 fallen
20 03 01: gemischte Siedlungsabfälle

2.11 Nutzungszustand

Es sind keine signifikanten Änderungen der Produkteigenschaften während der Nutzung zu erwarten. Um Schwankungen des Kisseninnendrucks aufgrund sich ändernder äußerer Bedingungen (Temperatur, Winddruck-/Windsoglasten) zu kompensieren, werden die Folienkissen je nach Dachgröße über eine oder mehrere Gebläsestationen kontinuierlich versorgt. Die Gebläsestationen werden über einen Drucksensor gesteuert. Der Kisseninnendruck wird in einem Bereich zwischen 180 Pa und 250 Pa gehalten. Im Mittel wird für eine Dachfläche von 1000 m² eine Leistung von 60 W benötigt.

Für definierte Luftkonditionen kann zusätzlich ein Trockner eingesetzt werden.

2.12 Umwelt & Gesundheit während der Nutzung

Entsprechend des in Kapitel 7 aufgeführten Nachweises liegen die Emissionen in die Luft während der Nutzungsphase unterhalb der Grenzwerte nach /AgBB/-Schema.

2.13 Referenz-Nutzungsdauer

Die gewährleistete Nutzungsdauer beträgt im Durchschnitt 25 Jahre (bis 50 J. möglich).

2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

Brand

Brandverhalten

Entsprechend /EN 13501 – 1/ ist Nowoflon®-ET Folie folgendermaßen spezifiziert:

Brandschutz

Bezeichnung	Wert
Baustoffklasse	B
Brennendes Abtropfen	d0
Rauchgasentwicklung	s1

Wasser

Nowoflon®-ET Folie wird durch Wasser nicht angegriffen.

Mechanische Zerstörung

Die Folien bzw. Folienkissen sind aufgrund ihres außergewöhnlichen Dehnungsverhaltens äußerst resistent gegen äußere Druck- und Zugbelastungen. Bei Feuer, Explosionen oder auch extremem Hagelschlag erweist sich das System als sehr fehlertolerant und folgeschadensicher. Die Kissen können allerdings durch direkten mechanischen Einfluss mit scharfen oder spitzen Gegenständen beschädigt werden. Dabei führt selbst eine komplette Zerstörung der äußeren Folienlage bei einem 3-Lagensystem nicht zum Systemversagen, da ein dann 2-lagiges System erhalten bleibt und innen liegende Räume weiterhin gegen Umwelteinflüsse geschützt sind.

Kleinere Beschädigungen können anhand Texlon® Tape auch ohne großen Aufwand repariert werden.

2.15 Nachnutzungsphase

Aluminiumdeckel- und Basisprofile können bei Rekonstruktion oder Neubau mit dem Texlon®-System grundsätzlich wiederverwendet werden. In der Regel werden diese Komponenten recycelt (statistischer Wert für Gebäude 85%).

Nowoflon®-ET Folien und Ventile werden wieder zu Ventilen recycelt. ETFE-Verschnitt wird bei externen Unternehmen zu Ventilen und anderen Kleinteilen recycelt, welche für neue Texlon®-Kissen eingesetzt werden.

Diese stoffliche Verwertung wird derzeit nur innerhalb Europas durchgeführt, soll zukünftig aber erweitert werden. In anderen Ländern werden die Abfälle thermisch verwertet.

2.16 Entsorgung

Die anfallenden Abfälle können den folgenden Abfallschlüsseln zugeordnet werden:

17 02 03: Kunststoff
17 04 02: Aluminium
17 09 04: gemischte Bau- und Abbruchabfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 09 01, 17 09 02 und 17 09 03 fallen

Silikondichtungen werden thermisch verwertet. Recyclingmöglichkeiten werden geprüft. Polypropylen ist recycelbar, wird aber in der Regel ebenfalls thermisch verwertet.

2.17 Weitere Informationen

Weitere Informationen können der Homepage von Vector Foiltec www.vector-foiltec.com entnommen werden.

3. LCA: Rechenregeln

3.1 Deklarierte Einheit

Die Deklaration bezieht sich auf die Herstellung von 1 m² eines repräsentativen Folienkissens (Durchschnitt der Werte aus 2012).

Deklarierte Einheit

Bezeichnung	Wert	Einheit
Deklarierte Einheit	1	m ²
Umrechnungsfaktor zu 1 kg	5,13	-

3.2 Systemgrenze

Für diese Ökobilanz werden neben der Produktion auch die Installation, der Energieverbrauch während der Nutzung sowie die Entsorgung betrachtet und umfasst damit Wiege bis Werktor mit Optionen. Für die Entsorgung sind für Abfälle des Folienkissens zwei Szenarien möglich:

1. Verbrennung der Abfälle
2. Recycling

Für Szenario 2 wird die Aufbereitung der Abfälle in die Betrachtung aufgenommen. Die Dichtung wird in beiden Fällen verbrannt, während der Aluminiumrahmen ebenfalls recycelt wird.

Nachfolgend werden die Lebenszyklusabschnitte genauer erläutert:

- Produktion (A1 - A3) inklusive Vorkette zur Herstellung der eingesetzten Vorprodukte, ihrer Transporte zum jeweiligen Werk sowie der Aufwände zur Herstellung von Granulat, Folie und Folienkissen
- Transport zur Baustelle (A4): durchschnittliche Distanzen mit LKW, Schiff und/oder Flugzeug
- Installation auf der Baustelle (A5): Energie zum Aufblasen der Folienkissen sowie die Entsorgung der Verpackung
- Energieverbrauch während der Nutzung (B6): Strombedarf zur Aufrechterhaltung des Kisseninnendrucks
- Transport zur Entsorgung (C2)
- Abfallbehandlung zum Recycling (C3): für Sz. 2 Aufbereitung der Folienabfälle
- Beseitigung (C4): Verbrennung der Dichtung sowie für Sz. 1 Verbrennung von Folienkissen

- Gutschriften (D): von Energie aus Behandlung des Verpackungsabfalls (A5) und der Silikondichtung, Recycling des Aluminiumprofils und Aufwand für dessen Aufbereitung (Umschmelzen) sowie für Sz. 2 die Energiegutschrift für die thermische Verwertung des ETFE-Granulats

3.3 Abschätzungen und Annahmen

Für folgende Fälle mussten Abschätzungen vorgenommen werden:

- ETFE-Herstellung: Für die organischen Emissionen HFP und TFE werden Charakterisierungsfaktoren für das Treibhauspotential aus einer Veröffentlichung (/ACERBONI ET AL. 2001/) herangezogen, da von CML (/CML 2010/) noch keine Informationen vorhanden sind (HFP: 0,25 kg CO₂-Äq.; TFE: 0,021 kg CO₂-Äq.).
- Färbung des Granulats: Für „Compound“ und „Masterbatch“ werden Pigmente abgeschätzt.
- Bedruckung der Folienkissen: Die Zusammensetzung des wasserbasierten Lackes wird abgeschätzt.
- Rahmen: Für den Aluminiumrahmen liegen keine Informationen des Herstellers vor. Laut einem Zertifikat liegt ein Anteil an post-consumer Sekundärmaterial vor, der für die EPD verwendet wird.
- Stoffliches Recycling ETFE (Sz. 2): Das recycelte Granulat kann nicht wieder in Folienkissen eingesetzt werden, sondern z.B. in Ventilen. Dieses Downcycling wird über einen Korrekturfaktor für die Materialgutschrift basierend auf aktuellen Marktpreisen abgebildet.
- Aufbereitung von Schwefelsäure bei der Herstellung von ETFE-Granulat

3.4 Abschneideregeln

Es werden alle Daten aus der Betriebsdatenerhebung bei Vector Foiltec, Nowofol und Dyneon, d.h. alle nach Rezeptur eingesetzten Ausgangsstoffe, berücksichtigt. Transportaufwendungen werden für alle wesentlichen Vorprodukte, den Transport der Produkte zur Baustelle und im End-of-Life Szenario aufgenommen. In der Ökobilanz werden die während der Produktion direkt anfallenden Produktionsabfälle sowie die benötigte elektrische und thermische Energie und die Verpackungsmaterialien berücksichtigt. In der Herstellung benötigte Maschinen, Anlagen und Infrastruktur wie auch Transportaufwendungen der Verpackungsmaterialien werden vernachlässigt. Damit werden auch Stoff- und Energieströme mit einem Anteil von kleiner als 1 Prozent berücksichtigt.

3.5 Hintergrunddaten

Zur Modellierung des Lebenszyklus für die Herstellung von ETFE-Bauelementen wird das Software-System /GaBi 6/ eingesetzt. Die Basisdaten der GaBi-Datenbank werden für Energie, Transporte und Hilfsstoffe sowie für Vorprodukte verwendet. Die Ökobilanz wird aufgrund der Sitze der jeweiligen Unternehmen in Deutschland für den Bezugsraum Deutschland erstellt. Der Transport zur Baustelle wird global modelliert. Für Installation und Nutzung beziehen sich die Strommixe auf Europa. Diese können bei Bedarf länderspezifisch angepasst werden.

3.6 Datenqualität

Die erhobenen Daten über die Herstellung der ETFE-Bauelemente stammen aus Datensammlungen der drei Firmen für Folienkissen, Folien und Granulat aus ETFE. Für den Farbe- und Bedruckungsprozess werden Informationen der externen Hersteller für Abschätzungen eingeholt. Die letzte Revision der verwendeten Hintergrunddaten erfolgte 2013. Insgesamt kann die Datenqualität als sehr gut

eingestuft werden, da eine Primärdatensammlung sowohl für die Herstellung der Folienkissen als auch der Folien sowie des Granulats erfolgte.

3.7 Betrachtungszeitraum

Die Datengrundlage der vorliegenden Ökobilanz beruht bei allen drei Firmen auf Datenaufnahmen aus dem Jahr 2012. Die eingesetzten Mengen an Rohmaterialien, Energien sowie Hilfs- und Betriebsstoffen sind als Mittelwerte von 12 Monaten im jeweils betrachteten Werk berücksichtigt.

3.8 Allokation

Für die Herstellung von Chlordifluormethan, Perfluorpropylvinylether sowie die Herstellung des ETFE-Granulats werden ökonomische Allokationen anhand des Marktpreises der Nebenprodukte vorgenommen.

Für Produktionsabfälle bei Vector Foiltec wird keine ökonomische Allokation angewandt, da diese nur gering (< 1%) zum Umsatz beitragen.

Für das Aluminiumprofil wird aufgrund des aus einem Zertifikat des Lieferanten bekannten post-consumer Recyclinganteils von 45% dieser als Schrotinput (open loop recycling) modelliert.

Bei Verbrennungsprozessen werden unter Berücksichtigung der elementaren Zusammensetzung und des Heizwertes eine MVA sowie die dadurch bedingten Gutschriften für elektrische und thermische Energie ermittelt.

3.9 Vergleichbarkeit

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

4. LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

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

Transport zu Baustelle (A4)

Durchschnittliche Transportdistanzen je Transportmittel beziehen sich auf Daten aus 2012 für einen globalen Transport

Bezeichnung	Wert	Einheit
Liter Treibstoff LKW	0,00156	l/100km
Transport Distanz LKW	1026	km
Auslastung (einschließlich Leerfahrten) LKW	85	%
Volumen-Auslastungsfaktor der Container	0,5	-
Liter Treibstoff Schiff	0,00147	l/100 km
Transport Distanz Schiff	16291	km
Auslastung (einschließlich Leerfahrten) Schiff	65	%
Liter Treibstoff Flugzeug	0,0190	l/100 km
Transport Distanz Flugzeug	10683	km
Auslastung (einschließlich Leerfahrten) Flugzeug	66	%

Einbau ins Gebäude (A5)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Hilfsstoff	0	kg
Wasserverbrauch	0	m³
Sonstige Ressourcen	0	kg
Stromverbrauch pro a*m²	0,00018	kWh
Sonstige Energieträger	0	MJ
Materialverlust	0	kg
Output-Stoffe als Folge der Abfallbehandlung auf der Baustelle	0	kg
Staub in die Luft	0	kg
VOC in die Luft	0	kg

Referenz Nutzungsdauer

Die gewährleistete Nutzungsdauer beträgt im Durchschnitt 25 Jahre, ist jedoch bis 50 Jahre möglich.

Bezeichnung	Wert	Einheit
Referenz Nutzungsdauer	25 - 50	a

Betriebliche Energie (B6) und Wassereinsatz (B7)

Bezeichnung	Wert	Einheit
Wasserverbrauch	0	m³
Stromverbrauch pro a*m²	0,274	kWh
Sonstige Energieträger	0	MJ
Leistung der Ausrüstung	0	kW

Ende des Lebenswegs (C1-C4)

Konservative Abschätzung für Transportweg zum EoL: 1.000 km für Transport in Europa (für stoffliches Recycling, welches aktuell nur in Europa durchgeführt wird). Bei thermischer Verwertung ist die Transportdistanz geringer.

Bezeichnung	Wert	Einheit
Getrennt gesammelt (gesamtes Produkt)	5,13	kg
Als gemischter Bauabfall gesammelt	0	kg
Zur Wiederverwendung	0	kg
Zum Recycling Aluminiumrahmen	4,02	kg
Zur therm. Verwertung Dichtung	0,212	kg
Zum Recycling Szenario 1: Folienkissen	0,896	kg
Zur therm. Verwertung Szenario 2: Folienkissen	0,896	kg
Zur Deponierung	0	kg

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

Module D enthält Gutschriften aus Verbrennungsprozessen von Verpackungsabfällen (A5), Dichtung sowie bei Szenario 2 dem Folienkissen (C4) und durch Recycling des Aluminiumrahmens sowie bei Szenario 1 dem Folienkissen. Es wird eine Abfallverbrennungsanlage mit einem R1-Wert < 0,6 angenommen.

5. LCA: Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Indikatoren der Wirkungsabschätzung, des Ressourceneinsatzes sowie zu Abfällen und sonstigen Output-Strömen bezogen auf 1 m² Texlon®-System dargestellt.

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

Produktionsstadium m			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	MND	MND	MND	MND	MND	X	MND	MND	X	X	X	X

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m² Texlon®-System

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B6	C2	C3/1	C3/2	C4/1	C4/2	D/1	D/2
GWP	[kg CO ₂ -Äq.]	4,07E+1	1,83E+1	5,75E-1	1,32E-1	1,05E-1	5,75E-1	0,00E+0	2,52E-1	1,50E+0	-2,46E+1	-1,97E+1
ODP	[kg CFC11-Äq.]	1,85E-6	1,18E-10	3,57E-12	1,18E-10	1,84E-12	3,22E-10	0,00E+0	2,67E-11	4,28E-11	-8,79E-7	-5,86E-9
AP	[kg SO ₂ -Äq.]	1,73E-1	5,55E-2	5,21E-5	6,25E-4	2,75E-4	1,03E-3	0,00E+0	5,02E-4	1,81E-2	-1,26E-1	-1,09E-1
EP	[kg (PO ₄) ³ -Äq.]	1,02E-2	1,10E-2	1,08E-5	3,29E-5	5,70E-5	1,44E-4	0,00E+0	2,34E-5	5,62E-5	-6,30E-3	-4,99E-3
POCP	[kg Ethen-Äq.]	1,26E-2	4,99E-3	5,09E-6	3,68E-5	-6,99E-5	7,49E-5	0,00E+0	2,03E-5	4,23E-5	-7,18E-3	-5,95E-3
ADPE	[kg Sb-Äq.]	9,54E-5	6,11E-7	5,18E-9	1,82E-8	3,92E-9	9,54E-8	0,00E+0	1,88E-8	2,11E-7	-2,52E-5	-8,21E-6
ADPF	[MJ]	5,84E+2	2,56E+2	1,00E-1	1,50E+0	1,45E+0	5,71E+0	0,00E+0	6,31E-1	1,18E+0	-2,71E+2	-1,94E+2

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

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ RESSOURCENEINSATZ: 1 m² Texlon®-System

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B6	C2	C3/1	C3/2	C4/1	C4/2	D/1	D/2
PERE	[MJ]	1,25E+2	IND	IND	IND	IND	IND	0,00E+0	IND	IND	IND	IND
PERM	[MJ]	0,00E+0	IND	IND	IND	IND	IND	0,00E+0	IND	IND	IND	IND
PERT	[MJ]	1,25E+2	5,57E-1	1,05E-2	3,88E-1	5,70E-2	1,54E+0	0,00E+0	3,26E-2	1,02E-1	-9,07E+1	-8,36E+1
PENRE	[MJ]	5,73E+2	IND	IND	IND	IND	IND	0,00E+0	IND	IND	IND	IND
PENRM	[MJ]	1,60E+1	IND	IND	IND	IND	IND	0,00E+0	IND	IND	IND	IND
PENRT	[MJ]	5,89E+2	2,56E+2	1,16E-1	2,33E+0	1,45E+0	7,93E+0	0,00E+0	6,84E-1	1,34E+0	-3,33E+2	-2,46E+2
SM	[kg]	1,82E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND
RSF	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
NRSF	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0
FW	[m ³]	3,52E-1	6,69E-3	1,35E-3	1,04E-3	6,33E-5	2,47E-3	0,00E+0	9,35E-4	4,50E-3	-2,57E-1	-2,22E-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 Sekundärstoffstoffe; NRSF = Nicht erneuerbare Sekundärstoffstoffe; FW = Einsatz von Süßwasserressourcen

ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m² Texlon®-System

Parameter	Einheit	A1-A3	A4	A5	B6	C2	C3/1	C3/2	C4/1	C4/2	D/1	D/2
HWD	[kg]	5,67E-2	0,00E+0	9,85E-4	0,00E+0	0,00E+0	2,30E-3	0,00E+0	8,99E-3	9,02E-3	-1,47E-2	3,01E-3
NHWD	[kg]	4,51E+0	1,86E-3	5,18E-5	1,01E-3	1,89E-4	9,07E-3	0,00E+0	1,93E-2	2,91E-1	-3,06E+0	-2,97E+0
RWD	[kg]	4,07E-2	2,48E-4	6,40E-6	3,42E-4	2,02E-6	9,17E-4	0,00E+0	2,16E-5	6,69E-5	-2,54E-2	-2,14E-2
CRU	[kg]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND
MFR	[kg]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	4,02E+0	8,78E-1	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND
MER	[kg]	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	IND	IND
EEE	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	7,99E-1	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	2,57E-1	1,74E+0	IND	IND
EET	[MJ]	0,00E+0	0,00E+0	1,92E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	0,00E+0	7,70E-1	4,95E+0	IND	IND

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

Hinweis: Die Werte in Modul B6 beziehen sich auf eine Nutzungsdauer von einem Jahr. Bei der Verwendung der Werte im Gebäude müssen diese auf die Gesamtnutzungsdauer des Gebäudes skaliert werden.

6. LCA: Interpretation

Der Großteil der Umweltwirkungen und des Einsatzes an Primärenergie wird durch die Vorkette, d.h. die Herstellung der Vorprodukte verursacht, wovon beim Recycling ein großer Anteil wieder gutgeschrieben

wird.

Vor allem die Herstellung des Aluminiumrahmens, der auch einen wesentlichen Anteil der Gesamtmasse stellt, zeigt sich deutlich in der Herstellungsphase.

Auch das Folienkissen selbst bringt jedoch einen deutlichen Anteil der Auswirkungen auf den Lebenszyklus mit sich. Diese sind vor allem auf die Herstellung des Granulats zurückzuführen. Die Produktion bei Vector Foiltec wirkt sich kaum auf die betrachteten Wirkkategorien aus (bis maximal 6% der gesamten Herstellungsphase). Auch die anderen Wirkkategorien folgen im Wesentlichen dieser Aufteilung für die gesamte Herstellungsphase. Der Transport zur Baustelle wird aufgrund des weltweiten Vertriebs des Texlon®-Systems mit weltweiter Distribution modelliert und basiert auf Durchschnittswerten für 2012. Durch die teilweise langen Transportdistanzen sieht man die Auswirkungen deutlich, beim Eutrophierungspotential liegen diese aufgrund dadurch bedingter Emissionen sogar über denen für die Herstellung des deklarierten Produktes. Für spezifische Projekte kann der Transport jedoch auch deutlich geringer ausfallen.

Sowohl die benötigte Energie für das erstmalige Aufblasen des Folienkissens (Modul A5) als auch für das Aufrechterhalten des Kisseninnendrucks während der Nutzung (Modul B6) tragen in allen Wirkkategorien kaum zum gesamten Lebenszyklus bei. Zu beachten ist hier, dass sich die Werte der Nutzung auf eine Nutzungsdauer von einem Jahr beziehen und diese für die Verwendung in einer Gebäudeökobilanz an die gewünschte Nutzungsdauer angepasst werden müssen. Bei einer Berechnung für 25 Jahre liegt der Beitrag der Nutzung dennoch unter 15% bezogen auf den gesamten Lebenszyklus des Folienkissens. Für das Lebensende werden zwei Szenarien ausgewiesen:

1. Stoffliches Recycling des Folienkissens
 2. Thermische Verwertung des Folienkissens
- Der Aluminiumrahmen wird in beiden Fällen recycelt. Für beide Szenarien fallen Gutschriften an, die beim stofflichen Recycling jedoch höher liegen.

7. Nachweise

7.1 VOC-Emissionen

Die Prüfung der Nowoflon®-ET Folie auf VOC Emissionen gemäß AgBB-Schema /AgBB 2010/ wurde im Dezember 2009 durch das Bremer Umweltinstitut – Gesellschaft für Schadstoffanalysen und Begutachtung mbH – durchgeführt.

Messbedingungen:

Temperatur	23°C
flächenspez. Luftdurchsatzrate	0,5 m³/(m²h)
Beladung	2 m²/m³

AgBB-Ergebnisüberblick (28 Tage)

Bezeichnung	Wert	Einheit
TVOC (C6 - C16)	27	µg/m³
Summe SVOC (C16 - C22)	< 5	µg/m³
R (dimensionslos)	0,00	-
VOC ohne NIK	27	µg/m³
Kanzerogene	n.d.	µg/m³

detection limit: 1 µg/m³

n.d.: not detected

8. Literaturhinweise

Institut Bauen und Umwelt e.V., Berlin (Hrsg.):
Erstellung von Umweltproduktdeklarationen (EPDs);

Allgemeine Grundsätze für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2013-04.

Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A:
Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2013-04.

ISO 14025

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

EN 15804

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

PCR Anleitungstexte für gebäudebezogene Produkte und Dienstleistungen Teil B:

Anforderungen an die EPD für ETFE Bauelement, 2012-07

GaBi 6 Software & Dokumentation Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International, Dokumentation der GaBi 6-

Daten-sätze <http://documentation.gabi-software.com/>, 2013

CML 2010: CML 2001 – November 2010: Charakterisierungsfaktoren entwickelt durch Institute of Environmental Sciences (CML); Universität Leiden <http://www.cml.leiden.edu/software/data-cmlia.html>

DIN EN ISO 9001:2008-

12:Qualitätsmanagement-systeme - Anforderungen

EN 13501-1: 2012-1, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukte

BRUMI H2954fs: Emission tests of ETFE foils for VVOC, VOC and SVOC according to AgBB/DIBt requirements for building materials, Bremer Umweltinstitut, Bremen, Germany, 2009

AgBB 2010: Vorgehensweise bei der gesundheitlichen Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VOC und SVOC) aus Bauprodukten, Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten, Dessau-Roßlau, Germany, Mai 2010

ArbSchG §5: Arbeitsschutzgesetz §5, Beurteilung der Arbeitsbedingungen, in: Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur

Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit

AVV 2012: Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis in: Abfallverzeichnis-Verordnung vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 22 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)

Acerboni et al. 2001: Acerboni G., Beukes J.A., Jensen N.R., Hjort J., Myrhe G., Nielsen C.J., Sundet J.K. (2001), Atmospheric degradation and global warming potentials of three perfluoralkenes. Atmospheric Environment (34), 4113-4123

REACH: Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemical Hazards), 2007

EN ISO 527-1: 2012: Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 1: Allgemeine Grundsätze

ISO-2286-2(1998): Rubber or plastics coated fabrics - Determination of roll characteristics Part 2: Methods for determination of total mass per unit area, mass per unit area of coating and mass per unit area of substrate

DIN 53363: Testing of plastic films - Tear test using trapezoidal test specimen with incision

ASTM D4591-07(2012): Standard Test Method for Determining Temperatures and Heats of Transitions of Fluoropolymers by Differential Scanning Calorimetry

DIN EN ISO 4892-1: 2001-09: Kunststoffe – künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten – Teil1: Allgemeine Anleitung (ISO 4892-1: 1999); Deutsche Fassung EN ISO 4892-1: 2001

DIN EN ISO 4892-2:2013-06: Kunststoffe - Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten - Teil 2: Xenonbogenlampen (ISO 4892-2:2013); Deutsche Fassung EN ISO 4892-2:2013

ISO 15099:2003: Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations

OHRIS 2009: Registrierstelle des Landesinstituts für Arbeitsschutz und Produktsicherheit (AP) des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), München, www.lgl.bayern.de/arbeitschutz

TRGS 900: Technische Regel für Gefahrstoffe 900, Arbeitsplatzgrenzwerte, Ausgabe: Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2013 S. 943-947 vom 19.09.2013 [Nr. 47]

**Herausgeber**

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

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@bau-umwelt.com
Web www.bau-umwelt.com

**Programmhalter**

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

Tel +49 (0)30 3087748- 0
Fax +49 (0)30 3087748- 29
Mail info@bau-umwelt.com
Web www.bau-umwelt.com



PE INTERNATIONAL
SUSTAINABILITY PERFORMANCE

Ersteller der Ökobilanz

PE INTERNATIONAL AG
Hauptstraße 111 - 113
70771 Leinfelden-Echterdingen
Germany

Tel +49 (0)711 341817-0
Fax +49 (0)711 341817-25
Mail info@pe-international.com
Web www.pe-international.com

vector foiltec

Inhaber der Deklaration

Vector Foiltec GmbH
Steinacker 3
28717 Bremen
Germany

Tel +49 (0)421 69351-0
Fax +49 (0)421 69351-19
Mail de@vector-foiltec.com
Web www.vector-foiltec.com

3M Science.
Applied to Life.™

Dyneon GmbH
Industrieparkstr. 1
84508 Burgkirchen
Germany

Tel +49 (0)8679 74709
Fax +49 (0)8679 3992
Mail innovation.de@mmm.com
Web www.3M.com

NOWOFOL®
KUNSTSTOFFPRODUKTE GMBH & CO. KG

Nowofol Kunststoffprodukte GmbH & Co. KG
Breslauer Str. 15
83313 Siegsdorf
Germany

Tel +49 (0)8662 6602-0
Fax +49 (0)8662 6602-50
Mail info@nowofol.de
Web www.nowofol.de