

# UMWELT-PRODUKTDEKLARATION

nach ISO 14025 und EN 15804

Deklarationsinhaber	<b>Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V.</b>
Herausgeber	Institut Bauen und Umwelt (IBU)
Programmhalter	Institut Bauen und Umwelt (IBU)
Deklarationsnummer	EPD-ÜKH-2012111-DE
Ausstellungsdatum	20.09.2014
Gültigkeit	19.09.2015

Konstruktionsvollholz KVH®

**Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V.**

[www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)



## 1 Allgemeine Angaben

### Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V.

#### Programmmhalter

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

#### Deklarationsnummer

EPD-ÜKH-2012111-DE

#### Diese Deklaration basiert auf den Produktkategorienregeln:

PCR Teil B Vollholz 29.06.2011  
(PCR geprüft und zugelassen durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss, SVA)

#### Ausstellungsdatum

20.09.2014

#### Gültig bis

19.09.2015



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



Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt  
(Vorsitzender des SVA)

### Konstruktionsvollholz KVH®

#### Inhaber der Deklaration

Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V.  
Elfriede-Stremmel-Straße 69  
D-42369 Wuppertal

#### Deklariertes Produkt/deklarierte Einheit

1m<sup>3</sup> Konstruktionsvollholz KVH®

#### Gültigkeitsbereich:

In Deutschland wurden im Jahr 2011 etwa 2,3 Mio. m<sup>3</sup> Konstruktionsvollholz hergestellt, davon fielen 1,6 Mio. m<sup>3</sup> auf die Mitglieder der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. Die Inhalte dieser Deklaration basieren auf den Angaben von 69% der Mitglieder, wobei die hier vertretene Technologie für alle Mitglieder repräsentativ ist.

#### Verifizierung

Die CEN Norm DIN EN 15804 dient als Kern-PCR

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

intern  extern



Dr. Frank Werner  
(Unabhängiger Prüfer vom SVA bestellt)

## 2 Produkt

### 2.1 Produktbeschreibung

Konstruktionsvollholz KVH® ist ein industriell gefertigtes Produkt für tragende Konstruktionen. Es besteht aus keilgezinkten, d.h. in der Länge kraftschlüssig mittels Keilzinkenverbindungen gestoßen oder nicht keilgezinkten Kanthölzern aus Nadelholz, an die über die bauaufsichtlich verbindlichen Regeln hinausgehende Anforderungen gestellt werden. Das Herstellverfahren entspricht dem der Lamellen für Brettschichtholz, wobei größere Einzelquerschnitte miteinander verklebt werden.

Konstruktionsvollholz KVH® ist insbesondere auf Grund schärferer Vorgaben hinsichtlich des Einschnitts und der Holzfeuchte sehr formstabil und neigt nur wenig zur Rissbildung. Konstruktionsvollholz KVH® kann mit gegenüber üblichem keilgezinktem oder nicht keilgezinktem Schnittholz erhöhten Anforderungen an die Oberfläche hergestellt werden.

Die Herstellung unterliegt neben der bauaufsichtlich geforderten Überwachung einer ergänzenden privatrechtlichen Überwachung nach den Bestimmungen der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V..

### 2.2 Anwendung

Konstruktionsvollholz KVH® findet Anwendung als tragende Bauteile in Konstruktionen des Hoch- und Brückenbaus.

### 2.3 Technische Daten

Konstruktionsvollholz KVH® wird aus Fichten-, Tannen-, Kiefer-, Lärchen- oder Douglasienholz hergestellt.

Für die Verklebung werden Klebstoffe nach 2.6 verwendet.

Konstruktionsvollholz KVH® wird mit einer maximalen Holzfeuchte von 18% hergestellt.

Konstruktionsvollholz KVH® wird mit Maßen nach 2.5 und mit Maßtoleranzen gemäß der Vereinbarung über Konstruktionsvollholz KVH® der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz e.V. geliefert.

Die übliche Festigkeitsklasse nach DIN 1052: 2008, *Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau*, ist C24.

Die Produkte können gemäß Vereinbarung über Konstruktionsvollholz KVH® in den Oberflächenqualitäten Si oder NSi hergestellt werden.

Die Verwendung eines vorbeugenden chemischen Holzschutzes nach DIN 68800-3:2012-02, *Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau*, ist unüblich, da in der Mehrzahl der Anwendungsfälle ein baulicher Holzschutz nach DIN 68800-2:2012-02, *Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau*, ausreichend ist.

## 2.4 Inverkehrbringung/Anwendungsregeln

Konstruktionsvollholz KVH® ohne Keilzinkenverbindungen muss die bauaufsichtlichen Anforderungen an Vollholz nach DIN EN 14081-1:2011-05, Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt - Teil 1: Allgemeine Anforderungen, erfüllen.

Für eine Anwendung in Deutschland sind anwendungsbezogenen Regelungen aus DIN 20000-5:2012-03, Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt, zu beachten.

Konstruktionsvollholz KVH® mit Keilzinkenverbindungen muss die bauaufsichtlichen Anforderungen an keilgezinktes Vollholz nach DIN 1052: 2008 erfüllen.

Darüber hinaus müssen alle Konstruktionsvollhölzer KVH® die ergänzenden privatrechtlichen Vorgaben der Vereinbarung über Konstruktionsvollholz KVH® erfüllen.

## 2.5 Lieferzustand

Die Produkte werden in folgenden Vorzugsmaßen hergestellt:

Min Höhe:	100 mm
Max Höhe:	240 mm
Min. Breite:	60 mm
Max. Breite:	140 mm
Lagerlängen:	13 m (für keilgezinktes KVH®, größere Längen auf Anfrage möglich)

## 2.6 Grundstoffe/Hilfsstoffe

Keilgezinktes Konstruktionsvollholz KVH® besteht aus faserparallel miteinander verklebten technisch getrockneten Bohlen oder Kanthölzern aus Nadelholz. Für die grundsätzlich duroplastische Verklebung werden im Wesentlichen Polyurethan-Klebstoffe (PUR) oder Melamin-Harnstoff-Formaldehyd-Klebstoffe (MUF) eingesetzt. In sehr selten Fällen kommen Phenol-Resorzin-Formaldehyd Klebstoffe (PRF) zum Einsatz.

Die für die Umwelt-Produktdeklaration gemittelten Anteile an Inhaltsstoffen je m<sup>3</sup> Konstruktionsvollholz KVH® betragen (gerundet auf 2 Stellen):

- Nadelholz, vorwiegend Fichte ca. 89,20%
- Wasser ca. 10,70%
- PUR Klebstoffe ca. 0,04%
- MUF Klebstoffe ca. 0,06%

Das Produkt hat eine durchschnittliche Rohdichte von 492,71 kg/m<sup>3</sup>.

Bei nicht-keilgezinktem Konstruktionsvollholz KVH® wird kein Klebstoff verwendet. Die Rohdichte liegt bei 490,13 kg/m<sup>3</sup> bei einem Wasseranteil von 10,71 %.

## 2.7 Herstellung

Für die Herstellung von Konstruktionsvollholz KVH® wird konventionelles Schnittholz zunächst auf weniger als 18% Holzfeuchte getrocknet, vorgehobelt und visuell bzw. maschinell nach der Festigkeit sortiert. Identifizierte Bereiche mit festigkeitsmindernden Stellen werden abhängig von der er-

wünschten Festigkeitsklasse ausgekappt. Bei keilgezinktem Konstruktionsvollholz KVH® werden die entstandenen Schnittholzabschnitte durch Keilzinkenverbindung zu endlos langen Lamellen gestoßen. Nach Aushärtung bzw. bei nicht-keilgezinktem Konstruktionsvollholz KVH® nach dem Auskappen der Fehlstellen, werden die Querschnitte gehobelt, gefast, abgebunden und verpackt. Bei Bedarf kann eine Behandlung mit Holzschutzmitteln erfolgen.

## 2.8 Umwelt und Gesundheit während der Herstellung

Die entstehende Abluft wird gemäß der gesetzlichen Bestimmungen gereinigt. Es entstehen keine Belastungen von Wasser und Boden. Die entstehenden Abwässer werden in das lokale Abwassersystem eingespeist.

## 2.9 Produktverarbeitung/Installation

Konstruktionsvollholz KVH® kann mit den üblichen für die Vollholzbearbeitung geeigneten Werkzeugen bearbeitet werden.

Die Hinweise zum Arbeitsschutz sind auch bei der Verarbeitung/Montage zu beachten.

## 2.10 Verpackung

Es werden Polyethylen (AVV 15 01 02), Metalle (AVV 15 01 04), Vollholz (AVV 15 01 03), Papier und Pappe (AVV 15 01 01) sowie zu kleinen Anteilen andere Kunststoffe verwendet (AVV 15 01 02).

## 2.11 Nutzungszustand

Die Zusammensetzung für den Zeitraum der Nutzung entspricht der Grundstoffzusammensetzung nach Abschnitt 2.6. „Grundstoffe“.

Während der Nutzung sind in dem Produkt etwa 219 kg Kohlenstoff gebundenen. Dies entspricht bei einer vollständigen Oxidation etwa 805 kg CO<sub>2</sub>.

## 2.12 Umwelt und Gesundheit während der Nutzung

Umweltschutz: Gefährdungen für Wasser, Luft und Boden können bei bestimmungsgemäßer Anwendung der Produkte nach heutigem Erkenntnisstand nicht entstehen.

Gesundheitsschutz: Nach heutigem Erkenntnisstand sind keine gesundheitlichen Schäden und Beeinträchtigungen zu erwarten.

Im Hinblick auf Formaldehyd ist Konstruktionsvollholz KVH® auf Grund seines Klebstoffgehaltes, seiner Struktur und seiner Verwendungsform emissionsarm.

Mit MUF-Klebstoffen verklebtes Konstruktionsvollholz KVH® gibt nachträglich Formaldehyd ab. Gemessen am Grenzwert der Chemikalienverbotsverordnung von 0,1 ml/m<sup>3</sup> sind die Werte nach Prüfung (prEN 15497:2011-09, Keilzinkenverbindungen im Bauholz - Leistungsanforderungen und Mindestanforderungen an die Herstellung; Deutsche Fassung prEN 15497:2011) als sehr niedrig einzustufen.

Mit PUR-Klebstoffen oder EPI Klebstoffen verklebtes Konstruktionsvollholz KVH® oder Konstruktionsvollholz KVH® ohne Keilzinkenverbindungen weist Formaldehydemissionswerte nach prEN 15497: 2011 im Bereich des naturbelassenen Holzes auf (um 0,004 ml/m<sup>3</sup>)

Eine Abgabe von MDI ist bei mit PUR-Klebstoffen oder EPI-Klebstoffen verklebtem Konstruktionsvollholz KVH® im Rahmen der Nachweisgrenze von  $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht messbar. Auf Grund der hohen Reaktivität des MDI gegenüber Wasser (Luft- und Holzfeuchte) ist davon auszugehen, dass derartig verklebtes Konstruktionsvollholz KVH® bereits kurze Zeit nach Herstellung eine Emission vom MDI im Bereich des Nullwertes aufweist.

### 2.13 Referenz-Nutzungsdauer

Konstruktionsvollholz KVH® entspricht in seinen Komponenten und der Herstellung Lamellen von Brettschichtholz (BS-Holz). BS-Holz wird seit mehr als 100 Jahren eingesetzt.

Bei bestimmungsgerechter Verwendung ist kein Ende der Beständigkeit bekannt oder zu erwarten.

Die Nutzungsdauer von Konstruktionsvollholz KVH® liegt somit bei bestimmungsgerechter Verwendung bei der Nutzungsdauer des Gebäudes.

### 2.14 Außergewöhnliche Einwirkungen

#### Brand

- Brandklasse D nach DIN EN 13501-1
- Rauchklasse s2 – normale Rauchentwicklung
- d0 – nicht tropfend
- Die Toxizität der Brandgase entspricht der von naturbelassenem Holz.

#### Wasser

Es werden keine Inhaltsstoffe ausgewaschen, die wassergefährdend sein könnten.

### Mechanische Zerstörung

Das Bruchbild von Konstruktionsvollholz KVH® weist eine für Vollholz typische Erscheinung auf.

### 2.15 Nachnutzungsphase

Konstruktionsvollholz KVH® kann im Falle eines selektiven Rückbaus nach Beendigung der Nutzungsphase problemlos wieder- oder weiterverwendet werden.

Kann Konstruktionsvollholz KVH® keiner Wiederverwertung zugeführt werden, wird es aufgrund des hohen Heizwerts von ca. 19 MJ/kg eine thermische Verwertung zur Erzeugung von Prozesswärme und Strom zugeführt.

Bei energetischer Verwertung sind die Anforderungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zu beachten: Unbehandeltes Konstruktionsvollholz KVH® wird nach Anhang III der Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (AltholzV) vom 15.08.2002 dem Abfallschlüssel 17 02 01 zugeordnet (behandeltes Konstruktionsvollholz KVH® je nach Holzschutzmitteltyp Abfallschlüssel 17 02 04).

### 2.16 Entsorgung

Eine Deponierung von Altholz ist nach §9 AltholzV nicht zulässig.

### 2.17 Weitere Informationen

Weiterführende Informationen finden sich unter [www.kvh.de](http://www.kvh.de).

## 3 LCA: Rechenregeln

### 3.1 Deklarierte Einheit

Die deklarierte Einheit der ökologischen Betrachtung ist

1.  $1 \text{ m}^3$  nicht-keilgezinktes Konstruktionsvollholz KVH® mit einer Masse von  $490,13 \text{ kg}/\text{m}^3$  bei 12% Holzfeuchte bzw. 10,714 % Wasseranteil
2.  $1 \text{ m}^3$  keilgezinktes Konstruktionsvollholz KVH® unter Berücksichtigung des Mixes der verwendeten Klebstoffe nach 2.6 und einer Masse von  $492,71 \text{ kg}/\text{m}^3$  bei 12% Holzfeuchte bzw. 10,703 % Wasseranteil und 0,101 % Klebstoffanteil.

### 3.2 Systemgrenze

Der Deklarationstyp entspricht einer EPD „von der Wiege bis Werkstor mit Optionen“. Inhalte sind das Stadium der Produktion, also von der Bereitstellung der Rohstoffe bis zum Werkstor der Produktion (cradle to gate, Module A1 bis A3), sowie Teile des Ende des Lebensweges (Modul C2 bis C4). Darüber hinaus erfolgt eine Betrachtung der Gutschriften und Lasten über den Lebensweg des Produktes hinaus (Modul D).

Im Einzelnen werden in Modul A1 die Bereitstellung des Holzes aus dem Forst, die Bereitstellung weiterer vorveredelter Holzprodukte sowie die Bereitstellung der Klebstoffe bilanziert. Die Transporte dieser Stoffe werden in Modul A2 berücksichtigt. Modul A3 umfasst die Bereitstellung der Brennstoffe, Betriebsmittel und Strom sowie die Herstellungsprozesse vor Ort. Diese sind im We-

sentlichen die Entrindung, der Einschnitt, die Trocknung, Hobel und Profilierprozesse, die Verklebung sowie die Verpackung der Produkte.

Modul C2 berücksichtigt den Transport zum Entsorger, Modul C3 die Aufbereitung und Sortierung des Altholzes, Modul D bilanziert die thermische Verwertung sowie die daraus resultierenden Gutschriften in Form einer Systemerweiterung.

### 3.3 Abschätzungen und Annahmen

Grundsätzlich wurden alle Stoff- und Energieströme der zur Produktion benötigten Prozesse spezifisch vor Ort ermittelt. Die vor Ort auftretenden Emissionen der Verbrennung und andere Prozesse konnten jedoch nur auf Basis von Literaturangaben abgeschätzt werden. Alle anderen Daten beruhen auf Durchschnittswerten. Detaillierte Informationen zu allen durchgeführten Abschätzungen und Annahmen können in (Rüter, S; Diederichs, S: 2012) nachgeschlagen werden.

### 3.4 Abschneideregeln

Die Wahl der betrachteten Stoff- und Energieströme richtet sich nach deren Einsatz an erneuerbarer und nicht erneuerbarer Primärenergie je Einheitsprozess. Eine Entscheidung über die zu beachtenden Flüsse resultiert aus vorhandenen Studien zur Bilanzierung von Holzprodukten. Es wurden mindestens diejenigen Stoff- und Energieströme beurteilt, die 1 % des Einsatzes an erneuerbarer oder nicht erneuerbarer Primärenergie ausmachen, wobei die Gesamtsumme der nicht beachteten

Flüsse nicht größer als 5 % der genannten Indikatoren ist. Es wurden keine bereits bekannten Stoff- oder Energieströme vernachlässigt, die unterhalb der 1 % Grenze lagen.

Die ermittelten Inputs und Outputs, die sich aus den Angaben der Unternehmen ergaben, wurden auf Plausibilität geprüft.

Die Aufwendungen für die Bereitstellung der Infrastruktur (i.e. Maschinen, Gebäude, etc.) des gesamten Vordergrundsystems wurden nicht berücksichtigt. Dies beruht auf der Annahme, dass die Aufwendungen zur Errichtung und Wartung der Infrastruktur insgesamt oben bereits beschriebene 1 % der Gesamtaufwendungen nicht überschreiten. Die zur Betreibung der Infrastruktur nötigen energetischen Aufwendungen in Form von Wärme und Strom wurden berücksichtigt. Detaillierte Informationen zu den Abschneideregeln sind in (Rüter, S; Diederichs, S: 2012) zu finden.

### 3.5 Hintergrunddaten

Alle Hintergrunddaten wurden der GaBi Professional Datenbank entnommen.

### 3.6 Datenqualität

Die verwendeten Hintergrunddaten für stofflich und energetisch genutzte Holzrohstoffe mit Ausnahme von Waldholz stammen aus den Jahren 2008 bis 2010. Der Strommix stammt aus dem Jahr 2009, die Bereitstellung von Waldholz wurde einer Veröffentlichung aus dem Jahr 2008 entnommen, die im Wesentlichen auf Angaben aus den Jahren 1994 bis 1997 beruht. Alle anderen Angaben wurden der GaBi Professional Datenbank entnommen, die keine genaue Eingrenzung der Qualität erlaubt. Das die wesentlichen Angaben aus Primärdatenerhebungen mit hoher Repräsentanz stammen, ist die Datenqualität als sehr gut zu beurteilen.

### 3.7 Betrachtungszeitraum

Die Datenerhebung wurde über einen Zeitraum von 2009 bis 2011 durchgeführt wobei jeweils Daten für das abgeschlossene Kalenderjahr ermittelt wurden. Die Daten basieren daher auf den Jahren 2008 bis 2010. Jede Information beruht dabei auf den gemittelten Angaben 12 zusammenhängender Monate.

### 3.8 Allokation

Die durchgeführten Allokationen entsprechen den Anforderungen der EN 15804:2012 und werden im Detail in (Rüter, S; Diederichs, S: 2012) erläutert. Im Wesentlichen wurden die folgenden Sy-

stemraumerweiterungen und Allokationen durchgeführt.

### Allgemein

Alle materialinhärenten Eigenschaften wurden grundsätzlich nach physikalischen Kausalitäten alloziert, alle anderen Allokationen erfolgten auf ökonomischer Basis. Eine Ausnahme stellt die Allokation der benötigten Wärme in Kraftwärmekopplungen dar, die auf Basis der Exergie der Produkte Strom und Prozesswärme alloziert wurde.

### Modul A1

- Forst: Aufwendungen im Wald wurden auf die Produkte Stammholz und Industrieholz auf Basis ihrer Preise alloziert.
- Die Bereitstellung von Altholz berücksichtigt keine Aufwendungen aus dem vorherigen Lebenszyklus.

### Modul A3

- Holzverarbeitende Industrie: Aufwendungen wurden auf die Hauptprodukte und Reststoff auf Basis ihrer Preise alloziert.
- Die aus der Entsorgung der in der Produktion entstehenden Abfälle mit Ausnahme der holzbasierten Stoffe erfolgt auf Basis einer Systemerweiterung. Erzeugte Wärme und Strom werden durch Substitutionsprozesse dem System gutgeschrieben. Die hier erzielten Gutschriften liegen deutlich unter 1% der Gesamtaufwendungen.
- Alle Aufwendungen der Feuerung wurden im Fall der kombinierten Erzeugung von Wärme und Strom nach Exergie dieser beiden Produkte auf diese alloziert.
- Die Bereitstellung von Altholz berücksichtigt keine Aufwendungen aus dem vorherigen Lebenszyklus. (Analog zu Modul A1)

### Module D

Die in Modul D durchgeführte Systemraumraumerweiterung entspricht einem energetischen Verwertungsszenario für Altholz.

### 3.9 Vergleichbarkeit

Grundsätzlich ist eine Gegenüberstellung oder die Bewertung von EPD Daten nur möglich, wenn alle zu vergleichenden Datensätze nach EN 15804:2012 erstellt wurden und der Gebäudekontext, bzw. die produktspezifischen Leistungsmerkmale, berücksichtigt werden.

## 4 LCA: Szenarien und weitere technische Informationen

### Ende des Lebenswegs (C2-C4)

Zur Energierückgewinnung	Altholz 490,13 kg
Bzw.	
Zur Energierückgewinnung	Altholz 492,71 kg

Das Produkt wird in Form von Altholz in der gleichen Zusammensetzung wie die beschriebene deklarierte Einheit am Ende des Lebensweges verwertet. Es wird von einer thermischen Verwertung in einem Biomassekraftwerk mit einem Gesamtnutzungsgrad von 35 % und einer Effizienz der Kraftwärmekopplung von 23 % ausgegangen. Dabei

werden bei der Verbrennung von 1 t Holz (atro) (bei etwa 18% Feuchte) etwa 1231 kWh Strom und 2313 MJ nutzbare Wärme erzeugt.

### Wiederverwendungs- Rückgewinnungs- und Recyclingpotential (D)

Die exportierte Energie substituiert Brennstoffe aus fossilen Quellen, wobei unterstellt wird, dass die thermische Energie aus Erdgas erzeugt würde und der substituierte Strom dem deutschen Strommix aus dem Jahr 2009 entspricht.

## 5 LCA: Ergebnisse

### Nicht-keilgezinktes Konstruktionsvollholz KVH®

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

Produktionsstadium			Stadium der Errichtung des Bauwerks		Nutzungsstadium								Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze
Rohtstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Deponierung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	

#### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1m³ KVH, nicht keilgezinkt

		Produktion					Entsorgung				Gutschrift
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	C2	C3	C4	D			
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	-7,77E+02	9,45E+00	3,77E+01	4,39E-01	8,06E+02	0,00E+00	-3,58E+02			
ODP	[kg CFC11-Äq.]	2,01E-06	3,27E-08	7,61E-06	8,78E-10	1,19E-06	0,00E+00	-8,17E-05			
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	1,48E-01	4,12E-02	2,08E-01	1,89E-03	6,98E-03	0,00E+00	-3,69E-01			
EP	[kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -Äq.]	3,20E-02	9,44E-03	4,05E-02	4,37E-04	5,89E-04	0,00E+00	-3,78E-03			
POCP	[kg Ethen Äq.]	2,94E-02	4,24E-03	6,40E-02	2,04E-04	4,64E-04	0,00E+00	-2,49E-02			
ADPE	[kg Sb Äq.]	2,63E-04	2,76E-07	7,19E-04	9,27E-09	1,23E-07	0,00E+00	-1,95E-05			
ADPF	[MJ]	3,01E+02	1,32E+02	4,17E+02	6,20E+00	4,62E+01	0,00E+00	-4,05E+03			

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 m³ KVH, nicht keilgezinkt

		Produktion					Entsorgung				Gutschrift
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	C2	C3	C4	D			
PERE	[MJ]	4,03E+02	2,15E-01	1,05E+03	8,21E-03	4,70E+00	0,00E+00	-3,34E+02			
PERM	[MJ]	8,43E+03	0,00E+00	7,51E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
PERT	[MJ]	8,84E+03	2,15E-01	1,12E+03	8,21E-03	4,70E+00	0,00E+00	-3,34E+02			
PENRE	[MJ]	3,69E+02	1,33E+02	6,76E+02	6,23E+00	8,78E+01	0,00E+00	-7,09E+03			
PENRM	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
PENRT	[MJ]	3,69E+02	1,33E+02	6,76E+02	6,23E+00	8,78E+01	0,00E+00	-7,09E+03			
SM	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
RSF	[MJ]	3,08E+01	0,00E+00	3,11E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,25E+03			
NRSF	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
FW	[m³]	6,09E+02	3,08E+00	4,17E+02	1,17E-01	4,99E+01	0,00E+00	3,34E+03			

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

#### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: 1 m³ KVH, nicht keilgezinkt

		Produktion					Entsorgung				Gutschrift
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	C2	C3	C4	D			
HWD	[kg]	8,15E-03	0,00E+00	2,52E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,47E+00			
NHWD	[kg]	1,14E-02	0,00E+00	1,70E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,37E-02			
RWD	[kg]	2,44E-02	4,09E-04	9,26E-02	1,10E-05	1,49E-02	0,00E+00	-1,01E+00			
CRU	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
MFR	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,90E+02	0,00E+00	0,00E+00			
MER	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	3,90E+00	0,00E+00	4,90E+02	0,00E+00	-4,94E+02			
EE Strom	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
EE Wärme	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			

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; EE = Exportierte Energie je Typ
---------	--

### Keilgezinktes Konstruktionsvollholz KVH®

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

Produktionsstadium			Stadium der Er- richtung des Bauwerks		Nutzungsstadium							Entsorgungsstadium				Gutschriften und Lasten au- ßerhalb der Systemgrenze
Rohstoffversorgung	Transport	Herstellung	Transport zur Baustelle	Einbau ins Gebäude	Nutzung / Anwendung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Erneuerung	Energieeinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Wassereinsatz für das Betreiben des Gebäudes	Rückbau / Abriss	Transport	Abfallbehandlung	Deponierung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotenzial
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X

#### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ UMWELTAUSWIRKUNGEN: 1 m³ KVH, keilgezinkt

		Produktion					Entsorgung				Gutschrift
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	C2	C3	C4	D			
GWP	[kg CO <sub>2</sub> -Äq.]	-7,67E+02	6,52E+00	4,83E+01	4,42E-01	8,09E+02	0,00E+00	-3,65E+02			
ODP	[kg CFC11-Äq.]	3,81E-06	3,63E-08	1,07E-05	8,83E-10	1,19E-06	0,00E+00	-8,33E-05			
AP	[kg SO <sub>2</sub> -Äq.]	2,26E-01	2,86E-02	2,18E-01	1,90E-03	6,98E-03	0,00E+00	-3,75E-01			
EP	[kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -Äq.]	4,82E-02	6,47E-03	3,99E-02	4,39E-04	5,89E-04	0,00E+00	-3,67E-03			
POCP	[kg Ethen Äq.]	5,05E-02	2,96E-03	5,43E-02	2,05E-04	4,64E-04	0,00E+00	-2,51E-02			
ADPE	[kg Sb Äq.]	5,56E-04	1,76E-07	8,62E-05	9,32E-09	1,23E-07	0,00E+00	-6,34E-06			
ADPF	[MJ]	4,58E+02	9,12E+01	5,35E+02	6,23E+00	4,62E+01	0,00E+00	-4,11E+03			

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 m³ KVH, keilgezinkt

		Produktion					Entsorgung				Gutschrift
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	C2	C3	C4	D			
PERE	[MJ]	8,59E+02	2,49E-01	9,95E+02	8,25E-03	4,70E+00	0,00E+00	-3,35E+02			
PERM	[MJ]	8,47E+03	0,00E+00	3,79E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
PERT	[MJ]	9,33E+03	2,49E-01	1,03E+03	8,25E-03	4,70E+00	0,00E+00	-3,35E+02			
PENRE	[MJ]	5,82E+02	9,24E+01	9,05E+02	6,26E+00	8,78E+01	0,00E+00	-7,14E+03			
PENRM	[MJ]	4,98E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
PENRT	[MJ]	5,87E+02	9,24E+01	9,05E+02	6,26E+00	8,78E+01	0,00E+00	-7,14E+03			
SM	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
RSF	[MJ]	6,60E+01	0,00E+00	1,13E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,27E+03			
NRSF	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
FW	[m³]	7,22E+02	2,68E+00	5,12E+02	1,17E-01	4,99E+01	0,00E+00	3,40E+03			

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

#### ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ OUTPUT-FLÜSSE UND ABFALLKATEGORIEN: [1m³ KVH, keilgezinkt]

		Produktion					Entsorgung				Gutschrift
Parameter	Einheit	A1	A2	A3	C2	C3	C4	D			
HWD	[kg]	2,30E-02	0,00E+00	2,02E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,50E+00			
NHWD	[kg]	2,43E-02	0,00E+00	7,66E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,52E-05			
RWD	[kg]	4,61E-02	4,54E-04	1,32E-01	1,10E-05	1,49E-02	0,00E+00	-1,04E+00			
CRU	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
MFR	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	4,93E+02	0,00E+00	0,00E+00			
MER	[kg]	0,00E+00	0,00E+00	1,97E+00	0,00E+00	4,93E+02	0,00E+00	-4,95E+02			
EE Strom	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			
EE Wärme	[MJ]	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00			

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; EE = Exportierte Energie je Typ

## 6 LCA: Interpretation

### 6.1 Allgemein

Die Interpretation der Ergebnisse erfolgt anhand der Ergebnisse für keilgezinktes Konstruktionsvollholz, da diese insgesamt höher ausfallen. Der Fokus der Interpretation liegt dabei im Wesentlichen auf der Phase der Produktion (Module A1 bis A3), da diese auf konkreten Angaben der Unternehmen beruhen. Hierzu werden zunächst die in den Modulen A1 bis A3 ermittelten Ergebnisse aufsummiert und in den Kontext nationaler Emissionen gestellt. Resultierend

werden die Relevanz des Treibhauspotentials (GWP) bei den global wirksamen Emissionen und die des Versauerungspotentials (AP) und der potentiellen Bildung von Sommersmog (POCP) bei den lokal wirkenden Emissionen deutlich (Abbildung 1). (\*) Die hier durchgeführte Normierung des Treibhausgaspotentials bezieht sich ausschließlich auf die Emissionen aus fossilen Quellen. Die drei genannten wesentlichen Indikatoren werden im Folgenden näher beschrieben.

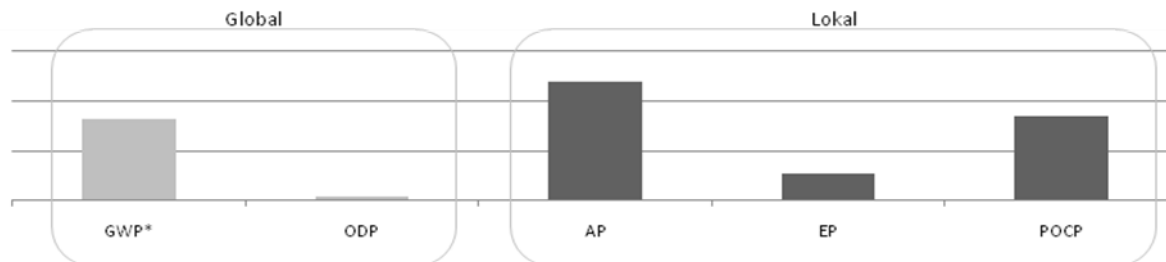


Abbildung 1: Relative Größe der Wirkungsindikatoren nach Normierung auf deutsche Gesamtemissionen.

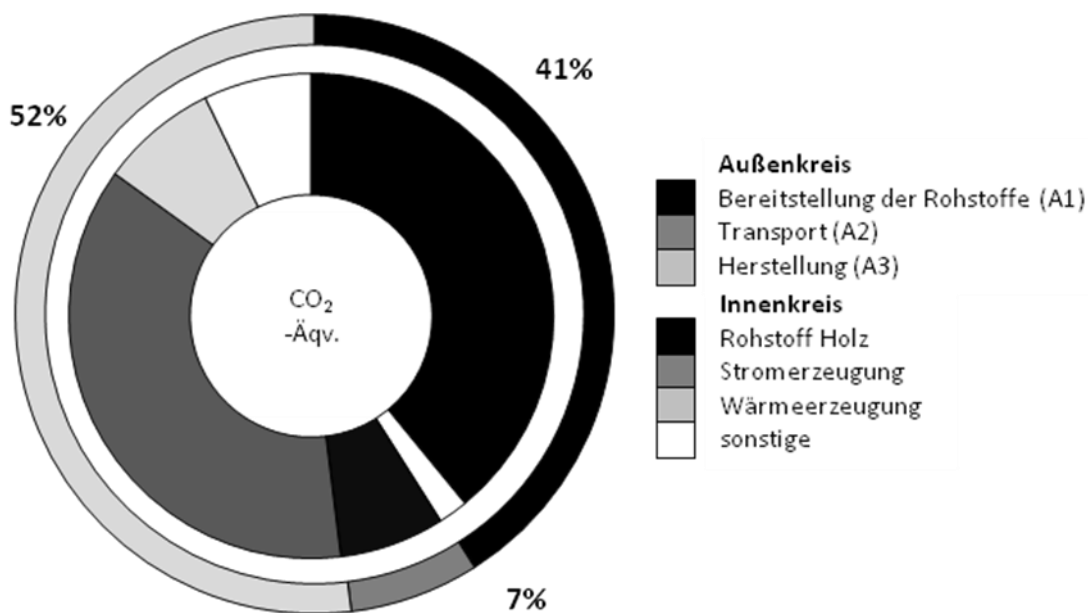


Abbildung 2: Quellen der fossilen Treibhausgasemissionen nach Modulen

Insgesamt werden von den in den Modulen A1 bis A3 bilanzierten fossilen Treibhausgasen 41% der Bereitstellung der Rohstoffe, 7% dem Transport und 52% der der Herstellung angerechnet. Die Bereitstellung der Holzrohstoffe umfasst dabei breite Bereiche der Veredlungskette, da für die Produktion entsprechend vorveredelte Produkte zugekauft werden. Im Einzelnen ist der Stromverbrauch im Werk eine wesentliche Einflussgröße (35%). Der Beitrag des Transportes der Rohstoffe, der Erzeugung von Wärme und sonstiger Emissionen, die im Wesentlichen die Verbrennung von Dieselmotoren auf dem Werksgelände umfassen, liegen jeweils bei

7% der cradle-to-gate Emissionen (Abbildung 2). Abbildung 3 zeigt die Bilanz des Kohlenstoffes aus Biomasse. Insgesamt gehen etwa 990 kg CO<sub>2</sub> in Form von in der Biomasse gespeichertem Kohlenstoff in das System ein. Hiervon werden 80 kg CO<sub>2</sub> entlang der Vorketten und 101 kg CO<sub>2</sub> im Rahmen der Wärmeerzeugung vor Ort emittiert. Etwa 4 kg CO<sub>2</sub> werden über die Verpackung dem System zugeführt und im Rahmen der Entsorgung der Verpackung wieder emittiert. Die letztlich im Konstruktionsvollholz gespeicherte Menge an Kohlenstoff wird bei seiner Verwertung in Form von Altholz dem System wieder entzogen.



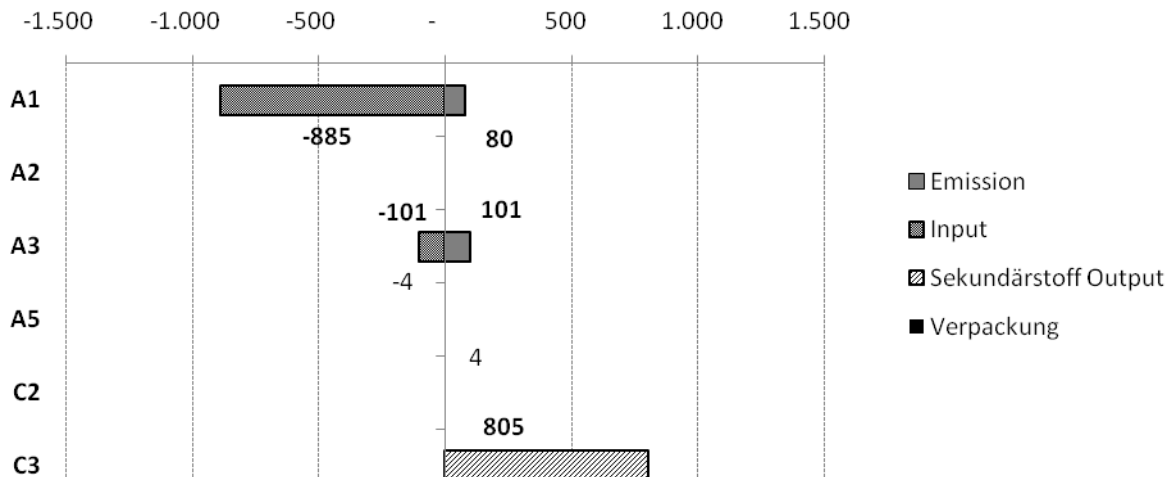


Abbildung 3: Bilanz der Kohlenstoffflüsse aus Holzrohstoffen und Produkten

## 6.2 Versauerungspotential

Im Wesentlichen sind die Verbrennung von Holz und Diesel die ausschlaggebenden Quellen für Emissionen, die einen potentiellen Beitrag zum Versauerungspotential liefern. Die Trocknung der zugekauften Produkte respektive die Bereitstellung der hierzu benötigten Wärme und die Nutzung von Kraftstoffen im Forst sorgen für einen relativ hohen Beitrag des Modul A1 (48%). Die Emissionen aus der Bereitstellung der Klebstoffe sind im Vergleich dazu unwesentlich (1%). Der Transport der Rohstoffe hat mit 6% an den gesamten cradle-to-gate Emissionen nur geringe Anteile. Im Rahmen der Herstellung vor Ort (A3) spielen die Wärmebereitstellung (25%) sowie der Stromverbrauch (11%) eine wesentliche Rolle.

## 6.3 Potential zur Sommersmogbildung

Emissionen, die zur Bildung von bodennahem Ozon beitragen, entstehen vornehmlich während der Holz Trocknung. Daneben spielen Stickoxide aus Verbrennungsprozessen eine Rolle. Dabei stammen 32% der Emissionen aus der Trocknung vor Ort. Des Weiteren stammen wesentliche Anteile aus den Trocknungsprozessen der Vorketten. Transportaufwendungen spielen eine nur untergeordnete Rolle.

## 6.4 Einsatz von Primärenergie

Erneuerbare Energieträger werden vornehmlich in Form von Holz zur Erzeugung von Prozesswärme eingesetzt. Von den insgesamt 2034 MJ stammen 179 MJ aus der Verbrennung von Altholz.

Nicht erneuerbare Energie wird hauptsächlich zur Stromerzeugung und in Form von Kraftstoffen für die Transportprozesse eingesetzt. Daneben werden kleinere Mengen zur Herstellung der Klebstoffe benötigt.

## 6.5 Spanne der Ergebnisse

Die Einzelergebnisse der teilnehmenden Unternehmen unterscheiden sich von den durchschnittlichen Ergebnissen in der Umweltproduktdeklaration. Insgesamt wurden bei den drei Indikatoren GWP, AP und POCP Abweichungen von +33%/-20% (GWP), +25%/-15% (AP) und +17%/-11% (POCP) in Relation zu den hier beschriebenen Ergebnissen gemessen. Grund für diese Abweichungen sind vornehmlich Unterschiede in den verwendeten Brennstoffen und spezifischen Stromverbräuchen der Prozesse.

# 7 Nachweise

## 7.1 Formaldehyd

Die Formaldehydemission von keilgezinktem Konstruktionsvollholz KVH® wird nach prEN 15497:2011, unter Verweis auf DIN EN 717-1:2005-01, *Holzwerkstoffe - Bestimmung der Formaldehydabgabe - Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode*, ermittelt. prEN 15497:2011 schreibt für Konstruktionsvollholz KVH® eine Prüfung mit einer Beladungszahl von 0,3 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> vor.

Emissionswerte von mit formaldehydhaltigen Klebstoffen verklebtem Konstruktionsvollholz KVH® liegen nicht vor. Für das - mit einem höheren Anteil an formaldehydhaltigen Klebstoffen – geprüften Brettschichtholz liegen die Werte bei etwa einem Zehntel des Grenzwertes nach Chemikalienverbotsverordnung (0,1 ml HCHO/m<sup>3</sup> Raumluft). Für Kon-

struktionsvollholz kann daher von einem Wert deutlich unterhalb des Grenzwertes nach Chemikalienverbotsverordnung ausgegangen werden.

Emissionswerte von mit formaldehydfreien Klebstoffen verklebtem Konstruktionsvollholz KVH® oder von Konstruktionsvollholz KVH® ohne Keilzinkenverbindungen ergeben flächenspezifische Emissionsraten im Bereich des unbeleimten Holzes.

## 7.2 MDI

Bei der Verklebung von Konstruktionsvollholz KVH® reagiert das in den verwendeten feuchtevernetzenden Einkomponenten Polyurethanklebstoffe enthaltene MDI vollständig aus. Eine MDI-Emission aus dem ausgehärteten Konstruktionsvollholz KVH® ist damit nicht möglich; eine Prüfnorm existiert nicht.

Bei Prüfungen in Anlehnung an die Messmethodik zur Bestimmung der Formaldehydemission aus DIN EN 717-2, *Bestimmung der Formaldehydabgabe - Teil 2: Formaldehydabgabe nach der Gasanalyse-Methode*, ist eine MDI-Abgabe nicht nachweisbar (Nachweisgrenze: 0,05 µg/m).

### 7.3 VOC-Emissionen

Der VOC Nachweis ist bei verkürzter Gültigkeit der EPD optional.

## 8 Literaturhinweise

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

**Allgemeine Grundsätze** für das EPD-Programm des Instituts Bauen und Umwelt e.V. (IBU), 2011-06.

**Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil A:** Rechenregeln für die Ökobilanz und Anforderungen an den Hintergrundbericht. 2011-07.

**Produktkategorienregeln für Bauprodukte Teil B:** Anforderungen an die EPD für Vollholzprodukte.  
[www.bau-umwelt.de](http://www.bau-umwelt.de)

**DIN EN ISO 14025:**2009-11, Environmental labels and declarations — Type III environmental declarations — Principles and procedures.

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

**DIN EN 14081-1:**2011-05, Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt - Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung EN 14081-1:2005+A1:2011

**DIN 20000-5:**2012-03, Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt

**DIN EN 717-1:**2005-01, Holzwerkstoffe - Bestimmung der Formaldehydabgabe - Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode; Deutsche Fassung EN 717-1:2004

**DIN EN 13501-1:**2010-01, Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten; Deutsche Fassung EN 13501-1:2007+A1:2009

**AltholzV:** Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung - AltholzV) vom 15.08.2002. Zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 26 G v. 24.2.2012 I 212

**ChemVerbotsV:** Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung - ChemVerbotsV) vom 14.10.1993. Neugefasst durch Bek. v. 13.6.2003 I 867, zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 40 G v. 24.2.2012 I 212.

**GaBi 4:** Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung. LBP, Universität Stuttgart und PE International. Version 4.4.111.1 (2011).

**Rüter, S; Diederichs, S:**2012, Ökobilanz Basisdaten für Bauprodukte aus Holz, Hamburg, Johann Heinrich von Thünen Institut, Institut für Holztechnologie und Holzbiologie, Abschlussbericht

**Herausgeber**

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

Tel. +49 (0)30 30 87 74 8 - 0  
Fax +49 (0)30 30 87 74 8 -29  
E-mail [info@bau-umwelt.com](mailto:info@bau-umwelt.com)  
Web [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)

**Programmhalter**

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

Tel. +49 (0)30 30 87 74 8 - 0  
Fax +49 (0)30 30 87 74 8 -29  
E-mail [info@bau-umwelt.com](mailto:info@bau-umwelt.com)  
Web [www.bau-umwelt.com](http://www.bau-umwelt.com)

**Inhaber der Deklaration**

Überwachungsgemeinschaft  
Konstruktionsvollholz e.V.  
Elfriede-Stremmel-Straße 69  
D-42369 Wuppertal  
Germany

Tel: +49 (0)202 978 35-81  
Fax: +49 (0)202 978 35-79  
E-mail: [info@kvh.eu](mailto:info@kvh.eu)  
Web [www.kvh.eu](http://www.kvh.eu)

**Ersteller der Ökobilanz**

Johann Heinrich von Thünen Institut  
Leuschnerstrasse 91  
21031 Hamburg  
Germany

Tel. +49 (0)40 73962-600  
Fax: +49 (0)40 73962-699  
Web [www.vti.bund.de](http://www.vti.bund.de)