

SAVE- „Ressourcenschonung von Anfang an“

Umsetzung eines Umweltkommunikationskonzeptes
am Beispiel von Holzprodukten mit den innovativen Kommunikationsinstrumenten
„Individueller Echtzeit-Umweltfootprint“ und
„Umwelt-Produkt-AMPEL“ mit Konzept, innovativen Faktoren, Datenbanktool
SAVE und APP

Anlage 1 zum Schlussbericht EPD

Datenauswertung von 83 Bauprodukt-EPD

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Creußen, 2016

Verfasser:

Dr. Gabriele Bruckner & Dr. Philipp Strohmeier
BS Umweltberatung & Management GbR
Neuenreuth 24, 95473 Creußen



dr. **BRUCKNER** & dr. **STROHMEIER**
Umweltberatung & Management

A1 - Umweltdaten aus EPD

Umweltdaten aus EPD

1 Analyisierte Ökobilanzen

Für die Umwelt-Ampel wurden folgende EPD gängiger Bauprodukte aus der Datenbank Ökobaudat und anderen sowie aus der Thünenstudie (2012) analysiert. Hierzu liegen in der SAVE-Datenbank Infos und Daten vor (Tab. A1-1).

Tab. A1-1: Auswertungen für folgende Bauprodukte aus EPD.
Anmerkungen zu Abkürzungen: Ö = Ökobaudat; Th = Thünen-Studie, 2012

Wände			
Betonwände			
Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60	Ökobaudat	EPD-IZB-2013461-D, Informationszentrum Beton GmbH	2010
Porenbeton (Mauersteine/Elemente) - leicht	Ökobaudat	EPD-HHC-2010112-D, H+H Celcon GmbH	2004
Porenbeton (Mauersteine/Elemente) - schwer	Ökobaudat	EPD-HHC-2010112-D, H+H Celcon GmbH	2004
Mauersteine Leichtbeton (nat. Zuschläge) - Vbl leicht	Ökobaudat	EPD-BVL-2013111-D, Bundesverband Leichtbeton e.V.	2013-2018
Mauersteine Leichtbeton (nat. Zuschläge) - Vbl schwer	Ökobaudat	EPD-BVL-2013111-D, Bundesverband Leichtbeton e.V.	2013-2018
Mauersteine Leichtbeton (nat. Zuschläge) - Hbl	Ökobaudat	EPD-BVL-2013111-D, Bundesverband Leichtbeton e.V.	2013-2018
Hohlblöcke aus Leichtbeton mit integr. Wärmedämmung	Ökobaudat	EPD-EKN-20130177-IAC1-DE, Betonbauteile Süd	2012
Ytong Steine aus Porenbeton/Gasbeton)	Ökobaudat	EPD-TUY-2011111-E, Turk Ytong A.S.	k.a.
Hohlblöcke aus Leichtbeton mit integr. Wärmedämmung	Ökobaudat	EPD-EKN-20130177-IAC1-DE, Knobel GmbH	k.a.
Glasfaserbeton-Platte	Ökobaudat	EPD-RSE-2012111-D, Riederer Smart Elemnets GmbH	2012-2107
Großformatige Elemente aus Leichtbeton	Ökobaudat	EPD-BVL-2013211-D, Bundesverband Leichtbeton e.V.	2011
Kalksandstein-Wände			
Kalksandstein dt.	Ökobaudat	EPD-BKS-2009111-D, BVB Kalksandstein	2012
Ziegelwände			
Poroton-Mauerziegel	Ökobaudat	EPD-POR-2008111-D, D.Poroton	2004
Ziegel (+Mineralwolle)	Ökobaudat	EPD-POR-2011311-D, D.Poroton	2009
Ziegel (+Perlitte) Poroton S	Ökobaudat	EPD-POR-2011211-D, D.Poroton	2010

Ziegel (+Perlitte) Poroton T	Ökobaudat	EPD-POR-2011211-D, D.Poroton	2010
Ziegel (+Perlitte)Poroton WDF (Wärmedämmfassade)	Ökobaudat	EPD-POR-2011211-D, D.Poroton	2010
Decken			
aus Beton			
Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60	Ökobaudat	EPD-IZB-2013461-D, Informationszentrum Beton GmbH	2010
Fassaden			
auf Zementbasis			
Faserzement-Paneele Cedral	Ökobaudat	EPD-ETE-2013211-D	2013-2018
Eternit (Dach-/Fassadenplatten) auf Zementbasis	Ökobaudat	EPD-ETE-2013411-D, Eternit AG	2013-2018
Eternit Putzträgerpl. Blucelad	Ökobaudat	EPD-ETE-2013311-D, Eternit AG	2013-2018
Eternit Fassadentafeln (a)	Ökobaudat	EPD-ETE-2013111-D	2013-2018
Eternit Fassadentafeln (b)	Ökobaudat	EPD-ETE-2013111-D	2013-2018
Glasfaserbeton-Platte	Ökobaudat	EPD-RSE-2012111-D, Riederer Smart Elemnets GmbH	2012-2107
auf Metallbasis			
Fassadenbleche aus Aluminium-Metall	Ökobaudat	EPD-MWL-2013211-D, Metawell A2, Metawell GmbH	2013-2018
Profiltafeln aus Stahl - Trapezprofil	Ökobaudat	EPD-IFBS-2013211-D, IFBS für Dach/Wand/Decken	2012-2018
Profiltafeln aus Stahl - Kas-tenprofil	Ökobaudat	EPD-IFBS-2013211-D, IFBS für Dach/Wand/Decken	2012-2018
Dämmmaterial			
Mineralwolle			
Mineralwolle (mit ECOSE) - Innenausbau	Ökobaudat	EPD-KNI-2011211-D für TP 115, KnaufInsulation GmbH	2011
Mineralwolle (mit ECOSE) Decken/ Zwischensparrend.	Ökobaudat	EPD-KNI-2011111-D, KnaufInsulation GmbH	2011
Mineralwolle (mit ECOSE) Dachdämmung	Ökobaudat	EPD-KNI-2011111-D, KnaufInsulation GmbH	2011
Mineralwolle (mit ECOSE) Fassadendämmung	Ökobaudat	EPD-KNI-2011311-D, KnaufInsulation GmbH	2011
Mineralwolle (mit ECOSE) Fassadendämmung	Ökobaudat	EPD-KNI-2011311-D, KnaufInsulation GmbH	2011
Glaswolle			
Unkaschierte Glaswolle-Platten/Filze	ökobaudat	EPD-GHI-2011212-D, Saint-Gobain ISOVER G+H AG	2011
Steinwolle			
Steinwolle Dachdämmplatte DDP DDP-RT	Ökobaudat	EPD-KNI-2013811-D, KanufInsulation GmbH	2013-2018
Unkaschierte Steinwolle-Platten und -Filze	Ökobaudat	EPD-GHI-2011112-D, Saint-Gobain ISOVER G+H AG	2011
EPS (Hartschaum, Styropor) - Dämmstoffe			

EPS Hartschaum für Wände und Dächer (Styropor, W/D-040)	Ökobaudat	EPD-IVH-2009311-D, Industrierverband Hartschaum	2009
EPS Hartschaum für Wände und Dächer (Styropor, W/D-035)	Ökobaudat	EPD-IVH-2009311-D, Industrierverband Hartschaum	2009
EPS Hartschaum für Decken / Böden (Styropor, W/D-040)	Ökobaudat	EPD-IVH-2009111-D, Industrierverband Hartschaum	2009
EPS Hartschaum für Decken / Böden (Styropor, W/D-035)	Ökobaudat	EPD-IVH-2009111-D, Industrierverband Hartschaum	2009
EPS Fassadendämmplatte (Quatro, Alistherm Carbon)	Ökobaudat	EPD-DAW-2011411-D, alsecco GmbH	2011
XPS-Dämmstoffe			
XPS-Dämmstoff (XPS = extrudierter Polystyrolschaum)	Ökobaudat	EPD-FPX-2010111-D, FPX-Fachvereinigung-Polystyrol-Extruderschäumstoff	2009
XPS-Dämmplatte (XENERGY)	Ökobaudat	EPD-DOW-2013111-D	2013-2018
PUR-Dämmstoffe			
Polyurethan-Fußbodendämmung (WLS 028)	Ökobaudat	EPD-IVPU-2010112-D; IVPU Industrierverband Polyurethan Hartschaum e.V.	2010
Polyurethan-Stelldachdämmung (WLS 028)	Ökobaudat	EPD-IVPU-2010112-D, IVPU Industrierverband Polyurethan Hartschaum e.V.	2010
Polyurethan-Passivhausdämmung (WLS 028)	Ökobaudat	EPD-IVPU-2010112-D, IVPU Industrierverband Polyurethan Hartschaum e.V.	2010
Polyurethan-Dämmstoffe	Ökobaudat	EPD-IVPU-2010112-D, IVPU Industrierverband Polyurethan Hartschaum e.V.	2010
Polyurethan-Dämmstoffe	Ökobaudat	EPD-IVPU-2010112-D, IVPU Industrierverband Polyurethan Hartschaum e.V.	2010
Holzämmstoffe (Holzwolleplatten, Holzfaserdämmplatten) - für Außenwände			
Holzfaserdämmplatten ^{Ultratherm}	Ökobaudat	EPD-GTX-2011111-D, Gutex	2011
Holzfaserdämmplatten ^{Thermowall}	Ökobaudat	EPD-GTX-2011111-D, Gutex	2011
Holzfaserdämmplatten ^{Thermowall pf}	Ökobaudat	EPD-GTX-2011111-D, Gutex	2011
Holzfaserdämmpl. ^{Thermosafe homogen}	Ökobaudat	EPD-GTX-2011111-D, Gutex	2011
Holzämmstoffe (Holzwolleplatten, Holzfaserdämmplatten) - wegen ihrer Lambdawerte eigentlich eher für die Dämmung von Dach, Zwischensparren und Innendämmung geeignet sind.			
Heraklit Holzvolle Leichtbauplatten stand.	Ökobaudat	EPD-KNI-2012511-D, Heraklith	2012
Holzfaserplatten DHF	Ökobaudat	EPD-EHW-2008611-D, Egger GmbH	2013
Holzfaserplatten DFF	Ökobaudat	EPD-EHW-2008611-D, Egger GmbH	2013
MDF (Mitteldichte Faserplatte)	Ökobaudat	EPD-EHW-2008311-D	2012
HDF (Hochdichte Faserplatte)	Ökobaudat	EPD-EHW-2008311-D	2012
MDF beschichtet	Ökobaudat	EPD-EHW-2008311-D	2012
MDF	Thünen		2012
HDF	Thünen		2012
Sonderdämmstoffe			
Mikroporöse Calciumsilikat-Wärmedämmstoffe	Ökobaudat	EPD-CSP-2013111-D, Calsitherm Silikatbaustoffe GmbH	2013-2018
WDVS-Systeme (WärmeDämmVerbundSysteme)			
WDVS *StoTherm Classic (im Fertigholzhausbau)	Ökobaudat	ESD-STO-2012651-D; Sto Aktiengesellschaft	2012
WDVSmit PUR Hartschaumkern und farbig beschichteten Metalldeckenschalen für Dach/Wand/Decke	Ökobaudat	EPD-TKS-2011311-D; TyssenKrupp Stell Europe AG	2010
WDVS mit Mineralfaser Lamellen-Dämmplatten geklebt	Ökobaudat	EPD-FVW-2011111-D, Fachverband WDVS	2011
Platten und nicht-tragende Trennwände für den Innenausbau für den Innenausbau			
Gipskartonplatte	IBU	k.a	2007
Nichttragende Trennwände aus Gips Wandplatten	Ökobaudat	ESD-BVG-2013121-D, BV Gipsindustrie	2013-2018
Gips/Gipsplatte Deutschland (2010)	Datengr. Probas	Berechn. HvH, 2014	Ber.: 2014
Bodenbeläge			

Vinyl Fußboden	Ökobaudat	EPD-JHP-2013311-E, James Halstead	k.a
Polyvinylchlorid Boden	Ökobaudat	EPD-ERF-2013111-E, ERFMI, European Resilient Flooring Manufacturing Intitute	2103-2018
Laminatboden	Ökobaudat	EPD-EHW-2008211-D, EggerGmbH & Co KG	2007
Textiler Bodenbelag - aus Polyamidkunststoff (PP und PES)	Ökobaudat	EPD-GUT-2009511-D, „GUT“, Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V / Nummer der englische EPD: EPD-IFF-2011411-E von GUT / und weiter englische Version: EPD-IFF-2011311-E, von GUT	2012
Kreamische Fliesen und Platten	Ökobaudat	EPD-IKF-2011111-D, Industrierverband Keram. Fliesen und Platten e.V	2011
Holz / Holzwerkstoffe			
Spanplatten-roh Eurospan	Ökobaudat	EPD-EHW-2008511-D, Egger	2013
Beschichtete Spanplatten Eurodekor	Ökobaudat	EPD-EHW-2008511-D, Egger	2013
Leichtbauplatten roh ^(Eurolight)	Ökobaudat	EPD-EHW-2008411-D, Egger	2013
Leichtbauplatten beschichtet ^(Eurolight)	Ökobaudat	EPD-EHW-2008411-D, Egger	2013
KLH Massivholzplatten ^(Kreuzlagenholz)	Ökobaudat	EPD-KLH-2012111-D, KLH Massivholz GmbH	2012-2017
OSB Eurostand	Ökobaudat	EPD-EHW-2012113-D, Egger	2012-2013
Nadel-Schnittholz frisch	IBU	EPD-EHW-2011811-D, Egger	
Nadel-Schnittholz frisch	Thünen	Thünen Studie	2012
Schnittholz, Fichte 12%	IBU		
Schnittholz Eiche 12%	IBU		
Nadel-Schnitth. techn. getr.	IBU	EPD-EHW-2011811-D, Egger	
Nadel-Schnitth. techn. getr.	Thünen	Thünen Studie	2012
Laub-Schnitth. techn. getr.	Thünen	Thünen Studie	2012
Nadel-Hobelware	IBU	EPD-EHW-2011811-D, Egger	
Nadel-Hobelware	Thünen	Thünen Studie	2012
KVH	IBU	EPD-SHL-201200018-IBG1-DE; DUO/TRIO; Studieng.-Holzleimbau-Überwachungsg. Konstruktionsvollholz	
KVH - nicht keilgezinkt	IBU	EPD-SHL-201200018-IBG1-DE; Überwachungsg. Konstruktionsvollholz	
KVH - keilgezinkt	IBU	EPD-SHL-201200018-IBG1-DE; Überwachungsg. Konstruktionsvollholz	
KVH	Thünen	Thünen Studie	2012
OSB-Platte	IBU	EPD-PFL-2009111-D; Pfeiderer	
OSB-Platte	IBU	EPD-GLU-2010211-D; Glunz	
OSB-Platte		EPD-KRO-2009111-D; Kronoply	
OSB-Platte		EPD-EHW-2012113-D; Egger	
OSB-Platte	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Brettschichtholz-Standard	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Brettschichtholz-Sonderf.	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Brettschichtholz		Ökobaudat	
Balkenschichtholz	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Balkenschichtholz		Ökobaudat	
Brettspertholz	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Furnierspertholz	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Furnierspertholz	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Spanplatte roh	IBU	EPD-VHI-2012111-D; VHI Verband der dt. Holzwerkstoffindustrie	
Spanplatte roh	IBU	EPD-KAI-2011111-D; Kaindl	
Spanplatte roh	IBU	EPD-NBA-2012111-D; AirMaxx	
Spanplatte roh	IBU	EPD-GLU-2010311-D; Glunz	
Spanplatte roh	IBU	EPD-FMX-2012211-D; FunderMax	
Spanplatte roh	IBU	EPD-EHW-2008511-D; Egger	
Spanplatte roh	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Spanplatte beschichtet		EPD-VHI-2012111-D; VHI Verband der dt. Holzwerkstoffindustrie	
Spanplatte beschichtet		EPD-KAI-2011111-D; Kaindl	
Spanplatte beschicht. ^{Melamin}		EPD-KAI-2011111-D; Kaindl	
Spanplatte beschicht. ^{CLP}		EPD-KAI-2011111-D; Kaindl	
Spanplatte beschichtet		EPD-NBA-2012111-D; AirMaxx	

Spanplatte beschichtet		EPD-GLU-2010311-D; Glunz	
Spanplatte beschichtet		EPD-FMX-2012211-D; FunderMax	
Spanplatte beschichtet		EPD-EHW-2008511-D; Egger	
Spanplatte beschichtet	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Röhren-Spanplatte		EPSD-VHI-2012111-D; VHI Verband der dt. Holzwerkstoffindustrie	
Röhren-Spanplatte	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Holzfaserdämmplatten MDF	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Holzfaserdämmplatten HDF	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
3-/5 Sch Massivholzplatten	Thünen	Thünen Studie; MW-Dt.	2012
Laminatfußboden	Ökobaudat	EPD-EHW-20130012-IBC1-DE; Egger	
Massivholzparkett	Thünen	Thünen Studie	2012
Mehrschichtparkett	Thünen	Thünen Studie	2012

EPD angegebenen „funktionalen Einheit“ zu tun bei der die Umweltdaten rein rechnerisch auf m³, m² oder t bezogen sind. Die „bauFunktion“ (bau-funktionale Einheit) ist die eigentliche Größe nach der man Bauprodukte vergleichen sollte. Die Umweltparameter sind in EPD oft auf 1 m³ oder Tonne bezogen. Die reale funktionale Einheit in Bau kann aber anders sein, da man die Umweltwirkung z.B. pro Wand oder noch besser pro Funktionseinheit Wand-Dämmung-Fassade: (1) Wand + (2) Dämmung + (3) Fassade vergleichen muss. Warum dies wichtig ist zeigen die folgenden Ausführungen und Beispiele.

2.2 Baufunktionale Einheit „Tragende Außenwand“

2.2.1 Berechnungsgrundlagen

Will man die Umweltwerte von Wänden vergleichen wie beispielsweise eine Betonwand, eine Ziegelwand und eine Holzwand, so reicht es nicht den GWP-Wert von Stahlbeton, Ziegelsteinen und Holz pro m³ oder m² zu vergleichen.

Dies soll im Folgenden näher erläutert werden durch (a) zunächst einen Blick auf die Wandarten und dann (b) Umrechnungsfaktoren sowie berechnete Umweltdaten je Wandart. Mögliche Materialkombinationen für den Aufbau von tragenden Wänden sind (Tab. A1-3): **(1) Stahlbetonwände, (2) gemauerte Wände mit Mauersteinen aus (a) Ziegel, (b) Kalksand, (c) Beton und (3) Wände aus Holz mit (a) Massivholzmauern, (b) Holzrahmenbau.** Für diese Wandtypen wurden Umweltwerte für die Baufunktion „tragende Wand“ berechnet.

Tab. A1-3: Materialkombinationen für tragende Wände aus Stahlbeton, gemauerte Wände aus Ziegeln und Betonsteinen sowie verschiedene Typen von Holzwänden.

Material	Kombi
(1) Stahlbetonwände	Beton C50/C60 + Baustahl (Gitter, Streben, Matten)
(2a) Mauern aus Ziegeln	Ziegel + Mörtel
(2b) ... aus Kalksandstein	Kalksandsteine + Mörtel
(2c) ... aus Betonsteinen	Betonsteine + Mörtel
(3a) Holzwände aus	Kreuzlagen-, Brettsperrholz
(3b) Holzwände aus Holzrahmenbau	KVH/BSH + Platten (OSB, Sperrholz); Bauschnittholz + Platten (OSB, Sperrholz)

(1) Stahlbetonwände

Bei Stahlbeton kann die Wanddicke flexibel festgelegt werden. Pro 1 m³ Beton wird als stabilisierendes Element Baustahl eingebettet. Meist sind dies je Bauausschreibung 40 – 300 kg Stahl pro m³ Beton (www.gutefrage.net). Als Mittel wird eine Menge von ca. 170 kg Stahl pro m³ Beton angenommen.

2 Baufunktionale Einheit

2.1 Umrechnungen von Umweltwerten aus EPD

Die in angegebenen Umweltwert in den EPD können nicht einfach so ungeprüft von den in den EPD angegebenen Tabellen mit diesen Werten in Datenbanken übernommen werden. Umrechnungen von Umweltwerten aus EPD waren nötig, um eine grobe Vergleichbarkeit zu erreichen.

Da in den einzelnen EPD sehr unterschiedliche Angaben für die „deklarierte Einheit“ angegeben sind, also auf was sich die genannten Umweltwerte beziehen (Angaben in m³, m², kg, t), wurden von allen analysierten EPD die Umweltwerte umgerechnet auf die in Tabelle A1-2 genannten Einheiten. Das heist soweit dies möglich war, soweit also die zur Umrechnung nötigen Angaben in der EPD vorhanden waren (z.B. Dicken, Rohdichten usw.). Wo dies nicht vorhanden war (oft), wurde Daten für mittlere benötigte Größen aus Veröffentlichungen bzw. den Internet entnommen, was vor allem für den Bereich „baufunktionale Einheit“ zutrifft.

Tab. A1-2: Umgerechnete Umweltwerte mit folgenden Größenordnungen in der SAVE Datenbank. Ausgehend von den diversen „deklarierten Einheiten“ in den EPD von m³, m², kg, t. Benötigte Umrechnungsgrößen: m², Dicke des Bauteils, Rohdichte, vor allem bei der Dämmung: Wärmeleitfähigkeit.

Einheiten für Umweltdaten in [kg/m ³]; [kg/m ²]; [kg/m ² Funktion]; [kg/t]	Volumeneinheit in [m ³]	reine Flächeneinheit in [m ²]	Gewichtseinheit in [t]	Baufunktionale Einheit in [m ² bauFunktion]
Wandmaterialien	m ³	m ²	t	m ² -bauF
Dämmungen	m ³	m ²	t	m ² -bauF
Fassaden	m ³	m ²	t	m ² -bauF
Bodenbeläge	m ³	m ²	t	m ² -bauF
Innenausbau	m ³	m ²	t	m ² -bauF

Die für die SAVE-Datenbank neu berechneten Daten zur bau-funktionalen Einheit beziehen sich auf die Dicke und den Mengenbedarf des Produktes gemäß seiner Funktion. Sie hat nichts mit den in

Info - Stahlbetonwände

Einleitendes. Stahlbeton ist mit über 100 Millionen verbauten Kubikmetern im Jahr der wichtigste Baustoff Deutschlands. 12% der deutschen Stahlproduktion werden jährlich zu rund 6 Millionen Tonnen Betonstahl verarbeitet. Der Einsatz von Stahlbeton statt des unbewehrten Betons ist notwendig, wenn in einem Bauteil Zugspannungen auftreten, die zu einem schlagartigen Versagen der Gesamttragfähigkeit führen könnten. Die Weltstahlproduktion betrug 2011 etwa 1.515 Mill. Tonnen, davon 45% aus China, 7% aus Japan, 7,5% aus GUS (Russland, Ukraine usw.), 7,7% aus Nafta (USA, Kanada, Mexiko) und 12% EU-27. Deutschland hat 3% Anteil an der Weltstahlproduktion. (Stahlstatistik-Welt; Stahlmarkt 07/2012).

Pro: Nichtbrennbarkeit und hoher Feuerwiderstand

Contra: Gefahr von Rissbildung. Das Eigengewicht vergrößert als tote Last die erforderliche Betonstahlmenge und kann bei schlanken Konstruktionen durch Rissbildung zu Verformungen führen. Hier ist eine Verbundkonstruktion oder Spannbeton geeigneter. Spannbeton unterscheidet sich vom Stahlbeton durch eine planmäßige Vorspannung der Stahleinlagen. Damit werden die Zugspannungen überdrückt und eine Rissbildung und Bauteilverformung stark reduziert. Stahlrost im Beton. Dies kann vor allem bei befahrenen Flächen in bodennahen Zonen ein Problem sein, durch Regenwasser oder tausalzhaltigem Schneematsch. Sanierung der betroffenen Bereiche ist möglich aber nicht billig. Auch Stahl sollte immer einen Korrosionsschutz enthalten.

Typische Einsatzbereiche: Decken, Balken oder Bodenplatten, Brückenpfeiler, Stützwände.

Mengen: pro 1 m³ Beton wird hier als stabilisierendes Element Stahlbeton eingebettet. In der Regel sind dies etwa je nach Bauausschreibung 40 – 300 kg Stahl pro m³ Beton (www.gute-frage.net). Als Mittel wird eine Menge von ca. 170 kg Stahl pro m³ Beton angenommen.

Kosten für den Wandbau: 1 m³ Beton kostet etwa 120-150 € (mittel 135 €/m³). Baumatten aus Stahl kosten ca. 1,50-1,7 €/kg Stahl (Kosten für den Privatmann, für gewerblichen Bau sicher günstiger; www.frag-den-heimwerker.com). Das würde bei den oben genannten Mengen ca. 60 – 510 €/Stahl im m³ Stahlbeton bedeuten, im Mittel angenommen ca. 270 €/Stahl im m³ Stahlbeton. Da wären zusammen ca. 180 – 660 €/m³ Stahlbeton, im Mittel ca. 400 €/m³ Stahlbeton.

(2) Gemauerte Wände aus Beton-, Kalksand-, und Ziegelsteinen

Bei Ziegeln und anderen gemauerten Wänden wird eine in der Regel in EPD, Bauratgebern und im Internet eine mittlere Wanddicke von 30 cm angegeben (Dicken: 10 bis >40 cm). Maurermörtel hat laut EPD-BMT-2009111-D eine Ergiebigkeit von 0,6 - 0,65 Liter/kg. Es werden 34-37 kg/m² bei einer Wanddicke von 18 cm bis 48-52 kg/m² bei einer Wanddicke von 37 cm Maurermörtel gebraucht. Das sind 6,12 – 6,66 kg/m³ bis 17,76 – 19,24 kg/m³. Also ca. 6 kg/m³ bis 19 kg/m³. Die Umweltwerte die in der EPD auf 1 m³ bezogen sind, werden in der baufunktionalen Berechnung angenommen als eine Wand mit 0,3 Meter Dicke, 1 m Höhe und 3,3 m Länge (1 m²).

(3) Wände aus Kreuzlagenholz

Auch in der EPD für Kreuzlagenholz wird eine Wanddicke von 30 cm angegeben, auf die auch die Um-

weltwerte der EPD bezogen wurden. Generell sind bei Massivholzmauern Wanddicken von 10 cm (Innenausbau) bis über 40 cm Außenwände üblich. Die Umweltwerte die in den EPD auf 1 m³ bezogen sind werden in der baufunktionalen Berechnung angenommen als eine Wand mit 0,3 Meter Dicke, 1 Meter Höhe und 3,3 Meter Länge (1 m²).

(4) Wände aus Holzrahmenbau

Holzrahmenbau ist eine sehr flexible Bauweise, die Bemessung einer durchschnittlichen Wand in Holzrahmenbauweise kann deshalb durchaus sehr unterschiedlich sein. Laut FNR (Holzhauskonzepte) besteht eine Holzrahmenkonstruktion heute jedoch im Schnitt zumeist aus Rahmen im Abstand von 62,5 cm mit Abmessungen von 6*20 cm. Aus diesen angegebenen Abständen und der Stärke resultieren etwa 4 Rahmen auf 2 m Breite (2,05 m). Das ergibt durchschnittlich 2 Rahmen pro m Wandbreite.

Die Konstruktion ist oben und unten durch Querhölzer begrenzt. Bei einer durchschnittlichen Höhe eines Wandelements von etwa 2,5 Meter ergibt sich eine Länge von 1,6 m Querhölzer (2*0,8m) pro Meter Wandbreite. Insgesamt ergibt sich bei den Abmessungen der Hölzer ein Volumen von 0,26 m³ pro m² Wand. Die Wand ist außen und innen beplankt, in der Regel mit OSB-Platten. Bei einer Dicke von 30 mm ergeben sich Volumina von 0,06 m³ Platten pro m² Wand. Die Breite des Grundgerüsts der Holzwand ist also 20 cm KVH oder Bauholz sowie vorne und hinten jeweils eine meist 3 mm starke Platte (OSB oder Spanplatte). Das sind zusammen ca. 26 cm Wandstärke, also vergleichbar mit ca. 30 cm der anderen Wände.

2.2.2 Umrechnungsfaktoren

Umrechnungswerte für die in EPD meist angegebenen Umweltwerte in m³ sind für die funktionalen Wandeinheiten wie folgt berechnet:

Umrechnungswerte für Wände

Umrechnung der angegebenen Umweltwerte in EPD (meist) von 1 m³ auf eine Funktionseinheit von 0,3 Meter Dicke, 1 Meter Höhe und 3 Meter Länge.

[Werte⁽¹⁾ / 3,3 + Werte⁽²⁾ / xx]

[Werte⁽³⁾ * 0,26 + Werte⁽⁴⁾ * 0,06]

(1) Umweltwerte für Stahlbeton, Mauersteine (Beton, Kalksand, Ziegel), Massivholzmauern (Kreuzlagenholz oder BSH)

(2) Umweltwerte für Maurermörtel

(3) Umweltwerte für KVH und Baushcnittholz)

(4) Umweltwerte für OSB und Span-Platten

2.3 Baufunktionalen Einheit „Dämmung“

Bei der Dämmung kommt es im Sinne des Klimaschutzes auf die reale Energieeinsparung an. Dabei kommt es sowohl **(1) auf die Energieeinsparung der Dämmung** als auch **(2) auf die Energieeinsparung der Wand** an. Man muss also das letztlich das Funktionssystem Wand-Dämmung betrachten. Die Bedeutung zeigt der folgende Vergleich.

Energie effizientes Bauen ist mit Stahlbeton schlecht möglich. Auf jede Wand aus Stahlbeton muss eine dicke Schicht aus Dämmstoffen aufgebracht werden. Der Wärmeschutz von Stahlbeton ist im Vergleich mit anderen Baustoffen sehr schlecht. Baustahl hat laut EPD eine Wärmeleitfähigkeit von 80 W/(mK). Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60 hat laut EPD eine Wärmeleitfähigkeit von 1,15 – 1,65 W/(mK). Großformatige Elemente aus Leichtbeton laut EPD etwa 0,9 W/(mK). In Vergleich dazu hat Vollholz (senkrecht zur Faser) eine Wärmeleitfähigkeit von 0,09 – 0,19 W/(mK). Das heißt in Verbundsystem Wand-Dämmung Fassade muss eine Holzwand deutlich weniger gedämmt werden um den gleichen Verbunddämmwert zu erreichen als ein Stahlbetonbau.

2.3.1 U-Wert + Dämmstoffdicke = Umweltwirkung Dämmstoffe Dämmstoffdicken für die ENEV

Für die ENEV und Förderungen bei der KfW-Bank und anderen Banken ist der U-Wert wichtig, denn durch die Dämmung können prinzipiell hohe Energieeinsparungen erzielt werden. Hat die Außenwand aber bereits beispielsweise einen U-Wert von 0,5 W/m²K, so bringt dieser Aufwand nur eine geringe Verbesserung. Ebenso kann man mit einer sehr dicken Dämmung bei entsprechend falschem Nutzerverhalten so gut wie keine zusätzliche Einsparung erzielen, da ein Teil der Wärmeenergie beispielsweise auch durch Lüften entweichen kann. Lüften kann aber gerade bei bestimmten Dämmungen zwecks gesundem Raumklima und als Vorbeugung gegen Schimmelbildung notwendig sein.

Wand-Dämmung-Fassade sollten in der Umweltbilanz als Einheit betrachtet werden (!), denn erst der gesamte Blick auf das System Wand-Dämmung Fassade macht die Unterschiede zwischen Baustoffen deutlich. Der reine U-Wert macht nicht den Umweltunterschied.

Der in der ENEV erlaubte Wert bei Dämmstoffen von 0,045 W/(m²*K) wird von nahezu allen gängigen Dämmstoffen eingehalten, die Werte zwischen 0,03 und 0,45 haben, wie z.B. Holzfaserdämmstoffe, Steinwolle, Glaswolle, Mineralwolle und Dämmstoffe auf Polyurethanbasis: EPS, XPS. Und auch WDVS-Systeme erreichen diese Dämmwir-

kung. Beispiele: Sandwichelemente mit PUR Hartschaumkern (EPD-TKS-2011311-D) oder WDVS mit Mineralfaser-Dämmplatten (EPD-FVW-2011111-D)

Dass sich jedoch die Umweltwirkung dieser Dämmstoffe sehr deutlich in den Vorketten und der Nachnutzung unterscheidet wird später noch diskutiert. Im Bestand und in der Sanierung wo es vor allem um Ziegel oder Betonwände geht, darf also nicht nur der U-Wert für die Ermittlung der Umweltwirkung herangezogen werden.

Formeln

Wärmedurchgangswert: $U = 1/R_t$ in [W/m₂*K]

Wärmedurchgangswiderstand:

$R_t = 1/U$ in [m₂*K/W]

$R_T = \text{Dicke (m)} / \text{Wärmeleitfähigkeit (W/mK)}$

Gesamtwärmedurchgangswert Bauteil:

$R_{t\text{-ges}} = \text{Summe der Widerstände}$

Wärmeleitfähigkeit (Lambda)

$\text{Lambda} = W / (m^*k) = J / (m^*s^*k)$
 $= (J^*s) / (m_2^*s^*k) = (kg^*m) / (s_3^*k)$

Wärmestrom: $W = J/s$

Zur Einhaltung der EnEV sind bei der Dämmung von Außenwänden mit diversen Wandmaterialien unterschiedliche Dämmstoffdicken nötig. Tabelle A1-4 zeigt die Berechnungsschritte die hierfür nötig sind. Mittels der folgenden Dämmstoffumrechnungstabelle (Tab. A1-5) können die Dämmstoffdicken zur Einhaltung der EnEV bei Außenwanddämmung mit diversen Materialien ermittelt werden.

Tab. A1-4: Berechnung der Dämmstoffdicken gemäß ENEC für verschiedene Wandmaterialien.

Anmerkungen zur Berechnung der Dämmstoffdicken: (1) Ziegelwände. Ziegelwände haben im Durchschnitt (v.a. im Sanierungsbau) eine Dicke von 20 – 30 cm. Ziegelsteine haben eine Rohdichte von 390 – 1.400 kg/m³ (vgl. EPD-Tab). Leichte Ziegelsteine sind zur Dämmung und um die EnEV einhalten zu können vor allem mit Mineralwolle oder Perlitte gefüllt. Diese leichte Dämmziegel haben Dicken von 30 bis 40 cm. Standardmasse bei Holzwerkstoffplatten sind 1 m² pro Platte; Standardmasse bei EPS-Platten sind 0,5 m² pro Platte.

Betrachtungseinheit 1 m ² Wand; alles bezogen auf 30 cm Wanddicke // Wand-Material	U-Wert-Wand (EnEV) in [W/(m ² K)]	Wand Rt-Wert in [m ² K/W]	Differenz für Dämmstoff Rt-Wert in [m ² K/W]	Lambda in [W/(mK)] = WLK	Dämmstoff mit 0,03 W/mK: notw. Dicke in cm	Dämmstoff mit 0,04 W/mK: Notw. Dicke in cm	Beispiel
Idealwand nach EnEV	0,24	4,17		0,072 = 007			
Holzblockwand (600, Fichte, Kiefer/Tanne)	0,4	2,5	1,67	0,12 = 012	5 cm	6,7 cm	0,025 W/mK mit < 5 cm; 0,03W/mK mit 5 cm; 0,032 W/mK ab ca. 5-6 cm; 0,035 W/mK ab ca. 6 cm; 0,04 W/mK ab ca. 6-7 cm; 0,045 W/mK ab ca. 7-8 cm; 0,050 W/mK ab ca. 8-9 cm
Leichtziegel (600 Dichte, Perlitte)	0,43	2,33	1,84	0,13 = 013	5,5 cm	7,4 cm	0,025 W/mK ab <5 cm; 0,03W/mK ab 5 cm; 0,032 W/mK ab ca. 7 cm; 0,035 W/mK ab ca. 8 cm; 0,04 W/mK ab ca. 9 cm; 0,045 W/mK ab 10 cm; 0,050 W/mK ab >10 cm
Holzspanbeton (600)	0,65	1,53	2,64	0,20 = 020	7,9 cm	10,6 cm	0,025 W/mK ab <10 cm; 0,03W/mK ab < 10 cm; 0,032 W/mK ab < 10 cm; 0,035 W/mK ab < 10 cm; 0,04 W/mK ab < 12 cm; 0,045 W/mK ab 12 cm; 0,050 W/mK ab < 15 cm
Gasbeton bewehrt (800)	0,83	1,2	2,97	0,25 = 025	8,9 cm	11,9 cm	0,025 W/mK ab 10 cm; 0,03W/mK ab > 10 cm; 0,032 W/mK ab < 12 cm; 0,035 W/mK ab 12 cm; 0,04 W/mK ab < 15 cm; 0,045 W/mK ab 15 cm; 0,050 W/mK ab < 20 cm
Vollziegel (1.200)	1,30	0,77	3,4	0,39 = 039	10,2 cm	13,6 cm	0,025 W/mK ab < 15 cm; 0,03W/mK ab 15 cm; 0,032 W/mK < 20 cm; 0,035 W/mK ab 20 cm; 0,04 W/mK ab >20 cm; 0,045 W/mK ab 25 cm; 0,050 W/mK ab < 30 cm
Leichtbeton (1200)	1,53	0,66	3,51	0,46 = 046	10,53	14 cm	0,025 W/mK ab > 15 cm; 0,030W/mK ab 20 cm; 0,032 W/mK ab 25 cm; 0,035 W/mK ab 25 cm; 0,04 W/mK ab < 30 cm; 0,045 W/mK ab 30 cm; 0,05W/mK ab > 30 cm
Kalksandstein (1.400)	1,67	0,6	3,57	0,50 = 050	10,7 cm	14,3 cm	0,025 W/mK ab 20 cm; 0,030 W/mK ab > 20 cm; 0,032W/mK ab >20 cm; 0,035 W/mK ab 25 cm; 0,040 W/mK ab > 25 cm; 0,045 W/mK ab > 30 cm; 0,05 W/mK ab 35 cm
Betonblocksteine (1400)	2,02	0,5	3,67	0,60 = 060	11,1 cm	14,7 cm	0,025 W/mK ab 20 cm; 0,030 W/mK ab 25 cm; 0,032W/mK ab >25 cm; 0,035 W/mK ab 30 cm; 0,040 W/mK ab > 30 cm; 0,045 W/mK ab < 35 cm; 0,05 W/mK ab > 35 cm
Stahlbeton (2400)	3,20	0,31	3,86	0,96 = 096	11,58 cm	15,44 cm	0,025 W/mK ab 30 cm; 0,030 W/mK ab > 35 cm

Tab. A1-5: Dämmstoffumrechnungstabelle. Beispiele für U-Wert und Rt-Wert bei gängigen WLK-Werten und verwendeten Dicken von Dämmstoffen in der Praxis.

Anmerkungen zur folgenden Dämmstoffumrechnungstabelle: In EPD werden für die gängige Dämmstoffe Mineralwolle, EPS, und Holzfaserdämmplatten Lambdawerte von 0,03 bis 0,045 W/mk angegeben. In Unterlagen von Kommunen für Gebäudeförderungen reicht die Spanne von 0,025 bis 0,05 W/mK. Als Dicken für Holzfaserdämmplatten, EPS und Mineralwolle werden Dicken von 20 bis 300 mm angegeben also von 0,02 bis 0,3 Meter. Darauf beruht die folgende Umrechnungstabelle. Berechnung: Lambda in [W/mK] durch Materialdicke in [m] = U-Wert in [W/m²K]. Der U-Wert (früher k-Wert) ist ein Maß für den Wärmedurchgang durch einen Bauteil und wird in W/(m²K) angegeben. Mit dem U-Wert wird also ausgedrückt, welche Leistung pro m² des Bauteils auf einer Seite benötigt wird, um eine Temperaturdifferenz von 1 Kelvin aufrecht zu erhalten. Je kleiner der U-Wert ist, desto besser, weil weniger Wärme durch den Bauteil geleitet wird. Der U-Wert kann aber nur die Wärmeleitung beschreiben, und dies auch nur im stationären Fall. In stationäre Vorgänge, Speicherung oder Wärmestrahlung werden dabei nicht berücksichtigt. Der gelbe Bereich kennzeichnet die häufigsten WLK-Werte und Dämmstoffdicken die heute verwendet werden: 0,15 bis 0,45 [W/m²K], Mittelwert 0,3 [W/m²K].

U-Wert in [W/m ² K] // Dicke	2 cm / 0,02 m	5 cm / 0,05 m	10 cm / 0,1 m	12 cm / 0,12 m	15 cm / 0,15 m	20 cm / 0,2 m	25 cm / 0,25 m	30 cm / 0,3 m	35 cm / 0,35 m
0,025 W/mK	1,25	0,50	0,25	0,21	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
0,030 W/mK	1,50	0,60	0,30	0,25	0,20	0,15	0,12	0,10	0,09
0,032 W/mK	1,60	0,64	0,32	0,27	0,21	0,16	0,13	0,11	0,09
0,035 W/mK	1,75	0,70	0,35	0,29	0,23	0,18	0,14	0,12	0,10
0,040 W/mK	2,00	0,80	0,40	0,33	0,27	0,20	0,16	0,13	0,11
0,045 W/mK	2,25	0,90	0,45	0,38	0,30	0,23	0,18	0,15	0,13
0,050 W/mK	2,5	1,00	0,50	0,42	0,33	0,25	0,20	0,17	0,14
Rt [m ² K/W]; Rt= 1/U	2 cm / 0,02 m	5 cm / 0,05 m	10 cm / 0,1 m	12 cm / 0,12 m	15 cm / 0,15 m	20 cm / 0,2 m	25 cm / 0,25 m	30 cm / 0,3 m	35 cm / 0,35 m
0,025 W/mK	0,8	2,00	4,00	4,76	5,88	7,69	10,00	12,50	14,29
0,030 W/mK	0,53	1,67	3,33	4,00	5,00	6,67	8,33	10,00	11,11
0,032 W/mK	0,63	1,56	3,13	3,70	4,76	6,25	7,69	9,09	11,00
0,035 W/mK	0,57	1,43	2,86	3,45	4,35	5,56	7,14	8,33	10,00
0,040 W/mK	0,5	1,25	2,50	3,03	3,70	5,00	6,25	7,69	9,09
0,045 W/mK	0,44	1,11	2,20	2,63	3,33	4,35	5,56	6,67	7,69
0,050 W/mK	0,4	1,00	2,00	2,38	3,03	4,00	5,00	5,88	7,14

2.3.2 Dämmung unterschiedlicher Wandmaterialien

Wichtige Parameter ausgewählter Baustoffe im Hinblick auf die Energetische Gebäudesanierung bzw. die Dämmwirkung von unterschiedlichen Wandmaterialien. In Tabelle A1-6 sind relevante Parameter für die Energetische Gebäudesanierung, bestimmte Größen für die Dämmwirkung von Wandmaterialien. Es liegen 72 Datensätze für ausgewählte Materialien und Wanddicken vor (Tab. A1-6). Es sind Werte für eine Nordwand, da hier der maximale Dämmstoffbedarf entsteht. An der Südwand beispielsweise wäre der Dämmstoffbedarf geringer und die Unterschiede zwischen den Materialien noch deutlicher. Daten zusammengestellt aus „Bauratgeber 24“ (www.ib-rauch.de).

Tab. A1-6: Relevante Parameter für die Energetische Gebäudesanierung: Dämmwerte Wandmaterialien.

Teil A: NaWaRo

Baustoff der Wand	Wand-dicke in [cm]	U-Wert [EnEV] [W/m ² K]	Ueff-Wert [W/m ² K]	Wärmeverlust [%]
Holzblockwand (Fichte/Tanne/Kiefer, 600)	10	1,06	0,81	77
Holzblockwand (Fichte/Tanne/Kiefer, 600)	20	0,59	0,40	68
Holzblockwand (Fichte/Tanne/Kiefer, 600)	30	0,40	0,23	58
Holzblockwand (Fichte/Tanne/Kiefer, 600)	40	0,31	0,15	50
Holzblockwand (Eiche/Buche, 800)	10	1,38	1,06	76
Holzblockwand (Eiche/Buche, 800)	20	0,78	0,53	68
Holzblockwand (Eiche/Buche, 800)	30	0,54	0,33	59
Holzblockwand (Eiche/Buche, 800)	40	0,42	0,21	50
Holz /Lehm (beide 800)	10	1,75	1,41	81
Holz /Lehm (beide 800)	20	1,03	0,78	76
Holz /Lehm (beide 800)	30	0,73	0,52	71
Holz /Lehm (beide 800)	40	0,56	0,37	65
Strohlehm	10	2,84	2,28	80
Strohlehm	20	1,87	1,42	76
Strohlehm	30	1,40	1,01	72
Strohlehm	40	1,11	0,75	68

Teil B: Beton

Betonhohlblockstein (1400)	10	3,59	2,88	80
Betonhohlblockstein (1400)	20	2,58	1,98	77
Betonhohlblockstein (1400)	30	2,02	1,48	73
Betonhohlblockstein (1400)	40	1,65	1,15	70
Beton/Stahlbeton (2400)	10	4,60	3,62	79
Beton/Stahlbeton (2400)	20	3,77	2,88	76
Beton/Stahlbeton (2400)	30	3,20	2,36	74
Beton/Stahlbeton (2400)	40	2,77	1,98	71
Bims (KLB-Blöcke W3 (600)	10	1,26	1,01	91
Bims (KLB-Blöcke W3 (600)	20	0,70	0,53	75
Bims (KLB-Blöcke W3 (600)	30	0,49	0,34	70
Bims (KLB-Blöcke W3 (600)	40	0,37	0,23	65
Gasbeton (600)	10	1,49	1,18	79
Gasbeton (600)	20	0,85	0,61	72
Gasbeton (600)	30	0,60	0,39	66
Gasbeton (600)	40	0,46	0,27	59
Gasbeton bewert (800)	10	1,94	1,57	81
Gasbeton bewert (800)	20	1,16	0,89	76
Gasbeton bewert (800)	30	0,83	0,60	72
Gasbeton bewert (800)	40	0,65	0,44	67

Holzbetonblöcke (850)	10	2,11	1,71	81
Holzbetonblöcke (850)	20	1,29	0,99	76
Holzbetonblöcke (850)	30	0,93	0,67	72
Holzbetonblöcke (850)	40	0,72	0,49	67
Holzspanbeton (600)	10	1,60	1,30	81
Holzspanbeton (600)	20	0,93	0,71	76
Holzspanbeton (600)	30	0,65	0,46	71
Holzspanbeton (600)	40	0,50	0,33	66
Leichtbeton (1200)	10	3,02	2,48	82
Leichtbeton (1200)	20	2,03	1,61	79
Leichtbeton (1200)	30	1,53	1,17	76
Leichtbeton (1200)	40	1,23	0,90	73

Teil C: Stein, Ziegel

Kalksandstein (1400)	10	3,20	2,59	81
Kalksandstein (1400)	20	2,19	1,69	77
Kalksandstein (1400)	30	1,67	1,23	74
Kalksandstein (1400)	40	1,35	0,95	70
Kalksandstein (1800)	10	3,69	2,96	80
Kalksandstein (1800)	20	2,69	2,07	77
Kalksandstein (1800)	30	2,11	1,56	74
Kalksandstein (1800)	40	1,74	1,23	70
Leichtziegel (600)	10	1,13	0,91	80
Leichtziegel (600)	20	0,63	0,47	75
Leichtziegel (600)	30	0,43	0,30	69
Leichtziegel (600)	40	0,33	0,20	63
Leichtziegel (900)	10	1,55	1,24	80
Leichtziegel (900)	20	0,89	0,66	74
Leichtziegel (900)	30	0,63	0,44	69
Leichtziegel (900)	40	0,48	0,30	63
Ziegelstein (1200)	10	2,70	2,19	81
Ziegelstein (1200)	20	1,75	1,34	77
Ziegelstein (1200)	30	1,30	0,95	73
Ziegelstein (1200)	40	1,03	0,71	69
Ziegelstein (1800)	10	3,41	2,72	80
Ziegelstein (1800)	20	2,40	1,83	76
Ziegelstein (1800)	30	1,85	1,34	72
Ziegelstein (1800)	40	1,51	1,04	69

2.3.4 Wärmeleitwert und U-Wert

Wärmeleitwert und U-Wert sind von Dicke des dämmenden Materials (Wand und Dämmstoff) und der Art des Material abhängig.

Die in EPD meist angegebene Wärmeleitfähigkeit (Lambda) in [W/mK] ist in nahezu allen EPD bei allen Materialien in etwa gleich. Diese Größe sagt für sich aber noch wenig über die eigentliche Dämmwirkung und damit die Energieeinsparung aus. Dies hängt maßgeblich von drei weiteren Faktoren ab: (1) der Dicke der dämmenden Schicht, (2) dem U-Wert und (3) Eigenschaften des Materials selbst.

Der U-Wert kann nur näherungsweise zur Berechnung der Dämmwirkung und damit Energieeinsparung herangezogen werden, denn er verläuft mit der Dämmdicke nicht linear, sondern als Hyperbelfunktion (Abb. A2-1). Das heißt er ist von weiteren Materialeigenschaften abhängig und die Dämmwirkung ist nicht automatisch besser je dicker die Dämmung ist. Meist wird der Wert in Berechnungen jedoch linear eingesetzt.

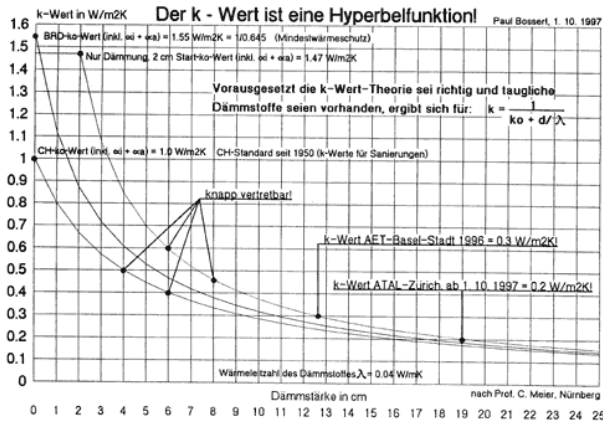


Abb. A1-1: Der U-Wert ist nicht linear sondern einen Hyperbelfunktion. Demzufolge ist die Dämmwirkung nicht nur von der Dicke der Dämmschicht sondern auch anderen Eigenschaften der eingesetzten Dämmmaterialien abhängig.

U-Wert in [W/m2k]

Der U-Wert kennzeichnet die Wärmemenge, die in einer Stunde durch jeden Quadratmeter eines Bauteils bekannter Dicke im Dauerzustand der Beheizung hindurchgeht, wenn der Temperaturunterschied zwischen der Luft auf beiden Seiten dieser Wand 1 K beträgt.

Die Wärmeleitfähigkeit in [W/mK]

Die Wärmeleitfähigkeit ist eine Materialeigenschaft und in geringem Maße von Temperatur und Druck abhängig. Die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes ist auf die thermische Molekularbewegung zurückzuführen. Kristalline Stoffe haben ein großes Wärmeleitvermögen (z.B. Metalle: 40 bis 380 W/mK). Bei amorphen Stoffen ist die Wärmeleitfähigkeit geringer (z.B. Glas: 0,8 bis 1,1 W/mK) und bei dichten Platten (0,12 bis 0,4 W/mK) noch geringer. Bei porösen und porigen Stoffen beeinflussen die in den Poren eingeschlossenen Medien Luft, Wasserdampf oder Wasser die Wärmeleitfähigkeit entscheidend. Je kleiner der mittlere Porendurchmesser, um so größer ist seine Wärmedämmung. Aber selbst zwei Körper aus dem gleichen Material, die in Rohdichte und Porenvolumen nahezu gleich sind, können dennoch verschieden in der Wärmedämmung sein⁽¹⁾. Deshalb müsste der Wert eigentlich experimentell ermittelt werden, um je Material einen realen Wert zu haben.

Neben dem Material selbst hat auch die Baustofffeuchte einen deutlichen Einfluss auf die Änderung der Wärmeleitfähigkeit. Beispielsweise bei der Feuchtezunahme von 1 Masse-% bei Kalksandstein (1800 kg/m³) erhöht sich die Wärmeleitfähigkeit um 8%. Bei Ziegelsteinen (1200-2000 kg/m³) und gleicher Feuchtezunahme sind es 15 bis 20%⁽²⁾. Wird bei Blähtonbeton die Feuchte von 5 Voll.-% auf 15 Voll.-% erhöht, so steigt die Wärmeleitfähigkeit um etwa 26%⁽³⁾. Deshalb dämmen feuchte Wände auch schlechter als trockene. Die Thematik Kondenswasserbildung durch Materialien mit geringere Fähigkeit Wasserdampf abzuleiten ist also bereits vor einer hier möglicherweise auftretenden Schimmelbildung auch für die Energieeinsparung relevant (vgl. EPS und Holz).

(1) Eichler, Friedrich; Arndt, Horst; Bautechnischer Wärme- und Feuchteschutz 1989 Bauverlag Berlin, S. 23,24 114, 226. (2) Völkner, Stefan; Zum Einfluss räumlich begrenzter Diskontinuitäten auf die zeitabhängige Feuchteverteilung in Außenwänden, Diss. 2004 Universität Bochum, S. 2-27. (3) Arndt, Horst; Wärmeschutz und Feuchteschutz in der Praxis, 2002, 2. Aufl. Verlag Bauwesen Berlin, S. 53.

2.3.5 Berechnung Wärmedurchgang, Heizkosteneinsparung

Im folgenden werden Wärmedurchgang und Heizkosten durch die unterschiedlichen Materialien von Wand und Dämmung berechnet. Tab. A1-7 zeigt die Wärmespeicherfähigkeit, die Wärmekapazität und die Rohdichte diverser Dämmmaterialien.

Tab. A1-7: Wärmespeicherfähigkeit, Wärmekapazität und Rohdichte diverser Dämmmaterialien.

aus www.u-wert.de	Wärmespeicherfähigkeit in [kJ/m2K]	Wärmekapazität in [J/kgK]	Rohdichte in [kg/m3]
Holzfaserdämmplatte	336	2.100	160
Zellulose	105	2.100	50
Hanf/Flachs	336	2.300	36
Kork	288	1.800	160
EPS (Styropor)	30	1.500	20
XPS Hartschaum	50	1.450	35
PUR Hartschaum	42	1.400	30
Mineralwolle	16	830	20
Perlite (z.B. Füllung in Ziegeln)	90	1.000	90
Schaumglasplatten	85	850	100
Schaumglasschotter	127	850	150
Vakuumdämmung	160	800	200

In Tabelle A1-8 ist die Berechnung von Wärmedurchgangswerten sowie Tabelle A1-9 die Heizkosteneinsparung und Amortisation unterschiedlicher Materialien für Wand und Dämmung berechnet. Die Berechnungsgrundlagen für diese Berechnungen waren folgende:

- Betrachtungseinheit ist 1 m² Wand, alles ist bezogen auf 30 cm Wanddicke.
- Berechnungen bezogen auf Temperaturunterschiede von -25 K(Kelvin), ist +20 °C Rauminnentemperatur und -5°C Außentemperatur.
- Eingerechnet ist eine Heizdauer von 24 Stunden bzw. 12 Stunden am Tag; Heizperiode von November bis März (150 Tage).
- WLK-Werte für heute übliche Dämmstoffdicken liegen zwischen 0,15 bis 0,45 [W/m²K]. Gerechnet wird mit einem Mittelwert von 0,3 [W/m²K], das sind 7,5 W/m³ Wärmestrom durch eine durchschnittlich heute verwendete Dämmung.
- Wärmestrom durch 1 m² Wand nach Dämmung, als Differenz Wärmestrom-Wand minus Wärmestrom mittlerer Dämmstoff.
- Eingesparte Energie pro 1 m² gedämmte Wand liegt bei 2.088 bis 4.176 kcal/m² Heizperiode (berechnet mit: 1 W = 1,16 kcal/h; bei 12 bzw. 24 Stunden Dauerheizen in der Heizperiode von November bis März mit 150 Tagen = 1.800 – 3.600 h pro Heizperiode).
- Gespartes Heizöl pro 1 m² gedämmter Wand-

fläche liegt bei 0,97 bis 1,94 Liter Heizöl pro m² gedämmter Wand bei 1 Watt Wärmestrom (berechnet in kcal/m² Heizperiode / den Heizwert von Heizöl in kcal/l = 2.150 kcal/l Heizöl, also 2.088/2.150 und 4.176/2.150). Jährlich eingesparte Kosten durch Dämmung berechnet mit Heizölpreisen von 0,8 €/Liter. Achtung: Dies gilt nur bei angepasstem Lüftungsverhalten der Nutzer. Gerade bei stark gedämmten Gebäuden, meist Neubauten aus Holzbaustoffen oder Leichtbauziegeln, wird der theoretisch sehr niedrige Energieverbrauch fast nie eingehalten wird. Im Internet wird von Nutzern vielfach darüber berichtet. Oft wird hier der Heizölverbrauch in Passivhäusern als doppelt so hoch beschrieben wie „versprochen“, was auf dem Lüftungsverhalten der Nutzer beruht. Bei sehr stark gedämmten Gebäuden treten andere Vor- oder Nachteile der Dämmstoffe und Wandmaterialien in Vordergrund, sowohl für die Bausubstanz, die Gesundheitsaspekte als auch die Klimawirkung.

- Bei der Berechnung der Amortisation der Investition wurde bei NaWaRos (Dämmung mit Holzfaserdämmplatten) von Gesamtkosten von im Mittel 100 (90 – 120) €/m², bei ölasierten-Materialien (Dämmung mit EPS) von Gesamtkosten von im Mittel 70 (60 – 80) €/m² ausgegangen (aus: www.guter-rat.de).
- Neubau. Im Neubau ist es nur sinnvoll die Gesamtkosten Wand-Dämmung-Fassade zu vergleichen sowie Haltbarkeit und Schadensanfälligkeit der Systeme einzubeziehen.

Tab. A1-8: Berechnung des Wärmedurchgangs durch diverse Materialien von Wand und Dämmung.

Wand-Material	U-Wert-Wand (EnEV)	Wärmestrom Wand (=25K * U-wert-Wand)	Wärmestrom nach Dämmung
	[W/(m ² K)]	[W/m ²]	[W/m ²]
Idealwand nach EnEV	0,24	6,00	-1,5
Holzblockwand (600)	0,40	10,00	2,50 (! KfW)
Leichtziegel (600 Dichte)	0,43	10,78	3,28 (! KfW)
Holzspanbeton (600)	0,65	16,25	8,75
Gasbeton bewehrt (800)	0,83	20,75	13,25
Vollziegel (1.200)	1,30	32,50	25,00
Leichtbeton (1200)	1,53	38,25	30,75
Kalksandstein (1.400)	1,67	41,75	34,25
Betonblocksteine (1400)	2,02	50,50	42,55
Stahlbeton (2400)	3,20	80,00	72,50

Tab. A1-9: Berechnung eingesparter Heizkosten und Amortisation diverser Dämmmaterialien für Wand und Dämmung gegenüber einer Idealwand nach EnEV.

Wand-Material	Jährlich eingespartes Heizöl durch Dämmung	Jährlich eingesparte Kosten durch Dämmung	Amortis. NaWa-Ro-Dämmung (Holzfaserpl)	Amortis. Plaste-Dämmung (EPS)
	[Liter /m ² Heizperiode	[€/m ² Heizperiode	[Jahre]	[Jahre]
Holzblockwand (600, Fi/Ki/Ta)	2,4 - 4,9	1,9 - 3,9	Neubau	nicht üblich
Leichtziegel (600)	3,2 - 6,4	2,5 - 5,1	Neubau	Neubau
Holzspanbeton (600)	8,5 - 17,0	6,8 - 13,6	7 - 14	5 - 10
Gasbeton bewehrt (800)	12,9 - 25,7	10,3 - 20,6	5 - 10	4 - 7
Vollziegel (1.200)	24,3 - 48,5	19,4 - 38,8	3 - 5	2 - 4
Leichtbeton (1200)	29,8 - 59,7	23,9 - 47,7	2 - 4	1,5 - 3
Kalksandstein (1.400)	33,2 - 66,5	26,6 - 53,2	2 - 3,5	1,5 - 2,5
Betonblocksteine (1.400)	41,3 - 82,6	33,0 - 66,0	1,5 - 3	1 - 2
Stahlbeton (2400)	70,3 - 140,7	56,3 - 112,5	1 - 2	1

2.3.6 Kosten Außenwanddämmung

Tabelle A1-10 zeigt Anschaffungskosten, Kosteneinschätzungen während der Nutzungsphase und Kosteneinschätzungen End-of-Life für unterschiedliche Dämmstoffe.

Tab. A1-10. Wärmespeicherfähigkeit, Wärmekapazität und Rohdichte diverser Dämmmaterialien.

Kosten in	Anschaffungskosten in [€/m ²]	Einschätzung der Kosten bzw Kosteneinsparungen	
		Nutzungsphase	End-of-Life
aus xxxxx			
Holzfaserdämmplatte	90 - 120	Sparen	Sparen
Zellulose	80 - 100	Sparen	Sparen
EPS (Styropor), XPS und PUR	90 - 120	Sparen	Sparen
Mineralwolle	80 - 130	Sparen	Sparen

2.3.7 Kosteneinsparungen in der Nutzung und End-of Life durch das Material

(1) Holzfaserdämmplatten

(a) Kosteneinsparungen in der Nutzungsphase

Bei Gebäuden die mit Holzfaserdämmplatte gedämmt sind, noch besser Holzgebäude die mit Holzfaserdämmplatten gedämmt sind, wird aufgrund der Materialeigenschaften auch während der Nutzungsphase Geld gespart und zwar durch folgende Eigenschaften des Materials:

- Es gibt mit Holzfaserdämmplatten keine thermische Abkopplung der Fassade, deshalb kaum Tauwasserbildung und damit auch keine Vereisung oder Schimmelbildung am System Wand-Dämmung-Fassade.
- Das garantiert eine optimale Langlebigkeit im Wärmeverbund Wand-Dämmung-Fassade. Die Holzfaserdämmung ist lange haltbar, bei vergleichsweise geringer Schadensanfälligkeit.
- Holzfasern können Wärme gut speichern und verhindern die nächtliche Auskühlung der Wand. Beim Beheizen am nächsten Tag muss nur der Raum und nicht auch noch die Wand mit aufgeheizt werden.
- Holzfasern puffern auch die Sonnenhitze gut ab. So liegen die Temperaturen um einige Grad niedriger als wenn sich der Raum unter einer anderen Dämmung befände. Dadurch kann beispielsweise bei öffentlichen und gewerblichen Gebäuden Energie für die Klimaanlage gespart werden. So wird die Aufheizung gerade unter Dachschrägen im Sommer spürbar reduziert.
- Weil Holzfaserplatten mehr Masse als andere Dämmstoffe aufweisen, können sie Luft- und Trittschall in allen Frequenzbereichen gut absorbieren und somit gleichzeitig auch als Schalldämmung dienen. Das spart richtig berechnet auch Kosten für eine Schalldämmung.
- Holzfaserplatten zeichnen sich durch eine hohe Diffusionsoffenheit aus, das heißt sie können Feuchtigkeit in einer hohen Menge gut aufnehmen und bei Bedarf auch wieder abgeben. Sie tragen somit zu einem angenehmen Raumklima bei und beugen Schimmel vor. Während in anders gedämmten Gebäudetypen der Schimmelbildung im Gebäude im Nachhinein durch mehr Heizen oder Klimatisierung (Klimaanlage) der Räume entgegen gewirkt werden muss, erledigt dies bei Holzbaustoffen bzw. Holzfaserdämmstoffen das Material als „natürliche Klimaanlage“. Das spart real Energiekosten.
- Bei Holzgebäuden die mit Holzfaser gedämmt sind führt das zu einem optimalen Raumklima. Ein gutes Raumklima führt zu verbessertem Nutzerverhalten im Umgang mit der Lüftung und Heizung. Dadurch wird real Energie gespart.

(b) Deutliche Kosteneinsparungen bis Marktfähige Preise in der Nachnutzung (end-of-life) durch den „Sekundärrohstoff Altholz“

- Holzdämmstoffe, Holzbaustoff und Holzfassaden können sowohl in gleicher Funktion wieder verwertet werden, sie können recycelt und sowohl stofflich als auch energetisch wiederverwertet werden. Das nach Ende der Nutzungsphase entstehende Altholz ist heute schon längst kein Abfall“ mehr, sondern ein immer

wertvollere Sekundärrohstoff. Das sieht man an den Preisen die gezahlt werden, für Altholz der Klassen A1 und AII wird heute auf dem Markt ein Rohstoffpreis vom Nachnutzer an den Anbieter bezahlt und keine Entsorgungskosten mehr vom Anbieter an den Nachnutzer. Altholz wird heute nicht mehr in der Müllverbrennung entsorgt oder deponiert. Dazu ist der Sekundärrohstoff Altholz zu wertvoll. Die Nachnutzungskosten sind im Vergleich zu anderen Materialien gering bzw. nicht vorhanden, man kann sogar ggf. noch etwas am Material verdienen.

- Sinnvolle Nachnutzung stofflich und energetisch ist 100%. Entsorgung in Müllverbrennungsanlagen und Deponien = 0%

(b) Ölbasierte Dämmstoffe EPS (Polystyrol), XPS, PUR

Ölbasierte Dämmstoffe wie EPS gehören heute zu den in den Anschaffungskosten günstigsten Dämmstoffen. Es entstehen aber in der Nutzungsphase versteckte Kosten und auch hohe Kosten bei der Entsorgung. Dies kann auch über die Lifecycle Kosten bei der Beschaffung berücksichtigt werden.

(a) Kosten während der Nutzungsphase

- Durch EPS-Dämmung besteht die Gefahr der thermischen Abkopplung der Fassade von der Wand, und deshalb die Gefahr von Tauwasser/Kondenswasserbildung im Sommer. Das Wasser kann nur durch Diffusion, also Verdampfen, abgeführt werden, was aber nur unzureichend gelingt. Damit wird die Wand unter der EPS-Dämmung immer feuchter und verliert letztlich damit auch einen Teil ihrer Dämmfähigkeit. Das Gesamtpaket aus Wand und Dämmschicht funktioniert so sagen einige Bauexperten so sogar von Jahr zu Jahr immer schlechter und die Bewohner müssen zunehmend gegen ein feuchtes, ungemütliches Raumklima anheizen.
- Polystyrol speichert keine Wärme, sondern isoliert nur, auch gegen die Strahlungswärme der Sonne. Der Aufwärmeeffekt von Südwänden kann so nicht genutzt werden, eine mögliche Einsparung dadurch an Heizkosten auch nicht.
- Die Haltbarkeit von EPS-Dämmungen wird im Internet mit etwa 40 bis 50 Jahre angegeben. Dies ist sicherlich hoch eingeschätzt, zumal man hiermit noch wenig / keine Erfahrungen hat.
- Das Dämmsystem EPS-Putzgitter-Putz ist sehr schadensanfällig, so sind immer wieder Reparaturen am Putz nötig. Inzwischen bekannte Phänomene sind das Vereisen von EPS-Fassaden im Winter. Frostschäden an diesen Fassaden sind ernst zu nehmen, denn durch Putzabplatzungen oder mechanische Beschädigungen der Fassade, kann Feuchte in die Isolation eindringen.

(c) Nach End-of-Life ist bisher kein vernünftiges Recyclingsystem für Polystyrol vorhanden.

Die gravierenden Probleme für Gesundheit und Umwelt und die hohen Kosten die bei der Entsorgung (Nachnutzung /end-of-life) dieser Materialien entstehen, werden auf Allgemeinheit verlagert.

- Nach end-of-life ist bisher kein vernünftiges Recyclingsystem für Polystyrol vorhanden. In den vorhandenen EPD wird für die Produkte selbst zwar ein Recyclatanteil von 0-19% angegeben. In der Umweltbilanz wird eine 100% Verbrennung (in MVA) oder Deponierung angegeben.
- Der bisher einzige realistische weil wirtschaftliche Weg der Nachnutzung für Polystyrol ist heute Entsorgung in der Müllverbrennung. Sammelstellen und Rücknahmesystem der Hersteller sind bisher nicht (kaum) vorhanden.
- Annahmepreise für Müllverbrennungsanlagen (MVA), Deponien (MBA), Ersatzbrennstoffverwertung (EBS) liegen bei: MVA: 55 bis 220 €/t Müll; Mittelwert: 130 €/t. MBA: 70 bis 230 €/t Müll; Mittelwert: 120 €/t. EBS: 20 bis 120 €/t Müll; Mittelwert: 80 €/t.
- Mit diesen Kosten muss heute bei der Entsorgung von EPS-Dämmungen gerechnet werden. Selbst wenn von den höchsten Annahmekosten ausgegangen wird (230 €/t Müll) sind das bei den geringen spezifischen Gewichten von EPS heute nur Kosten von ca. 1 € für die Entsorgung von 1 m² Fassadendämmung für das Abbruchunternehmen, die diese an die MVA bezahlt.
[Berechnung: laut EPD haben EPS-Dämmstoffe eine Rohdichte von 16-27 kg/m³. Das sind bei durchschnittlicher Dämmung (EPS-Fassade: 1 m² * 0,2 m = 0,2 m³; laut EPD hat EPS Rohdichten bis zu 27 kg/m³; das sind 5,4 kg EPS/ m² Fassade, sind 0,0054 t/m².)]
- Nach einer Studie von Greenpeace (1999) verursacht aber beispielsweise die Verbrennung von 1 Tonne PVC in der MVA einen finanziellen Mehraufwand in der Verbrennung von 800 Euro pro verbrannter Tonne PVC im Vergleich zu anderen Materialien (wegen der hohen Chlor und Dioxinbelastungen die die Filter belasten). Überträgt man das näherungsweise auf einen anderen ölbasierten Kunststoff, das hier betrachtete Polystyrol (obwohl dies sicher nicht eins-zu-eins vergleichbar ist), entstehen bei der Verbrennung von Polystyrol Kosten von etwa 0,8 €/kg. Das sind umgerechnet Kosten von 4,3 €/m² Fassadendämmung, die dem Betreiber der MVA (bei uns oft Kommunale Zweckverbände) entstehen. Das Verhältnis von Kosten (4,3 €) zu Einnahmen (1 €) ist also 80% zu 20%. Die meisten MVA nehmen Polystyrol deshalb nur ungern an, müssen es aber. Heute geht dies noch, weil die zu entsorgenden Mengen noch gering sind. Was jedoch auf die Müllverbrenner oder die Deponien zukommt und damit auf viele Kommunen,

wenn die Verwendung dieser Stoffe weiter zu zunimmt, ist ein ungeklärtes Problem das auf die nachfolgende Entscheidergeneration verlagert wird.

- Das hochkalorische Material verursacht sowohl bei der Entsorgung in der MVA wie der Deponie Umweltprobleme. Diese werden verlagert wenn der Polystyrol nach end-of-life exportiert wird (z.B. nach China) in Länder, die nicht die weltweit führenden deutschen Umweltstandards für MVA und Deponien einhalten müssen.
- Indirekte Gesundheits- und Umweltgefahren durch die Deponierung. EPS enthält heute in der Regel als notwendiges Flammenschutzmittel noch Hexabromcyclododekan (HBCD). HBCD gilt inzwischen unter der EU-REACH-Kandidaten-Liste als sehr stark kanzerogen (krebserregend) und extrem Gewässerorganismen gefährdend. Es soll über 1 ppm verboten werden. Die Hersteller bemühen sich derzeit Alternativen zu finden um HBCD mittelfristig durch einen anderen Stoff ersetzen zu können. Pentan, das in den meisten Polystyrol basierten Dämmstoffen als Schäumungsmittel enthalten ist gilt ebenfalls als sehr kanzerogen, hierbei kommt es jedoch auf die Art des Pentans an, als wie kanzerogen es gilt. Das wird dann relevant wenn EPS deponiert wird und diese Stoffe über Auswaschungen in Grundwasser (so ins Trinkwasser) und Oberflächengewässer gelangen. Eigentlich gibt es für die Deponierung von Polystyrol noch keine sinnvollen langfristigen Schutzkonzepte.
- Gesundheits- und Umweltgefahren durch Verbrennung in MVA (heute üblicher Weg zur Entsorgung von Polystyrol-Baumaterialien). Beim Verbrennen von Polystyrol in MVA entstehen hohe Konzentrationen an Dioxinen. Wird das Material nicht in deutschen MVA verbrannt mit seinen strengen Auflagen für die Emissionen, dann gelangen diese Stoffe in die Umwelt. Hinzu kommt, dass die hohen C-Gehalte im Material für viele Deponien zu viel sind, daher muss das Material oft in MVA „vorbehandelt“ werden, bevor es in die Deponien kann, was eine doppelte Umweltbelastung end-of-life bedeutet.
- EPS-Recycling ist wegen Verschmutzungen, Vermischungen bisher kaum Praxis. Theoretisch kann EPS-Recyclat in Dt. nur in geringen Mengen zu Polystyrol-Granulat und für hochwertige Spritzgussanwendungen verarbeitet werden. Leider wird ein Teil vor allem flammenschutzmittelhaltiger Schaumstoff-Recyclate zu anderen Produkten weiterverarbeitet, aber dadurch sind signifikante Restgehalte an Flammschutzadditiven auch in sensiblen Anwendungen (z.B. Lebensmittelverpackungen) nicht auszuschließen.

2.2.7 Einstufung Dämmstoffgruppen

In Tabelle A1-11 sind wichtige **Baustoffgruppen bewertet nach Kosten sowie Dämmwirkung, Sommerlichem Hitzeschutz und Wasserdampfdurchlässigkeit**. Dies sind alle wichtigen Aspekte sowohl was die Wirtschaftlichkeit und die volkswirtschaftlichen Kosten angeht und gibt Hinweise darauf welche Klima- und Umweltbelastungen während der Nutzungsphase entstehen können, beispielsweise durch einen ggf. höheren Wärmebedarf oder Klimaanlagenbedarf.

Tab. A1-11: Einschätzung von Baustoffgruppen nach Kosten, Dämmwirkung, sommerlichem Hitzeschutz und Wasserdampfdurchlässigkeit.

Dämmstoffgruppe	Holzfaserdämmplatten	Zellulose	EPS (XPS, PUR)	Mineralwolle
Kosten				
Anschaffungskosten pro m ²	hoch	gering	gering	mittel
Kosten in der Nutzungsphase	sehr gering	gering	hoch	mittel
Kosten End-of-Life f. Entsorger	sehr gering	gering	gering (wegen geringem Gewicht)	hoch
Kosten End-of-Life f. Allgemeinheit	keine	gering	sehr hoch	hoch
Dämmwirkung, Sommerlicher Hitzeschutz, Wasserdampfdurchlässigkeit				
Wärmedämmwirkung Wärmeleitfähigkeit: bei allen ca. 0,03 – 0,045 in [W/mK]	sehr gut	(sehr gut) bis gut	sehr gut	sehr gut
Sommerlicher Hitzeschutz als Wärmespeicherfähigkeit z.B.: Holzfasersplatte 336, Zellulose 105, EPS 30, Mineralwolle 16 in [kJ/m ² K]	sehr gut	sehr gut	schlecht	sehr schlecht
Wasserdampfdurchlässigkeit (Wasserdampfdiffusionswiderstand) Beispiel: Zellulose, Hanf z.B. noch besser als Holzfaserdämmplatte	(sehr gut) bis gut	sehr gut	sehr schlecht	(sehr gut) bis gut

Umweltdaten aus EPD umgerechnet in vergleichbare Größen

Im Folgenden sind Daten aus EPD zusammenfassend genannt und in vergleichbare Einheiten umgerechnet in m³, m², Tonne und bauFE (Tabellen ab A1-12)

Tab. A1-12 (1) Umweltwerte je Bau-Funktionseinheit für eine Wand aus Stahl-Beton

	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP	Wasser Verbr.	(a) PENRE	(b) PERE	(c) Sek. brst	Sum a+b+c	Anteil EE	Bemerkung
n.nv = Systemgrenzen der EPD nicht nachvollziehbar	Einh.	R11-Äqv.	S02-Äqv.	Phosphat-Äqv.	Ethen-Äqv.	Sb-Äqv.	[kg ^{Wasser} /kg ^{Stahl}]	MJ	MJ	MJ	MJ	%	n. nv
Baustähle (EPD-BFS-2010111-D)	1,68 [kg/kg]	3,19E-08 [kg/kg]	0,0035 [kg/kg]	2,9 E-04 [kg/kg]	7,6 E-04 [kg/kg]	0,0088 [kg/kg]	6,75	19,5 [MJ/kg]	0,7 [MJ/kg]	0	20,2 [MJ/kg]	3,5%	n. nv
Baustähle (EPD-BFS-2010111-D)	1,680 [kg/t]	3,19E-05 [kg/t]	3,5 [kg/t]	0,29 [kg/t]	0,76 [kg/t]	8,8 [kg/t]	6,750 [kg/t]	19,500 [MJ/t]	700 [MJ/t]	0	20,200 [MJ/t]	xxx	für Vergleich mit Transport
Baustahlanteil im Stahlbeton (40 – 300 kg/m ³)	67,2 – 504	1,2 – 9 E-05	0,14 – 1,05	0,012 - 0,087	0,03 - 0,23	0,35 - 2,63	270 - 2025	780 - 5,850	28 - 210	0	808 - 6,060	3,4 - 3,5%	n. nv
MW Baustahlanteil im Stahlbeton (ca. 170 kg/m ³) MW Menge aus I-Net	286	5,1 E-05	0,60	0,049	0,129	1,49	1,15	3,320	119	0	3,439	3,5%	

(b) Klima- und Umweltparameter: Stahl-Beton

	Roh-dichte	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP	Wasser Verbr.	(a) PENRE	(b) PERE	(c) Sek. brst	Sum a+b+c	Anteil EE
n.nv = Systemgrenzen der EPD nicht nachvollziehbar	Einh.	CO2-Äqv. [kg/m ³]	R11-Äqv. [kg/m ³]	S02-Äqv. [kg/m ³]	Phos-Äqv. [kg/m ³]	Ethen-Äqv. [kg/m ³]	Sb-Äqv. [kg/m ³]	[kg ^{Wasser} /kg ^{Stahl}]	[MJ/m ³]	[MJ/m ³]	[MJ/m ³]	[MJ/m ³]	%
Baustahlanteil im Stahlbeton bei 40 - 300 kg/m ³ / MW; 170kg/m ³	1 m ³ Stahl	286	5,4E-06	0,595	0,0493	0,129	1,491	1,148	3,320	119	0	3,429	3,5%
Beton Druck-fest-kl. C50/60	1 m ³ Beton	335	9,6E-07	0,451	0,069	0,054	5,47 E-04	214	1,418	113	780	2,310	7,4%
Großformatige Elemente aus Leichtbeton	1 m ³ Beton	201	1,3E-07	0,296	0,061	0,031	6,0 E-06	695	982	75	705	1,762	4,3%
Stahlbeton-Wände (Stahl + Beton C50/60)	1 m ³ Beton+Stahl	613	5,4E-06	1,03	0,1167	0,182	1,492	1,357	4,706	230	2,259	7,195	4,7%
Wände aus Leichtbetonplatten	1 m ³ Betonplatte	201	1,3E-07	0,296	0,061	0,031	6,0 E-06	695	982	75	705	1,762	4,3%
Daten umgerechnet von m³ in Tonnen für einen Vergleich mit den Transportwerten													
Beton Druck-fest-kl. C50/60	1 t Beton	140	4,0E-07	0,188	0,029	0,023	2,3E-04	89,2	590,8	47,1	962,5	1,600,4	
Großformatige Elemente aus Leichtbeton	1 t Betonplatte	223	1,4E-07	0,329	0,068	0,034	6,7E-06	772,2	1,091	83	783	1,958	
Stahlbeton-Wände (Stahl + Beton C50/60)	1 t Stahl+Beton	250,5	2,7E-06	4,3E-01	4,8E-02	7,6E-02	6,3E-01	568,7	1,952,3	94,1	893,2	2,939,6	
auf die Bau-Funktionseinheit umgerechnete Daten													
Stahlbeton - Wände (Stahl + Beton C50/60)	1 m ² (Wert 2,3)	185,8	1,6E-05	3,1E-01	3,5E-02	5,5E-02	4,5E-01	411,2	1,426,1	69,7	694,5	2,180,3	4,7%
Wände aus Leichtbetonplatten	1 m ² (Wert 2,3)	61	3,9E-06	0,09	0,019	0,009	1,8 E-06	211	606	28	534	1,167	4,3%
Werte für die Wand-gesamt													
Stahlbeton - Wände (Stahl + Beton C50/60)	1 m ² bauFE	185,8	1,6E-05	3,1E-01	3,5E-02	5,5E-02	4,5E-01	411,2	1,426,1	69,7	694,5	2,180,3	4,7%
Wände aus Leichtbetonplatten	1 m ² bauFE	61	3,9E-06	0,09	0,019	0,009	1,8 E-06	211	606	28	534	1,167	4,3%

Tab. A1-13: Umweltwerte Bau-Funktionseinheit gemauerte Wände aus Betonstein, Kalksandstein, Ziegelstein (a) Grundlegenden - Mauremörtel

		GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP	Wasservbr	(a) PENRE	(b) PERE	(c) Sek brst	Sum a+b+c	AntEE	
n.n.v = Systemgrenzen der EPD nicht nachvollziehbar	Einh.	CO2-Äqv.	R11-Äqv.	S02-Äqv.	Phosphat-Äqv.	Ethen-Äqv.	Sb-Äqv.	[kg Wasser/kg Stahl]	[MJ/---]	[MJ/---]	[MJ/---]	MJ	%	
Mauermörtel (urspr. Daten der EPD)	1 kg	0,10	2,91 E-09	2,0 E-04	4,0 E-05	2,0E-05	2,8 E-04	0,28	0,699	0,015	0	0,71	2,1%	
Bedarf 1 m² Wand mit 30 cm Dicke: ca. 40 kg/m²; Rohdichte: 1.500 kg/m³	1 m²	4	1,16 E-07	0,008	1,6 E-03	8,0 E-04	0,0112	11,2	27,96	0,6	0	28,6	2,1%	
(b) Klima- und Umweltparameter: gemauerte Wände aus Beton, Kalksand- und Ziegelsteinen														
(EPD) = ursprüngliche Werte EPD														
n.n.v = Systemgrenzen der EPD nicht nachvollziehbar	Einh.	CO2-Äqv.	R11-Äqv.	S02-Äqv.	Phosphat-Äqv.	Ethen-Äqv.	Sb-Äqv.	[kg/---]	[MJ/---]	[MJ/---]	[MJ/---]	[MJ/---]	%	n. nv
Mauersteine aus Leichtbeton	1 m3	1.800	119	5,9 E-08	0,214	0,035	1,8 E-04	ang. 1.200	593	40	404	1.037	4%	n. nv
Porenbeton Steine, Ytong	1 m3	450	218	1,3 E-05	0,83	0,063	ang. 20 E-05	1.183	1.579	140	0	1.719	6-8%	n. nv
Hohl. Leichtbeton (Ingr. Wärmed)	1 m3	447	227	3,0 E-08	0,67	0,06	40 E-05	ang. 1.200	3.441	214	179	3.834	6%	n. nv
Kalksandsteine	1 m3	1.900	249	4,4 E-06	0,211	0,03	0,89	ang. 1.200	2.010	91	0	2.101	5%	n. nv
Ziegel-Poroton	1 m3	740	209	1,3 E-06	0,14	0,02	k.a.	ang. 300	1.031	171	0	1.202	14%	n. nv
Ziegel - Mineralwolle gefüllt	1 m3	675	106	1,2 E-06	0,35	0,049	1,5 E-05	329	1.334	253	972	2.558	10%	n. nv
Ziegel - Perlitgefüllt (abblähen Perlitfen?)	1 m3	650	127	11 E-07	0,22	0,028	1,5E-05	237	1.743	348	1.202	3.203	9,6 - 11%	n. nv
Daten umgerechnet von m3 in Tonnen für einen Vergleich mit den Transportwerten														
Mauersteine aus Leichtbeton	1 t	1.800	66	6,7E-08	0,240	0,036	2,2E-04	2.667	738	22-51	224-478	576-1.276		
Porenbeton Steine, Ytong	1 t	450	484	2,8E-05	1,844	0,133	4,5E-04	2.628	3.509	311	0	3.820		
Hohl. Leichtbeton (Ingr. Wärmed)	1 t	447	508	6,7E-08	1,499	0,134	8,9E-04	2.685	7.698	479	400	8.577		
Kalksandsteine (EPD)	1 t	1.900	134	2,3E-06	0,12	0,012	0,47	380	1.058	48	0	1.106		
Ziegel-Poroton	1 t	740	282	1,8E-06	0,189	0,027	k.a.	405	1.393	231	0	1.624		
Ziegel - Mineralwolle gefüllt	1 t	675	151	1,7E-06	0,500	0,041	2,1E-05	470	1.976	374	1.440	3.790		
Ziegel - Perlitte gefüllt	1 t	650	159	1,4E-06	0,275	0,035	1,9E-05	296	2.681	535	1.849	5.065		
auf die Bau-Funktionseinheit umgerechnete Daten														
Mauern Mauerstein Leichtbeton	1 m2 ^{Wert(33)}	36,1	1,2 E-08	0,065	0,0105	0,007	5,5 E-05	ang. 364	302	12	122,4	314	4%	
Mauern Mauerstein Porenbeton /Ytong	1 m2 ^{Wert(33)}	66,1	3,9 E-06	0,252	0,0192	0,018	ang. 6,7 E-05	359	478	42	0	520	6-8%	
Mauern mit Hohl Leichtbet (Wärmed)	1 m2 ^{Wert(33)}	68,8	9,1 E-09	0,203	0,018	0,027	12 E-05	ang. 364	1.043	65	54	1.162	6%	
Mauern aus Kalksandstein	1 m2 ^{Wert(33)}	75,8	1,3 E-06	0,064	0,0091	0,0064	0,27	ang. 364	606	28	0	636	5%	
Ziegel-Poroton	1 m2 ^{Wert(33)}	63,3	3,9 E-07	0,042	0,006	0,003	k.a.	ang. 91	312	52	0	364	14%	
Ziegel - Mineralwolle gefüllt	1 m2 ^{Wert(33)}	32,1	3,6 E-07	0,106	0,0148	0,0088	0,45 E-05	100	699	77	420	767	10%	
Ziegel - Perlitte gefüllt	1 m2 ^{Wert(33)}	38,5	3,3 E-07	0,067	0,0085	0,007	0,45 E-05	72	528	106	364	998	9,6 - 11%	
Mauremörtel inklusive Mauremörtel														
Mauremörtel (30 cm Dicke)	1 m2	4	1,16 E-07	0,008	0,002	0,0008	0,0112	11,2	27,96	0,6	0	28,6		
Mauersteine Leichtbeton	1 m2 ^{bauf}	40,1	1,2 E-07	0,073	0,012	0,008	0,0112	375	330	12	122,4	343	4%	
Mauersteine Porenbeton /Ytong	1 m2 ^{bauf}	70,1	4 E-06	0,26	0,021	0,019	0,0112	370	514	42	0	549	6-8%	
Hohlblocke Leichtb. (Wärmed)	1 m2 ^{bauf}	72,6	9,2 E-09	0,211	0,02	0,028	0,0112	ang. 364	1.071	66	54	1.190	6%	
Mauern aus Kalksandstein	1 m2 ^{bauf}	79,8	1,3 E-06	0,072	0,0107	0,007	0,28	ang. 364	606	28	0	384	5%	
Ziegel-Poroton	1 m2 ^{bauf}	67,3	5,06E-07	0,05	0,008	0,0038	k.a	102,2	340	53	0	521	14%	
Ziegel - Mineralwolle gefüllt	1 m2 ^{bauf}	36,1	4,76E-07	0,114	0,0168	0,0096	0,0112	111,2	727	78	420	796	10%	
Ziegel - Perlitte gefüllt	1 m2 ^{bauf}	43	4,5E-07	0,075	0,0101	0,008	0,0112	83	556	106	364	1.027	9,6 - 11%	

Tab. A1-14: Umweltwerte je Bau-FE für Holzwände aus massiven Holzmauern(a) Grundlegenden - Stahl (a) Klima- und Umweltparameter: Wände aus Holz (mit Gutschrift Sonne beim GWP)

Produkt / Produktgruppe	Einh.	Rohdichte kg/m³	GWP kg CO2 _{ÄqV}	ODP kg R11 _{ÄqV}	AP kg SO2 _A	EP kg P _{ÄqV}	POCP kg Eth _{ÄqV}	ADP kg Sb _{ÄqV}	Wasser kg	Berechnung A ohne Sekundärbrennstoffe; Thüenwerte: in (...) Werte an anderen EPD			Berechnung B Sk = Sekundärbrennstoffe			Berechnung C	Berechnung A	Berechnung B	Berechnung C	Berechnung A	Berechnung B	Berechnung C	Berechnung A	Berechnung B	Berechnung C	
										(a) PERT MJ	(b) PENRT MJ	(a) PENRE MJ	(b) PERE MJ	(c) Sk MJ	Sum abc MJ											(a) PERT MJ
Ursprüngliche Daten der EPD																										
Brettspertholz f. HRB	1m3		-632,7	2,9E-05	0,58	0,07	0,12	8,7 E-04	114	10,200	2,790	1,930	105	4,755	3,805	22%	42%									
KVH f. HRB	1m3		-712 / -730	1 - 2 E-05	0,4 - 0,55	0,08 - 0,11	0,1 - 0,12	6,4 - 9,8 E04	23	(8,940) 10,400	(1,178) 1,590	1,850	177	3,607	2,245	12 - 13%	54%									
Brettschichtholz f. HRB	1m3		-650 / -674	2,0 E-05	0,55 - 0,75	0,11 - 0,15	0,12 - 0,14	6,7 - 7,7 E-04	34	(10,300) - 11,000	(2,420) - 2,870	2,780	77	5,267	3,962	19 - 21%	43%									
Balkenschichtholz	1m3									10,300 - (11,000)	2,420 - (2,870)	2,370	188	4,328	3,112	19 - 21%	43%									
Bauholz (Nadel, Hobel) f. HRB	1m3		-720	6,0 - 10 E-06	0,23 - 1,64	0,04 - 0,09	0,03 - 0,11	8,9 E-04	59	(8,950) - 10,700	(756) - 1,210	1,210	2,230	78	3,518	2,212	8 - 10%	65%								
OSB-Platten f. HRB	1m3		-565 / -890	2,4 - 2,7 E-05	0,85 - 1,4	0,14 - 0,18	0,23 - 0,68	1 - 1,2 E-03	599	12,200 - (12,604)	(5,127) - 9,080	8,660	1,870	0	10,530	8,848	29 - 43%	18%								
Span-Platte (roh) f. HRB	1m3		-746 / -768	2,0 E-05	0,5 - 1,2	0,15 - 0,23	0,11 - 0,25	2,1 E-04	203	8,860 - (13,000)	4,510 - (5,297)	3,930	565	1,150	5,645	29 - 34%	13%									
Bretter Nadel-SH f. HRB	1m3		-735	6,4E-06	0,375	0,079	0,097	1,13E-03	51	10,100	906	1,760	151	1,811	707											
Daten umgerechnet von m3 in Tonnen für einen Vergleich mit den Transportwerten																										
Brettspertholz	1t	489	-1,307	5,16E-05	1,1983	0,1446	0,2479	0,0018	233	21,074	5,764	3,988	217	9,824	7,862											
KVH f. HRB	1t	492	-1,447 / -1,484	2 - 4E-05	0,813 - 1,12	0,162 - 0,224	0,2 - 0,24	0,0013 - 0,002	47	17,967 - 21,138	(2,394) 3,231	3,211	3,760	360	4,563											
Brettschichtholz f. HRB	1t	507	-1,321 / -1,370	4E-05	1,12 - 1,524	0,224 - 0,3	0,24 - 0,28	0,0014 - 0,0016	67	20,934 - 22,358	(4,919) 5,833	5,650	4,898	157	8,052											
Balkenschichtholz	1t	500																								
Bauholz (Nadel, Hobel) f. HRB	1t	484	-1,488	1,2/2,0 E-05	0,48 - 3,39	0,08 - 0,19	0,06 - 0,22	1,8E-03	122	(18,491) 22,107	(1,561) 2,500	2,500	161	7,269	4,570											
OSB-Platten f. HRB	1t	600	-941 / -1,483	4/4,5 E-05	1,42 - 2,33	0,23 - 0,3	0,338 - 1,13	1,6E-03 - 0,002	998	20,333 - (21,006)	(8,545) 15,133	14,433	0	17,550	14,746											
Span-Platte (roh) f. HRB	1t	633	-1,179 / -1,213	3,15E-05	0,79 - 1,896	0,24 - 0,36	0,173 - 0,39	3,3E-04	321	13,997 - (20,537)	7,124 - (8,268)	6,208	893	1,817	8,935	5,081										
Bretter Nadel-SH f. HRB	1t	484	-1519	1,32E-05	0,775	0,163	0,2	0,0023	105	20,868	1,872	3,636	312	3,742	1,461											
auf die Bau-Funktionshöhe umgerechnete Daten																										
Brettspertholz [= m3/3,3]	1m2 / (3,3)		-191,7	7,6 E-06	0,176	0,021	0,036	2,6 E-04	35	3,091	846	585	32	1,441	1,153											
KVH [= m3-Wert * 0,05]	1m2 (*0,05)		-72,4 / -74,2	1/2 E-06	0,04 - 0,056	0,008 - 0,01	0,01 - 0,012	6,5E-05 - 0,0001	1	898 - 1,057	120 - 162	161	188	367	228											
Brettschichtholz (BaSH) [= m3 * 0,05]	1m2 (*0,05)		-66,1 / -68,5	2E-06	0,056 - 0,076	0,01 - 0,02	0,01 - 0,014	6,8/7,9 E-05	1	1,047 - 1,118	246 - 292	282	245	8	535	402										
Balkenschichtholz (BaSH) [= m3-Wert * 0,05]	1m2 (*0,05)								x	x	x	119	89	9	217	156										
Bauholz (BH) Nadel [= m3 * 0,05]	1m2 (*0,05)		-74	6E-07 - 1E-06	0,024 - 0,17	0,004 - 0,01	0,003 - 0,011	9,2E-05	3	(925) - 1,105	78 - 125	125	230	8	363	229										
OSB-Platten [= m3*0,06; 2 Plat.]	1m2 (*0,06)		-34 / -53	1,4/ 1,6 E-06	0,051 - 0,084	0,008 - 0,011	0,014 - 0,04	6/7,2 E-05	36	732 - (756)	(307) - 545	520	112	0	632	531										
Spanpl. (roh) [= m3*0,06; 2 Plat.]	1m2 (*0,06)		-45	1,2E-06	0,03 - 0,072	0,009 - 0,014	0,007 - 0,02	1,26E-05	12	531 - (780)	270 - (318)	236	34	69	339	193										
Bretter (NH) [= m3*0,06; 2 Lagen]	1m2 (*0,06)		-44,1	0,000000384	2,25E-02	4,74E-03	5,82E-03	6,78E-05	3	606	54,36	105,6	9,06	108,66	42,42											
Werte für die Wand-gesamt-Baufunktionale Einheit Wand, 1 m2 bauFE																										
MHM aus Brettspertholz	1m2 bauFE		-192	7,6 E-06	0,176	0,021	0,036	2,6 E-04	35	3,091	846	585	32	1,441	1,153	27%										
HRB aus KVH + OSB	1m2 bauFE		-106 bis -127	2,4/3,6 E-06	0,091 - 0,14	0,016 - 0,021	0,024 - 0,053	1,3/1,7 E-04	37	1,630 - 1,813	427 - 707	681	300	18	999	759	29%									
HRB aus BSH + OSB	1m2 bauFE		-100 bis -122	3,4/3,6 E-06	0,107 - 0,16	0,019 - 0,026	0,026 - 0,055	1,3/1,5 E-04	37	1,779 - 1,874	553 - 837	802	345	8	1,167	933	35%									
HRB aus Bauholz + OSB	1m2 bauFE		-108 bis -127	2/2,6 E-06	0,075 - 0,254	0,0124 - 0,21	0,017 - 0,052	1,5/1,6 E-04	39	1,657 - 1,861	385 - 670	645	342	8	995	760	24%									
HRB aus KVH + Span	1m2 bauFE		-117 bis -119	2,2/3,2 E-06	0,07 - 0,128	0,017 - 0,024	0,017 - 0,027	7,8E-05 - 1,1E-04	13	1,429 - 1,837	390 - 480	397	222	87	706	421	21%									
HRB aus BSH + Span	1m2 bauFE		-111 bis -113	3,2 E-06	0,086 - 0,15	0,012 - 0,029	0,019 - 0,029	8 E-05 - 9,1E-05	13	1,578 - 1,898	516 - 610	518	279	77	874	595	20%									
HRB aus Bauholz + Span	1m2 bauFE		-119	1,8/2,2 E-06	0,054 - 0,24	0,013 - 0,034	0,01 - 0,026	1,08E-04	15	1,456 - 1,885	358 - 443	361	264	77	702	422	18%									
HRB aus KVH + Bretter	1m2 bauFE		-116 bis -118	1,4/2,4 E-06	0,06 - 0,08	0,013 - 0,015	0,016 - 0,018	1,3/1,7 E-04	4	1,504 - 1,663	174 - 216	215	293	27	476	270										
HRB aus BSH + Bretter	1m2 bauFE		-110 bis -112	2,38E-06	0,079 - 0,099	0,012 - 0,016	0,018 - 0,02	1,4/1,5 E-04	4	1,773 - 1,724	300 - 336	326	351	17	643	444										
HRB aus Bauh. + Bretter	1m2 bauFE		-118	1/1,4 E-06	0,047 - 0,193	0,009 - 0,015	0,009 - 0,017	1,6E-04	6	1,531 - 1,711	132 - 179	179	335	17	471	271										

Tab. A1-15: (b) Klima- und Umweltparameter: Wände aus Holz (nur Produktion)

Produkt / Produktgruppe	Einh.	GWP kg CO ₂ -Äqv.	ODP kg R11 _{Äqv.}	AP kg SO ₂ -Äqv.	EP kg Phosphat _{Äqv.}	POCP kg Ethen _{Äqv.}	ADP kg Sb _{Äqv.}	Wasser kg	PENRE+PERE	
									Berechnung D (a) PENRE + (b) PERE	Anteil EE %
Ursprüngliche Daten der EPD										
Kreuzlagenholz f. Holzwände)	1m3	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	1.225	k.a.	13%
Brettspertholz (f. Holzwände)	1m3	82 - 117	2,0 E-05	0,234	0,037	0,043	6,0 E-05	k.a.	366	22%
KVH für Holzrahmenbau	1m3	33 - 48	1,0 E-05	0,22	0,039	0,054	9,0 E-05	k.a.	373	12 - 13%
Brettschichtholz (BSH)	1m3	60 - 74	1,5 E-05	0,22 - 0,34	0,036 - 0,062	0,05 - 0,08	1,0 E-04	k.a.	519 - 577	19 - 21%
Balkenschichtholz (BaSH)										
Bauholz (Nadel, Hobelware) f. HRB	1m3	28 - 38	6,4 E-06	0,269	0,055	0,083	1,1 E-03	k.a.	351 - 431	8 - 10%
OSB-Platten für Holzrahmenbau	1m3	211 - 407	2,0 E-05	0,61	0,082	0,604	7,9 E-04	k.a.	854	29 - 43%
Span-Plat.(roh) für Holzrahmenb	1m3	86 - 139	1,7 E-05	0,225	0,042	0,217	1,8 E-04	k.a.	2.380	29 - 34%
Bretter Nadel-SH f. HRB	1 m3									
auf die Bau-Funktionseinheit umgerechnete Daten										
Kreuzlagenholz (f. Holzwände)	1m2 (Wert(3,3))	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	392	k.a.	
Brettspertholz für MHVauern	1m2 (/3,3)	21 - 30	5,2 E-06	0,061	0,01	0,011	1,56 E-05	k.a.	111	
KVH f. HRB	1m2 (*0,05)							k.a.	97	
Brett-, Balken-schichtholz (BSH)	1m2 (*0,05)							k.a.	135 - 150	
Brett-, Balken-schichtholz (BSH)										
Bauholz (BH) Nadel, f. HRB	1m2 (*0,05)							k.a.	91 - 112	
OSB-Platten f. HRB	1m2 (*0,06)							k.a.	222	
Span-Plat.(roh) f. HRB	1m2 (*0,06)							k.a.	619	
Bretter	1m2 (*0,06)									
Werte für die Wand gesamt - Baufunktionale Einheit Wand - 1 m2 bauFE										
Massivholzmauern aus Kreuzlagenholz	1m2 bauFE	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	392	k.a.	
MHM aus Brettspertholz	1m2 bauFE						1,56 E-05	k.a.	111	
HRB aus KVH + OSB	1m2 bauFE							k.a.	319	
HRB aus BSH + OSB	1m2 bauFE							k.a.	357 - 372	
HRB aus BH + OSB	1m2 bauFE							k.a.	313 - 334	
HRB aus KVH + Span	1m2 bauFE							k.a.	716	
HRB aus BSH + Span	1m2 bauFE							k.a.	754 - 769	
HRB aus BH + Span	1m2 bauFE							k.a.	710 - 731	
HRB aus KVH + Bretter	1m2 bauFE									
HRB aus BSH + Bretter	1m2 bauFE									
HRB aus Bauholz + Bretter	1m2 bauFE									

Tab. A1-16: Berechnete Klima- und Umweltparameter: Dämmung (ohne Befestigungssysteme) Dämmstoffe für Außenwände geeignet mit WLG von 030 bis ca. 040

	Wärmeleitf.	Rohdichte	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP	Wasser	PENRE	PERE	PENRE+PERE	% EE
	W/mK	kg/m ³	kg CO ₂ e	kg R11 _{Ap}	kg SO ₂ e	kg P _{Ap}	kg Eth _A	kg Sb _A	kg	MJ	MJ	MJ	%
Dämmstoffe für Außenwände geeignet mit WLG von 030 bis ca. 040 - Einheit in m³													
MW Holzfaserdämmplatten aus EPD													
1 m ³	0,04 - 0,045	k.a.										4,352	63,7%
Holzfaserdämmplatten Ultratherm	0,04 - 0,045	k.a.	-170	3,9 E-06	0,140	0,028	0,031	9,0 E-05	321	1,768	2,967	4,735	62,7
Holzfaserdämmplatten Thermowall	0,04 - 0,045	k.a.	-160	3,3 E-06	0,120	0,025	0,028	7,0 E-05	290	1,573	2,767	4,340	63,8
Holzfaserdämmplatten Thermowall gf	0,04 - 0,045	k.a.	-200	4,3 E-06	0,160	0,032	0,036	9,0 E-05	370	2,006	3,530	5,536	63,8
Holzfaserdämmplatten Thermos.-hog.	0,04 - 0,045	k.a.	-100	1,6 E-06	0,080	0,016	0,017	5,0 E-05	187	998	1,800	2,798	64,3
Mineralfaserdecken, Zwischensp.-MW	0,032-0,04	13 - 35 (MW: 25) kg/m ³	20	2,0 E-06	0,240	0,016	0,013	2,1 E-03	410	349	44	393	11,2
Mineralfaserdämmung (Mittelwert)	0,032 - 0,04	13 - 35 (MW: 25) kg/m ³	45	4,4 E-06	0,540	0,036	0,012	4,6 E-03	410	788	99	887	11,2
Mineralfaser Fassadendäm. (a) (MW)	0,032	24 - 35 (MW: 30) kg/m ³	42	3,4 E-06	0,420	0,028	0,027	3,7 E-03	410	663	85	748	11,4
Mineralfaser Fassadendäm. (b) (MW)	0,035	24 - 35 (MW: 30) kg/m ³	54	4,6 E-06	0,550	0,038	0,026	4,9 E-03	410	781	117	898	13,0
Glaswolle-Platten	0,035 - 0,041	k.a.	111	5,5 E-06	0,419	0,069	0,021	k.a.	738	1,800	81	1,981	4,3
Steinwolle-Platten	0,040	25 - 200 (MW 113) kg/m ³	185	4,6 E-06	1,090	0,159	0,110	2,8 E-05	738	2,502	52	2,554	2,0
Steinwolle-Platten unkaschiert	0,035-0,041	25 - 200 (MW 113) kg/m ³	179	1,4 E-05	0,489	0,560	0,400	k.a.	738	2,811	122	2,933	4,2
EPS Hartschaum Wände/Dächer 040	0,035 - 0,04	22,9 kg/m ³	89	1,8 E-07	0,089	0,009	0,350	0,55	91	1,145	1	1,146	0,1
EPS Hartschaum Wände/Dächer 035	0,035 - 0,04	16,6 kg/m ³	67	3,0 E-08	0,067	0,007	0,300	0,42	75	888	2	870	0,2
EPS Hartschaum Decken/Böden 040	0,035 - 0,04	26,9 kg/m ³	96	1,0 E-06	0,140	0,014	0,430	0,86	121	1,829	7	1,836	0,4
EPS Hartschaum Decken/Böden 035	0,035 - 0,05	17,5 kg/m ³	62	7,0 E-07	0,089	0,009	0,320	0,56	77	1,193	5	1,198	0,4
EPS Fassadendämmplatte (Quatr. u.a.)	0,03 - 0,032	15,5 kg/m ³	46	1,5 E-06	0,100	0,011	0,260	k.a.	76	1,321	8	1,329	0,6
XPS-Dämmstoff (10 cm)	0,03 - 0,041	34 kg/m ³	202	5,0 E-06	0,494	0,040	0,510	1,56	576	3,437	24	3,461	0,7
XPS-Dämmplatte (10 cm)	0,03 - 0,032	30 - 50 (MW 35) kg/m ³	102	1,6 E-07	0,378	0,022	0,079	4,0 E-05	569	2,860	51	2,911	1,8
WDVS StoTherm-für-FertigHolzbau (20 cm)	0,020	k.a.	49	8,3 E-06	0,108	0,054	0,151	0,06	386	813	28	841	3,3
WDVS- PUR-Kern + Metalldecken (20 cm)	0,025	k.a.	157	2,2 E-06	0,430	0,049	0,065	1,20	3,793	2,624	60	2,684	2,2
WDVS Mineralfaser-Dämmpl. (18 cm)	0,040	k.a.	154	6,7 E-06	0,756	0,079	0,053	k.a.	717	1,979	81	2,060	3,9
Dämmstoffe für Außenwände geeignet mit WLG von 030 bis ca. 040 - Einheit in m² - geht nicht (G.N.) zu berechnen, da in den EPD i.d.R. keine Dicken genannt sind auf die das bezogen werden könnte.													
Holzfaserdämmplatten Ultratherm	0,04 - 0,045	k.a.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Holzfaserdämmplatten Thermowall	0,04 - 0,045	k.a.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Holzfaserdämmplatten Thermowall gf	0,04 - 0,045	k.a.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Holzfaserdämmplatten Thermos.-hog.	0,04 - 0,045	k.a.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Mineralfaserdecken, Zwischensp.-MW	0,032-0,04	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Mineralfaserdämmung (Mittelwert)	0,032 - 0,04	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Mineralfaser Fassadendäm. (a) (MW)	0,032	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Mineralfaser Fassadendäm. (b) (MW)	0,035	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Glaswolle-Platten	0,035 - 0,041	k.a.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Steinwolle-Platten	0,040	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
Steinwolle-Platten unkaschiert	0,035-0,041	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
EPS Hartschaum Wände/Dächer 040	0,035 - 0,04	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
EPS Hartschaum Wände/Dächer 035	0,035 - 0,04	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
EPS Hartschaum Decken/Böden 040	0,035 - 0,04	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
EPS Hartschaum Decken/Böden 035	0,035 - 0,05	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
EPS Fassadendämmplatte (Quatr. u.a.)	0,03 - 0,032	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
XPS-Dämmstoff (10 cm)	0,03 - 0,041	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.
XPS-Dämmplatte (10 cm)	0,03 - 0,032	s.o	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.	G.N.

WDVS StoTherm-für-FertigHolzbau (20 cm)	1 m ²	0,020	k.a.	10	1,7E-06	0,022	0,011	0,030	0,012	77	163	6	168	3,3
WDVS- PUR-Kern + Metalldecken (20 cm)	1 m ²	0,025	k.a.	31	4,4E-07	0,086	0,010	0,013	0,240	759	525	12	537	2,2
WDVS Mineralfaser-Dämmpl (18 cm)	1 m ²	0,040	k.a.	28	1,2 E-06	0,136	0,014	0,010	k.a.	129	356	15	371	3,9
Dämmstoffe für Außenwände geeignet mit WLG von 030 bis ca. 040 - Einheit in t - für einen Vergleich mit den Transportwerten														
Holzfaserdämmplatten Ultratherm	1 t	0,04 - 0,045	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
Holzfaserdämmplatten Thermowall	1 t	0,04 - 0,045	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
Holzfaserdämmplatten Thermowall gF	1 t	0,04 - 0,045	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
Holzfaserdämmplatten Thermos. -hog.	1 t	0,04 - 0,045	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
Mineralwolle Decken, Zwischensp.-MW	1 t	0,032-0,04	0,025 t/m ³ = m ³ Werte / 0,025	800	8,0 E-05	9,6	0,64	0,52	8,4E-02	16.400	13.960	1.760	15.720	k.a.
Mineralwolle Dachdämmung (Mittelwert)	1 t	0,032 - 0,04	0,025 t/m ³ = m ³ Werte / 0,025	1.800	1,76 E-04	21,6	1,44	0,48	1,84 E-01	16.400	31.520	2.475	33.995	k.a.
Mineralwolle Fassadendäm. (a) (MW)	1 t	0,032	0,03 t/m ³ = m ³ Werte / 0,03	1.400	1,13E-04	14,0	0,93	0,90	1,23 E-01	13.667	22.100	2.833	24.933	k.a.
Mineralwolle Fassadendäm. (b) (MW)	1 t	0,035	0,03 t/m ³ = m ³ Werte / 0,03	1.800	1,53 E-04	18,3	1,27	0,87	1,63 E-00	13.667	26.033	3.900	29.933	k.a.
Glaswolle-Platten	1 t	0,035 - 0,041	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
Steinwolle-Platten	1 t	0,040	0,113 t/m ³ = m ³ Werte / 0,113	1.637	4,1 E-05	9,65	1,41	0,97	2,5 E-04	6.531	22.142	460	22.602	k.a.
Steinwolle-Platten unkaschiert	1 t	0,035-0,041	0,113 t/m ³ = m ³ Werte / 0,113	1.584	1,2 E-04	4,33	4,96	3,54	k.a.	6.531	24.876	1.080	25.956	k.a.
EPS Hartschaum Wände/Dächer 040	1 t	0,035 - 0,04	0,023 t/m ³ = m ³ Werte / 0,023	3.870	8,8 E-06	3,87	0,39	15,22	23,91	3.957	49.783	44	49.827	k.a.
EPS Hartschaum Wände/Dächer 035	1 t	0,035 - 0,04	0,017 t/m ³ = m ³ Werte / 0,017	3.941	1,76 E-06	3,94	0,41	17,85	24,71	4.412	51.059	118	51.177	k.a.
EPS Hartschaum Decken/Böden 040	1 t	0,035 - 0,04	0,027 t/m ³ = m ³ Werte / 0,027	3.556	3,7 E-05	5,19	0,52	15,93	31,85	4.482	67.741	259	68.000	k.a.
EPS Hartschaum Decken/Böden 035	1 t	0,035 - 0,05	0,018 t/m ³ = m ³ Werte / 0,018	3.444	3,9 E-05	4,94	0,50	17,78	31,11	4.278	66.278	278	66.556	k.a.
EPS Fassadendämmplatte (Quatr. u.a.)	1 t	0,03 - 0,032	0,016 t/m ³ = m ³ Werte / 0,016	2.875	9,4 E-05	6,25	0,69	16,25	k.a.	4.750	82.563	500	83.063	k.a.
XPS-Dämmstoff (10 cm)	1 t	0,03 - 0,041	0,03 t/m ³ = m ³ Werte / 0,03	6.733	1,7 E-04	16,47	1,33	17,00	52,00	19.200	114.567	800	115.367	k.a.
XPS-Dämmplatte (10 cm)	1 t	0,03 - 0,032	0,04 t/m ³ = m ³ Werte / 0,04	2.550	4,0 E-06	9,45	0,55	1,98	1,0 E-03	14.225	71.500	1.275	72.775	k.a.
WDVS StoTherm-für-FertigHolzbau (20 cm)	1 t	0,020	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
WDVS- PUR-Kern + Metalldecken (20 cm)	1 t	0,025	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
WDVS Mineralfaser-Dämmpl (18 cm)	1 t	0,040	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.

Tab. A1-17: Berechnete Klima- und Umweltparameter: Dämmung (ohne Befestigungssysteme) Dämmstoffe für Außenwände geeignet mit WLG größer 080.

	Wärmeleitf.	Rohdichte	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP	Wasser	PENRE	PERE	PENRE + PERE	Ant EE
	W/mK	kg/m3	kg CO ₂ -Äqv	kg R11 _{Äqv}	kg SO ₂ -Äqv	kg Phosphat _{Äqv}	kg Ethen _{Äqv}	kg Sb _{Äqv}	kg	MJ	MJ	MJ	%
Dämmstoffe für Innenwände geeignet mit WLG von 080 und größer - Einheit in m3													
Heraklit Holzwole Leichtbaupl. (0,8 – 10 cm ange: 3,5 cm) MW (3,5 cm)	0,08 - 0,11	k.a.	127	5,7 E-06	0,426	0,066	0,053	2,4 E-04	958	2.000	1.532	3.532	43,4
Holzfaserpl.-DHF (Egger) (k.a. cm)	0,1	600 - 650 (MW 630)	-508	5,0 E-05	1,780	0,222	0,249	2,4 E-04 ^{avg.}	1.029 ^{avg.}	2.000	1.531	3.531	43,4
Holzfaserpl.-DFF (Egger) (k.a. cm)	0,1	600 - 650 (MW 630)	-117	2,5 E-05	0,925	0,124	0,143	2,4 E-04 ^{avg.}	1.029 ^{avg.}	8.538	11.271	19.809	56,9
MDF (EHW) (k.a. cm)	0,14	720 - 885 (MW 800)	-505	6,0 E-05	1,720	0,479	0,355	2,4 E-04 ^{avg.}	1.029 ^{avg.}	5.205	4.591	9.796	46,9
HDF (EHW) (k.a. cm)	0,14	< 880	-631	7,5 E-05	2,140	0,599	0,444	2,4 E-04 ^{avg.}	1.029 ^{avg.}	8.734	11.653	20.387	57,2
MDF (beschichtet EHW) (1 cm)	0,14	720 - 885 (MW 800)	-422	6,5 E-05	1,936	0,527	0,398	2,4 E-04 ^{avg.}	1.029 ^{avg.}	10.918	14.567	25.485	57,2
MDF (Thünen Studie) (k.a. cm)	k.a.	738	-677 / 218 ^{hent.}	5,8 E-05	1,097	0,298	0,387	2,8 E-04	1.107	A: 8.430; B: 7.430; C-Sum: 5.056	A: 14.300; B: 2.880; C-Sum: 5.056	A: 22.730; B: 10.310; C-Sum: 10.112	50%
HDF (Thünen Studie) (k.a. cm)	k.a.	850	-797 / 210 ^{hent.}	5,9 E-05	1,152	0,320	0,418	3,2 E-04	1.107	A: 8.930; B: 7.740; C-Sum: 7.049	A: 15.200; B: 2.270; C-Sum: 7.049	A: 24.130; B: 10.010; C-Sum: 14.098	50%
Polyurethan-Fußbodendämmung (10 cm)	0,26	30 - 250 (gew: 200)	135	2,0 E-06	0,400	0,044	0,074	k.a.	6.271	2.773	48	2.821	2%
Polyurethan-Stelldeckdämmung (14 cm)	0,19	30 - 250 (gew: 200)	135	1,4 E-06	0,429	0,044	0,074	k.a.	6.271	2.773	48	2.821	2%
Polyurethan-Passivhausdämm. (20 cm)	0,13	30 - 250 (gew: 200)	140	1,5 E-06	0,450	0,044	0,075	k.a.	6.271	2.773	48	2.821	2%
Polyurethan Dämmstoff (k.a. cm)	0,26 ang.	k.a.	134	2,2 E-06	0,425	0,044	0,071	k.a.	k.a.	2.768	49	2.817	2%
Polyurethan Dämmstoffe (k.a. cm)	0,13 ang.	k.a.	147	3,2 E-06	0,511	0,046	0,079	k.a.	k.a.	2.929	93	3.022	3%
Dämmstoffe für Innenwände geeignet mit WLG von 080 und größer - Einheit in m2													
Heraklit Holzwole Leichtbaupl. (0,8 – 10 cm ange: 3,5 cm) MW (3,5 cm)	0,08 - 0,11	k.a.	4,445	1,99E-07	0,015	0,002	0,0019	8,40E-06	33,53	70	54	124	k.a.
1 m2 nicht berechenbar da keine Angaben für Dicke													
Holzfaserpl.-DHF (Egger) (k.a. cm), Holzfaserpl.-DFF (Egger) (k.a. cm), MDF (EHW) (k.a. cm), HDF (EHW) (k.a. cm), MDF (beschichtet EHW) (1 cm) MDF (Thünen Studie) (k.a. cm), HDF (Thünen Studie) (k.a. cm)													
Polyurethan-Fußbodendämmung (10 cm)	0,26	s.o.	13,5	2,0 E-07	0,04	0,0044	0,0074	k.a.	627,1	277,3	4,8	282	k.a.
Polyurethan-Stelldeckdämmung (14 cm)	0,19	s.o.	18,9	2,0 E-07	0,06	0,0062	0,010	k.a.	877,9	388,2	6,7	395	k.a.
Polyurethan-Passivhausdämm. (20 cm)	0,13	s.o.	28	3,0 E-07	0,09	0,009	0,015	k.a.	1.254,2	554,6	9,6	564	k.a.
1 m2 nicht berechenbar da keine Angaben für Dicke													
Dämmstoffe für Innenwände geeignet mit WLG von 080 und größer - Einheit in t - für einen Vergleich mit den Transportwerten													
Heraklit Holzwole Leichtbaupl.		k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.	k.a.
Holzfaserpl.-DHF (Egger) (k.a. cm)		= 0,63 t/m3 = m3 Werte / 0,63	-806	7,9 E-05	2,83	0,352	0,395	3,8 E-04 ^{avg.}	1.633 ^{avg.}	3.175	2.430	5.605	k.a.
Holzfaserpl.-DFF (Egger) (k.a. cm)		= 0,63 t/m3 = m3 Werte / 0,63	-186	4,0 E-05	1,47	0,197	0,227	3,8 E-04 ^{avg.}	1.633 ^{avg.}	13.552	17.891	31.443	k.a.
MDF (EHW) (k.a. cm)		= 0,8 t/m3 = m3 Werte / 0,8	-631	7,5 E-05	2,15	0,599	0,444	3,0 E-04 ^{avg.}	1.286 ^{avg.}	6.506	5.739	12.245	k.a.
HDF (EHW) (k.a. cm)		= 0,88 t/m3 = m3 Werte / 0,88	-717	8,5 E-05	2,43	0,681	0,505	2,7 E-04 ^{avg.}	1.169 ^{avg.}	9.925	13.242	23.167	k.a.
MDF (beschichtet EHW) (1 cm)		= 0,8 t/m3 = m3 Werte / 0,8	-528	8,1 E-05	2,42	0,659	0,498	3,0 E-04 ^{avg.}	1.286 ^{avg.}	13.648	18.209	31.857	k.a.
MDF (Thünen Studie)		= 0,74 t/m3 = m3 Werte / 0,74	-915 / 295 ^{hent.}	7,8 E-05	1,48	0,403	0,523	3,8 E-04	1.496	A: 11.392; B: 10.041; C-Sum: 6.832	A: 19.324; B: 3.892; C-Sum: 6.832	A: 31.307; B: 13.933; C-Sum: 13.664	k.a.
HDF (Thünen Studie)		= 0,85 t/m3 = m3 Werte / 0,85	-938 / 247 ^{hent.}	6,9 E-05	1,36	0,376	0,492	3,8 E-04	1.302	A: 10.506; B: 9.106; C-Sum: 8.293	A: 17.882; B: 2.671; C-Sum: 8.293	A: 28.988; B: 11.777; C-Sum: 16.586	k.a.
Polyurethan-Fußbodendämmung (10 cm)		= 0,2 t/m3 = m3 Werte / 0,2	675	1,0 E-05	2,00	0,22	0,37	k.a.	31.355	13.865	240	14.105	k.a.
Polyurethan-Stelldeckdämmung (14 cm)		= 0,2 t/m3 = m3 Werte / 0,2	675	7,0 E-06	2,15	0,22	0,37	k.a.	31.355	13.865	240	14.105	k.a.
Polyurethan-Passivhausdämm. (20 cm)		= 0,2 t/m3 = m3 Werte / 0,2	700	7,5 E-06	2,25	0,22	0,38	k.a.	31.355	13.865	240	14.105	k.a.

Tab. A1-18: Berechnete Klima- und Umweltparameter: Fassade (ohne Befestigungssysteme).

	Einh.	Wärmeleitfähigkeit	Dicke	Rohdichte	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP	Ww	PENRE	PERE	PENRE + PERE	% EE
		W/mK	cm	kg/m ³	kg CO ₂ e	kg R11 _a	kg SO ₂ e	kg P _a	kg Eth _a	kg Sb _a	kg	MJ	MJ	MJ	%
Volumeneinheit - Werte bezogen auf 1 m³															
Nadel-Schmitt Holz frisch	1 m ³ (= dekl EH Thürnen)	k.a.	1	675 kg/m ³	-765/32 (ohne Gut)	1,0E-05	0,15	0,03	0,02	0,0003	9	A: 523; B: 523, C-sum: 78	A: 8.430, B: 13	A: 8.953, B: 536; C-sum: 78	0%
Faserzement-Fas. panele "Cedral"	1 m ³ dekl 1m2/0,01, Dicke 10 mm	0,19	1	1.300 kg/m ³	643	2,9E-05	1,64	0,25	0,06	0,125	4.150	11.010	2.810	13.820	20,3%
Eternit auf Zementbasis	1 m ³ dekl 1m2/0,005, Dicke 5 mm	0,19	0,5	9 kg/m ² = 1.880 kg/m ³	2.494	2,0E-05	5,16	0,61	2,14	0,001	9.600	35.078	4.600	39.678	11,6%
Eternit Putzträgerplatte -Bluclad	1 m ³ dekl 1m2/0,01, Dicke 10 mm	0,19	1	1.100 kg/m ³	562	3,4E-05	0,17	0,25	0,49	0,001	3.350	9.704	2.360	12.064	19,6%
Eternit Fassadentafein (1)	1 m ³ dekl 1m2/0,01, Dicke 10 mm	0,6	1	1.650-1.800 kg/m ³ (MW: 1.730)	3.350	5,7E-06	5,87	0,75	2,94	0,002	9.560	47.190	3.350	50.540	6,6%
Eternit Fassadentafein (2)	1m ³ dekl 1m2/0,01, Dicke 10 mm	0,6	1	1.650-1.800 kg/m ³ (MW: 1.730)	3.450	5,7E-06	6,23	0,77	3,57	0,014	10.350	48.910	3.460	52.370	6,6%
Glasfaserbeton-Platte	1 m ³ dekl EH = t	k.a.	anp. 1	2 - 2.4 kg/dm ³ = 2.000 kg/m ³	1.452	8,6E-06	4,20	0,44	0,56	0,012	1.339	20.374	2.106	22.480	9,4%
Fassadenbleche aus Aluminium	1 m ³ dekl 1m2/0,001, Dicke 1 mm	k.a.	0,1	MW: 7.400 kg/m ³	30.600	2,4E-03	138	138,00	296,00	0,33	k.a.	460.000	96.300	556.300	17,3%
Profiltafein aus Stahl -Trapezprofil	1 m ³ dekl 1m2/0,001, Dicke 0,75 mm	k.a.	0,1	7.700 kg/m ³	22.000	4,7E-05	77	6,60	10,10	1,80	1.187	306.667	12.000	318.667	3,8%
Profiltafein aus Stahl -Kastenprofil	1 m ³ dekl 1m2/0,001, Dicke 0,75 mm	k.a.	0,1	7.700 kg/m ³	36.933	7,7E-05	129	11,20	16,30	2,90	1.987	506.667	22.667	529.334	4,3%
Flächeneinheit - Werte bezogen auf 1 m²															
Nadel-Schmitt Holz frisch	1 m ² (Wert/100)	k.a.	1	xx kg/m ²	-7,7/0,32	1,0E-08	0,0015	0,0003	0,0002	3E-07	0,1	A: 5,2; B: 5,2, C-sum: 0,8	A: 84,3, B: 0,1	A: 90, B: 5,3, C-sum: 0,8	k.a.
Faserzement-Fassadenpaneele	1 m ² (= dekl EH) (Wert/100)	k.a.	1	xx kg/m ²	6,4	2,9E-07	0,0164	0,0025	0,0006	1,2E-03	42	110	28	138	k.a.
Eternit auf Zementbasis	1 m ² (= dekl EH) (Wert/200)	k.a.	0,5	9 kg/m ²	12,5	2,0E-07	0,0258	0,0031	0,0107	0,5E-05	48	175	23	198	k.a.
Eternit Putzträgerplatte -Bluclad	1 m ² (= dekl EH) (Wert/100)	k.a.	1	xx kg/m ²	5,6	3,4E-07	0,0017	0,0025	0,0049	1,0E-05	34	97	24	121	k.a.
Eternit Fassadentafein (1)	1 m ² (= dekl EH) (Wert/100)	k.a.	1	xx kg/m ²	33,5	5,7E-08	0,0587	0,0075	0,0294	2,0E-05	96	472	34	506	k.a.
Eternit Fassadentafein (2)	1 m ² (= dekl EH) (Wert/100)	k.a.	1	xx kg/m ²	34,3	5,7E-08	0,0623	0,0077	0,0357	1,4E-04	104	490	35	525	k.a.
Glasfaserbeton-Platte	1 m ² dekl EH = t (Wert/100)	k.a.	anp. 1	xx kg/m ²	14,5	8,6E-08	0,042	0,0044	0,0056	1,2E-04	13	204	21	225	k.a.
Fassadenbleche aus Aluminium	1 m ² (= dekl EH) (Wert/1000)	k.a.	0,1	6,8 - 7,9 kg/m ² (MW: 7,4)	30,6	2,4E-06	0,138	0,138	0,296	3,3E-04	k.a.	460	9	469	k.a.
Profiltafein aus Stahl -Trapezprofil	1 m ² (= dekl EH) (Wert/1000)	k.a.	0,1	7,7 kg/m ²	16,5	4,7E-08	0,077	0,0066	0,0101	1,8E-03	230	307	12	319	k.a.
Profiltafein aus Stahl -Kastenprofil	1 m ² (= dekl EH) (Wert/1000)	k.a.	0,1	7,7 kg/m ²	27,7	7,7E-08	0,129	0,0112	0,01630	2,9E-03	380	507	23	530	k.a.
Flächeneinheit - Werte bezogen auf 1 t - zur Vergleichbarkeit mit Transportwerten															
Nadel-Schmitt Holz frisch	1 t	k.a.	k.a.	= 0,675 t/m ³ = m ³ Werte / 0,68	-1.125/47 (ohne Gut)	1,5E-05	0,22	0,044	0,029	0,00044	13,2	A: 769, B: 769, C-sum: 115	A: 12.397, B: 19	A: 13.166, B: 788, C-sum: 115	k.a.
Faserzement-Fassadenpaneele	1 t	k.a.	k.a.	= 1,3 t/m ³ = m ³ Werte / 1,3	495	2,2E-05	1,26	0,192	0,046	0,096	3,192	8.469	2.162	10.631	k.a.
Eternit auf Zementbasis	1 t	k.a.	k.a.	= 1,88 t/m ³ = m ³ Werte / 1,88	1.327	1,1E-05	2,745	0,32	1,13	0,00053	5,106	18.659	2.447	21.106	k.a.
Eternit Putzträgerplatte -Bluclad	1 t	k.a.	k.a.	= 1,1 t/m ³ = m ³ Werte / 1,1	511	3,1E-05	0,155	0,235	0,45	0,00091	3,045	8.822	2.145	10.967	k.a.
Eternit Fassadentafein (1)	1 t	k.a.	k.a.	= 1,73 t/m ³ = m ³ Werte / 1,73	1.936	3,3E-06	3,39	0,433	1,70	0,0012	5,526	27.278	1.936	29.214	k.a.
Eternit Fassadentafein (2)	1 t	k.a.	k.a.	= 1,73 t/m ³ = m ³ Werte / 1,73	1.994	3,3E-06	3,60	0,445	2,06	0,0081	5,983	28.272	2.000	30.272	k.a.
Glasfaserbeton-Platte	1 t	k.a.	k.a.	= 2,0 t/m ³ = m ³ Werte / 2,0	726	4,3E-06	2,1	0,22	0,28	0,006	6,70	10.187	1.063	11.250	k.a.
Fassadenbleche aus Aluminium	1 t	k.a.	k.a.	= 7,4 t/m ³ = m ³ Werte / 7,4	4.135	3,2E-04	18,7	18,7	40	0,045	k.a.	62.162	13.014	75.176	k.a.
Profiltafein aus Stahl -Trapezprofil	1 t	k.a.	k.a.	= 7,7 t/m ³ = m ³ Werte / 7,7	2.857	6,1E-06	10,0	0,86	1,30	0,234	154	39.827	1.558	41.385	k.a.
Profiltafein aus Stahl -Kastenprofil	1 t	k.a.	k.a.	= 7,7 t/m ³ = m ³ Werte / 7,7	4.797	1,0E-05	16,8	1,45	2,12	0,377	258	65.801	2.944	68.745	k.a.

Tab. A1-19: Berechnete Klima- und Umweltparameter: Fußböden (ohne Befestigungssysteme).

	Einh.	Rohdichte	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP	Ww	PENRE (B)	PERE (B)	PENRE (B) + PERE (B)	% EE
			kg CO ₂ eq	kg R11 _{eq}	kg SO ₂ eq	kg Phosphat _{eq}	kg Ethen _{eq}	kg Sb _{eq}	kg	MJ	MJ		%
Flächeneinheit - Werte bezogen auf 1 m³													
Massivholzparkett (Thün.)	1 m ³ (dekl EH 1m ² * 40) Dicke 8-40 mm (MW: 20 mm)	585 kg/m ³	730	0,00040	4,55	0,75	0,55	0,013	2960	31.000 (B)	26.650 (B)	57.650 (B)	46,2%
Mehrschichtparkett (Thün.)	1 m ³ (dekl EH 1m ² /*50) Dicke ^{ingen} 20 mm (MW)	445 kg/m ³	2.500	0,00024	9,00	2,10	1,65	0,011	1.550	34.250 (B)	150.500 (B)	184.750 (B)	81,5%
Vinyl Fußboden	1 m ³ (dekl EH 1m ² /0,003) Dicke 3 mm	1.232-1.698 kg/m ³ (MW ca. 1.500)	2.667	0,000003	8,33	0,97	1,63	0,006	21.000	60.000	3.000	63.000	4,8%
Polyvinyl Chlorid fußboden	1 m ³ (dekl EH 1m ² /0,003) Dicke 3 mm	1.066 kg /m ³	2.233	0,000003	5,33	0,67	1,63	0,006	20.666	53.333	5.000	58.333	8,6%
Laminatboden	1 m ³ (dekl EH 1m ² /0,007) Dicke 7 mm	ca. 880 kg/m ³	-443	0,000066	3,14	0,90	1,16	k.a.	k.a.	17.857	17.286	35.143	49,2%
Textilboden PP, PES	1 m ³ (dekl EH 1m ² /0,007) Dicke ^{ingen} 7 mm	ca. 57 kg/m ³	943	0,009286	3,00	0,37	0,34	k.a.	12.857	15.714	286	16.000	1,8%
Textilboden PP, PES	1 m ³ (dekl EH 1m ² /0,007) Dicke ^{ingen} 7 mm	ca. 143 kg/m ³	2.714	0,009286	8,71	1,17	0,86	k.a.	41.428	40.286	714	41.000	1,7%
Keramik Fliesen, Platten	1 m ³ (dekl EH 1m ² /0,0075) Dicke 7,5 mm	3.375 kg/m ³	1.293	0,000063	2,67	0,25	0,21	2,667	10.000	22.000	1.200	23.200	5,2%
Flächeneinheit - Werte bezogen auf 1 m²													
Massivholzparkett (Thün.)	1 m ² (=dekl EH) Dicke 8 - 40 mm	11,7 kg/m ²	14,6	8,0E-06	9,1E-02	1,5E-02	1,1E-02	2,5E-04	74	620 (B)	533 (B)	1.362 (A); 1.152 (B); 581 (C)	k.a.
Mehrschichtparkett (Thün.)	1 m ² (=dekl EH) Dicke k.a. angen. 0,015 m ³	8,9 kg/m ²	50	4,8E-06	1,8E-01	4,2E-02	3,3E-02	2,2E-04	31	685 (B)	3.010 (B)	3.845 (A); 3.695 (B); 3.542 (C)	k.a.
Vinyl Fußboden	1 m ² (=dekl EH) Dicke 3 mm	3,7 - 5,1 kg/m ²	8,00	1,0E-08	2,5E-02	2,9E-03	4,9E-03	1,8E-05	63	180	9	189	k.a.
Polyvinyl Chlorid fußboden	1 m ² (=dekl EH) Dicke 3 mm	3,2 kg/m ²	6,70	7,9E-09	1,6E-02	2,0E-03	4,9E-03	1,7E-05	62	160	15	175	k.a.
Laminatboden	1 m ² (=dekl EH) Dicke 7 mm	ca. 6,2 kg/m ²	-3,09	4,6E-07	2,2E-02	6,3E-03	8,1E-03	k.a.	k.a.	125	121	246	k.a.
Textilboden PP, PES	1 m ² (=dekl EH) Dicke ^{ingen} 7 mm	ca. 0,4 kg/m ²	6,60	6,9E-05	2,1E-02	2,6E-03	2,4E-03	k.a.	90	110	2	112	k.a.
Textilboden PP, PES	1 m ² (=dekl EH) Dicke ^{ingen} 7 mm	ca. 1 kg /m ²	19,00	6,9E-05	6,1E-02	8,2E-03	6,0E-03	k.a.	290	282	5	287	k.a.
Keramik Fliesen, Platten	1 m ² (=dekl EH) Dicke 7,5 mm	15 kg/m ² = 225 kg/m ²	9,70	4,7E-07	2,0E-02	1,9E-03	1,6E-03	2,0E-02	75	165	9	174	k.a.
Flächeneinheit - Werte bezogen auf 1 t - als Vergleich mit Transportwerten													
Massivholzparkett (Thün.)	1 t	= 0,585 t/m ³ = m ³ Werte / 0,585	1,248	0,00068	7,78	1,28	0,94	0,022	5,059	52.991 (B)	45.556 (B)	98.547 (B)	k.a.
Mehrschichtparkett (Thün.)	1 t	= 0,445 t/m ³ = m ³ Werte / 0,445	5,618	0,00054	20,22	4,72	3,71	0,025	3,483	76.966 (B)	338.202 (B)	415.168 (B)	k.a.
Vinyl Fußboden	1 t	= 1,5 t/m ³ = m ³ Werte / 1,5	1,778	0,000002	5,55	0,65	1,09	0,004	14,000	40.000	2.000	42.000	k.a.
Polyvinyl Chlorid fußboden	1 t	= 1,066 t/m ³ = m ³ Werte / 1,07	2,030	0,000003	4,98	0,62	1,52	0,006	19,314	49,843	4,673	54,516	k.a.
Laminatboden	1 t	= 0,88 t/m ³ = m ³ Werte / 0,88	-503 (MIT Gut)	0,000075	3,57	1,02	1,32	k.a.	k.a.	20,292	19,643	39,935	k.a.
Textilboden PP, PES	1 t	= 0,057 t/m ³ = m ³ Werte / 0,057	16,544	0,163	52,63	6,49	5,97	k.a.	225,560	275,684	5,018	280,702	k.a.
Textilboden PP, PES	1 t	= 0,143 t/m ³ = m ³ Werte / 0,143	18,979	0,0650	60,91	8,18	6,01	k.a.	289,706	281,720	4,993	286,713	k.a.
Keramik Fliesen, Platten	1 t	= 3,375 t/m ³ = m ³ Werte / 3,38	383	0,000019	0,79	0,074	0,062	0,79	2,958	6,509	355	6,864	k.a.

Tab. A1-20: Berechnete Klima- und Umweltparameter: Produkte für den Innenausbau.

		Rohdichte	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP	Ww	PENRE (B)	PERE (B)	Sek.Brennst.	PENRE (B) + PERE (B) + SekBr.	% EE (Ber. B)
	Einh.		kg CO ₂ Äqv	kg R11 _{Äqv}	kg SO ₂ Äqv	kg Phos- phat _{Äqv}	kg Ethen _{Äqv}	kg Sb _{Äqv}	kg	MJ	MJ	MJ		%
Flächeneinheit - Werte bezogen auf 1 m³														
(Nadel-)Schnittholz und Hobelware (20 mm)	1m ³	484 kg/m ³	-720	6 - 10 E-06	0,23-1,64	0,04 - 0,09	0,03-0,11	8,9 E-04	59	1.210	2.230	78	3.518	63%
Brettschichtholz f. Zwischenwände	1m ³	507 kg/m ³	-650 / -674	2,0 E-05	0,55-0,75	0,11 - 0,15	0,12 - 0,14	6,7 - 7,7 E-04	34	2.780	2.410	77	5.267	46%
Brettspertholz	1m ³	489 kg/m ³	-632,7	2,5E-05	0,58	0,07	0,12	8,7 E-04	114	2.720	1.930	105	4.755	41%
Spanplatten roh/beschichtet (20 mm)	1m ³	633 kg/m ³	-746 / -768	2,0 E-05	0,5 - 1,2	0,15 - 0,23	0,11 - 0,25	2,1 E-04	203	3.930	565	1.150	4.328	13%
Röhrenspanplatte f. Leichtbau (24 mm)	1m ³	272 kg/m ³	-301	1,0 E-05	0,33	0,08	0,13	1,9E-04	36	2.080	857	0	2.937	29%
OSB Eurostrand (20 mm)	1m ³	600 kg/m ³	-565 / -890	2,4 -2,7 E-05	0,85 - 1,4	0,14 - 0,18	0,23 - 0,68	1 - 1,2 E-03	599	8.660	1.870	0	10.530	18%
Furnierspertholz (10 mm)	1m ³	823 kg/m ³	-824	6,4 E-05	1,71	0,42	0,35	2,3 E-04	10.756	7.430	20.000	0	27.430	73%
3-/5-Mehrschichtplatten (24 mm)	1m ³	510 kg/m ³	-749	2,58E-05	0,597	0,13	0,126	3,6E-04	88	2.790	1.670	0	3.560	47%
Gipsplatten für Nichttragende Innenwände (100 mm)	1m ³	850 kg/m ³	237	1,167E-07	0,227	0,03	0,03	1,4E-02	147.000	3.780	54	504	4.338	1%
Flächeneinheit - Werte bezogen auf 1 m²														
Schnittholz und Hobelware (20 mm)	1 m ²		-14	1,2-2E-05	0,0046-0,033	0,0008 - 0,0018	0,0006 - 0,0022	1,78E-06	1,18	24,2	44,6	1,6	70,4	
Brettschichtholz f. Zwischenwände	1 m ² (Wand)		-32 / -33	1E-06	0,0275 - 0,0375	0,0055 - 0,0075	0,006 - 0,007	3,35-3,85E-05	1,7	139	120,5	3,85	263,35	
Brettspertholz als Zwischenwand (100 mm)	1 m ²		-63	2,5E-06	0,058	0,007	0,012	8,7E-05	11,4	272	193	10,5	476	
Spanplatten roh/beschichtet (20 mm)	1 m ²		-15	4,0E-07	0,010 - 0,021	0,003 - 0,0046	0,0022 - 0,005	4,28E-06	4,06	79	11,3	23	87	
Röhrenspanplatte f. Leichtbau (24 mm)	1 m ²		-7	2,4E-07	0,008	1,9E-03	3,1E-03	4,5E-06	0,86	50	20,4	0	70	
OSB Eurostrand (20 mm)	1 m ²		-11 / -18	4,8E-07	0,017 - 0,033	0,0028 - 0,0036	0,0046 - 0,0136	2-2,4E-05	11,98	173	37,4	0	211	
Furnierspertholz (10 mm)	1 m ²		-8	6,4E-07	0,017	4,2E-03	3,5E-03	2,3E-06	107,56	74	200	0	274	
3-/5-Mehrschichtplatten (24 mm)	1 m ²		-18	6,1E-07	0,014	3,1E-03	3,0E-03	8,6E-06	2,10	66	39,8	0	85	
Nichttragende Innenwand aus Gipsbauplatten (100 mm)	1 m ²		24	1,167E-08	0,023	0,003	0,003	1,4E-03	5,440	378	5,4	50	434	
Nichttragende Innenwand aus Gipsbauplatten (260 mm)	1 m ²		44	5,9E-07	0,054	0,007	0,007	2,25E-03	8,550	700	13	80	793	
Flächeneinheit - Werte bezogen auf 1 t - als Vergleich mit Transportwerten														
(Nadel-)Schnittholz und Hobelware (20 mm)	1 t	484 kg/m ³	-1.487	1,2-2 E-05	0,48 - 3,39	0,08-0,19	0,06-0,23	1,8 E-03	122	2.500	4.607	161	7.268	63%
Brettschichtholz f. Zwischenwände	1 t	507 kg/m ³	-1.282 - -1.329	3,9E-05	1,08 - 1,06	0,22 - 0,3	0,24 - 0,28	1,3 - 1,5 E-03	67	5483	4753	152	10389	
Brettspertholz	1 t	489 kg/m ³	-1293,9	5,1E-05	1,2	0,1	0,2	1,8E-03	233	5562	3947	215	9724	
Spanplatten roh/beschichtet (20 mm)	1 t	633 kg/m ³	-1.178 - -1.213	3,2E-05	0,79 - 1,9	0,24 - 0,36	0,17 - 0,39	3,3E-04	321	6209	893	1817	6837	
Röhrenspanplatte f. Leichtbau (24 mm)	1 t	272 kg/m ³	-1106,6	3,7E-05	1,2	0,3	0,5	7,0E-04	132	7647	3151	0	10798	
OSB Eurostrand (20 mm)	1 t	600 kg/m ³	-941 - -1.483	4-4,5E-05	1,4 - 2,3	0,23 - 0,3	0,38 - 1,13	1,67 - 2E-03	998	14433	3117	0	17550	
Furnierspertholz (10 mm)	1 t	823 kg/m ³	-1001,2	7,8E-05	2,1	0,5	0,4	2,8E-04	13069	9028	24301	0	33329	
3-/5-Mehrschichtplatten (24 mm)	1 t	510 kg/m ³	-1468,6	5,1E-05	1,2	0,3	0,2	7,1E-04	173	5471	3275	0	6980	
Gipsplatten für Nichttragende Innenwände (100 mm)	1 t		279	1,4E-07	0,267	0,035	0,035	1,6E-02	172941	4447	64	593	5104	

Tab. A1-21: Daten zu VOC, Formaldehyden und Kanzerogenen in EPD.

Produkt die funktionale Einheit ist je [1 m ³]	Rohdichte in [kg/m ³]	Grundrohstoffe im Produkt	VOC-28Tage-Werte	Formaldehyd-28Tage-Wert	Additive. (1) Kanzerogene-28-Tage-Werte und (2) Massenanteil (a) kanzerogener und (b) überwachungsbedürftiger Substanzen im Produkt.	Eluate	Gefährliche Brandgase (a) eher toxische Brandgase, (b) eher übliche Brandgase.
Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60	2.400 kg/m ³	Zement: 16,4-17,3%; Flugasche: 0,4-2,1%; Wasser: 5,3-6,7%; Gesteinskörnung: 72-79,3%; Zusatzmittel: 0,1- 0,3%.	k.a.				
Porenbeton (Mauersteine/ Elemente)	400 - 500 kg/m ³	Sand: 60-70%; Zement: 15-30%; Brantkalk: 10-20%; Porenbetonmehl: 5-7%; Gips/Anhydrit: 2-5%; Alumin.: 0,05-0,1%; Hilfsstoffe: Schalöl, Mahlkörper, Scheide-drähte.	k.a.				
Mauersteine Leichtbeton (nat. Zuschläge)	450 - 2000 kg/m ³	Bims: 11 -77%; Zement: 8-23%; Basalt: 0-80%; Flugasche: 1% (Leichtzuschläge sind Bims und Basalt)	k.a.				
Hohlblöcke aus Leichtbeton mit integ. Wärmedäm.	447 kg/m ³	Blähton: 47%; Sand: 22,4%; Zement: 16,7%; Kalksteinmehl: 10,1%; PUP 3,8 %.	k.a.				
Ytong Steine aus Porenbeton/Gasbeton)	k.a.	Sand: 55-70%; Zement: 15-30%; Quick Lime: 10-20%; Gips: 2-5%; Alumin.: 0,05-0,15%; Additive	k.a.				
Glasfaserbeton-Platte	2000 kg/m ³	k.a. - angenommen wie bei Ytong.	k.a.				
Großformatige Elemente aus Leichtbeton	900 kg/m ³	k.a. - angenommen wie bei Ytong.	k.a.				
Kalksandstein dt.	1900 ^(1200 - 2600) kg/m ³	selbsterklärend	k.a.				
Poroton-Mauerziegel	740 ^(650 - 1.400) kg/m ³	k.a. - es steht in der EPD nur: Ausgangsstoffe sind Ton, Kalk, Stein-, Natursteinmehl.	k.a.				
Ziegel - mit Mineralwolle gefüllt	705 kg/m ³	Ziegelanteil: 38-49%; Mineralwollanteil: 51 - 62%; für die Porosierung im Ziegel wird Recycling-Polystyrol verwendet	gemessen aber nicht angegeben	0,02-0,04 ppm (Grenzwert: 0,05 ppm)	k.a.		angeg.: „im Brandfall inert“
Ziegel - mit Perlite gefüllt (Rohdichte sehr unterschiedlich je Befüllungsgrad mit Perlit)	391 - 806 kg/m ³	Ziegelanteil: 22 - 55%; Perliteanteil: 45 - 78%; Hilfsstoffe: Polystyrol, Sägespäne, Papierfangstoffe, für die Perlitfüllung: Bindemittel auf Wasserbasis.	k.a.				„im Brandfall inert“
Faserzement-Fassadenpaneel	1300 kg/m ³	Portlandzement: 35-40%; Quarzsand: 50-55%; Zellstoff: 5-10%; Aluminiumhydroxid: 3-7 %.	k.a.		Über GW-Trinkw.V. in [mg/l]: Chrom, Aluminium, KMnO ₄ , CSB, TOC, Pehnlindex, AOX Chrom. < 0,01 (GW= 0,2) Alumi.: 0,8 (GW= 0,2); KMnO ₄ : 60 (GW=5); CSB: 49 (GW=0); TOC: 15 (GW=0); Phenoli. < 0,01(GW = 0); AOX < 0,01 (GW=0)		k.a.
Eternit (Dach- und Fassadenplatten, Putzträgerplatten) auf Zementbasis	1100 - 1875 kg/m ³	Portlandzement: 81%; Kalksteinmehl: 9%; Farbe: 4%; Zellstoff: 3%; Polyvinylalkoholfasern: 3%.	k.a.		(1) k.a. (2) HBCD 0,5-3% und „Additive“ (nicht genannt)	k.a.	wenig transparent - „übliche Brandgase“
Eternit Fassadentafeln (Equitone Natura, Equitone Textura, Eterplan)	1650 - 1800 kg/m ³	Portlandzement: 82%; Trass: 6%; Zellstoff: 2,5%; Polyvinylalkoholfasern: 3,5%; Farbe: 6,5%.	Langzeit-VOC-Emissionen in [µg/m ³]: TVOC _{28T} : < 24 VOC _{NIK} : < 5 SVOC _{28T} : < 5	k.a.		Über GW-Trinkw.V. in [mg/l], (GW=0 mg/l): Chromat, CSB, TOC, Phenolindex, AOX. Chromat: < 0,01 CSB: < 15 TOC: 3,8 Phenolindex: < 0,01 AOX: 0,026	k.a.
Glasfaserbeton-Platte	2-2,4 t/m ³	k.a.	k.a.				
Fassadenbleche aus Aluminium-Metall (Metawell A)	6,8 - 7,9 kg/m ²	Aluminium: 97%; Klebstoff (Polyamid): 3%; Kunststoff-Schutzfolie: < 1%	k.a.				

Profiltafeln aus Stahl - Trapezprofil	7,7 kg/m ²	k.a. - es steht in der EPD nur: Stahl, metallischer Überzug mit Zink, Beschichtung mit Polyester. Einsatz auch innen.	k.a.				
Mineralwolle (mit ECOSE) - Innenausbau	10-20 kg/m ³	Scherben: 50-70%; Sand: 10-15%; Soda: 5-15%; Borat: 4-8%	Langzeit-VOC-Emissionen in [µg/m ³]: TVOC _{28t} : < 100 VOC NIK _{28t} : 50 SVOC _{28t} : < 20	< 10 µg/m ³	k.a.		
Mineralwolle (mit ECOSE) - Decken, Zwischensparrendämmung, Dachdämmung	13 - 35 kg/m ³	k.a. - angenommen wie Mineralwolle.	k.a.				
Mineralwolle (mit ECOSE) - Fassadendämmung	24 - 35 kg/m ³	k.a.	Langzeit-VOC-Emissionen in [µg/m ³]: TVOC _{28t} : < 1 [Achtung: TVOC _{28t} : < 10 mg/m ³ !] VOC NIK _{28t} : k.a. SVOC _{28t} : < 100	120 µg/m ³	< 0,01mg/m ³	k.a.	
Glaswolle-Platten und -Filze		k.a.	k.a.				
Steinwolle Platten und Filze	113-200 kg/m ²	Dolomit u. Basalt: 40-50%; zementgebundene Formsteine: 45-55%; Bindem. aus harnstoffmodifiziertem Phenol-Formaldehydharz: 4%; Mineralöl: 0,2%; Haftvermittler: 0,1%	k.a.				
EPS Hartschaum Dämmung für Wände/Dächer, Decken/Böden	17-27 kg/m ³	Polystyrol-Granulat: 80-99%; Recyclat: 0-19%; in EPD nicht genannt aber wohl drin: Graphit 3-5%; Pentan: 4-6% und Flammschutzmittel	Langzeit-VOC-Emissionen in [µg/m ³]: TVOC _{28t} : < 100 VOC NIK _{28t} : < 10 SVOC _{28t} : < 5	nicht nachweisbar oder k.a. (=?)	Kanzerogene in der Produktion: HBCD: 0,5 - 1%, Pentan: 3,5 - 7%	k.a.	
EPS Hartschaum Fassadenplatte	16 kg/m ³	Polystyrol-Granulat: 84-98%; Recyclat: 0-12%; Hexabromcyclododekan: 1-2%; Graphit: 3,5-5%; Pentan: 4-6%.	Langzeit-VOC-Emissionen in [µg/m ³]: TVOC _{28t} : < 50 VOC NIK _{28t} : n.n. SVOC _{28t} : < 10	nicht nachweisbar oder k.a. (=?)	Kanzerogene in der Produktion: HBCD: 0,5 - 1%, Pentan: 3,5 - 7%	k.a.	
XPS-Dämmstoffe	35 kg/m ³ (30-50)	Polystyrol: 90-95%; Treibmittel (vermutlich Penatn): 5-8%; k.a. zu Flammschutzmitteln, sind aber wohl enthalten	Langzeit-VOC-Emissionen in [µg/m ³]: TVOC _{28t} : < 50 VOC NIK _{28t} : < 5 SVOC _{28t} : < 5	nicht nachweisbar oder k.a. (=?)	Kanzerogene in der Produktion: HBCD 9,5-3%, Additive	k.a. (in EPD steht: "Das Auslagerverhalten ist für ---- (das Produkt) nicht relevant")	k.a.
Polyurethan-Fußbodendämmung	30-250 kg/m ³	MDI: 55-65%; Polyol: 20-30%; Treibmittel: 4-5% (Pentan); Schaumstabilisatoren 0,5 - 2%; phosphorhaltige Flammschutzmittel 2-5%.	bei den Langzeit-VOC-Emissionen nur die VOC-Emissionen des eingesetzten Pentans gemessen, hier VVOC _{28t} : 60 µg/m ³	k.a.			k.a. (in der EPD steht, dass bei Brand Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickstoffoxide, Cyanwasserstoff entstehen, dazu gibt es aber keine Messungen)
Holzfaserdämmplatten (Trockenverfahren)	k.a.	Nadelholz: 94,5%; PUR Harz: 4%; Parafin: 0,5 - 1,5%.	Langzeit-VOC-Emissionen in [µg/m ³]:	9-10 µg/m ³	Kanzerogene: < 1 MDI: < 2 µg/m ³	In der EPD steht: „keine Eluatanalyse da kein Altholz eingesetzt“	k.a.
Heraklit Holzwolle Leichtbauplatten - Standard	k.a.	Holz: 25-35%; gebrannter Magnesium (Bindemittel): 30 - 40%; Magnesiumsulfat: 3-6%; Wasser: 30 - 40% oder bei Zementbindung Zement statt Magnesium.	TVOC _{28t} : 1mg/m ³ [Achtung: TVOC _{28t} : < 10 mg/m ³ !] VOC NIK _{28t} : k.a. SVOC _{28t} : < 0,1	120 µg/m ³	k.a.		
DHF - Holzfaserplatten	600-650 kg/m ³	Holzfasern: 86%; Wasser: 5-7%; PMDI-Leim: 4%; Parafinemulsion < 1%; Additive (k.a.)	k.a.	0,3-0,8 mg HCHO / 100g	k.a.	Eluatanalyse: nur bestimmte gemessen in [mg/kg]: Antimon, Arsen, Barium, Cadmium, Chrom, Blei, Quecksilber Antimon: <1, Arsen: <0,5, Barium: 16, Cadmium: 0,19, Chrom: < 0,2, Blei: < 0,5, Quecksilber < 0,01.	k.a.

MDF - Mitteldichte Faserplatte	720-885 kg/m ³	Holzspäne (Fichte): 82%; Wasser: 5-7 %; UF-Leim (Harnstoffharz): 11%; Parafinwachsemulsion: < 1%; Dekopapiere und Melamionformaldehydharz (bei Beschichtung)	k.a.	< 0,1 - 4,7 mg HCHO/100 g	k.a.	Eluatanalyse rohe MDF-Platte in [mg/kg]: Antimon: < 1; Arsen: < 0,5; Barium: 41; Cadmium: 0,13; Chrom: < 0,2; Blei: 1; Quecksilber: < 0,01; Selen: <1.	k.a.
HDF - Hochdichte Faserplatte	< 880 kg/m ³	Holzspäne (Fichte 82%, Wasser 5-7 %, UF-Leim (Harnstoffharz) 11%, Parafinwachsemulsion < 1%; Dekopapiere und Melamionformaldehydharz (bei Beschichtung)	k.a.				
WDVS "StoTherm Classic (Anwendung im Fertigholzhausbau)	k.a.	k.a. Aufbau: (1) Holzaufbau (Holzplatte und Holzlatten mit Mineralwolle gefüllt); (2) „StoPrefa Coll“ Platte (k.a.); (3) „Sto Dämmplatte Top 32“ (k.a.); (4) „StoPrefa Armat“ (k.a.); (4) „Sto- Glasfasergewebe“ (k.a.); (6) „Stolit K2, StoSilca K2“ (k.a.). Was hier jeweils die Materialien und Inhaltsstoffe sind wird nicht genannt.	k.a.				
WDVS Sandwichelem. mit PUR Hartschaumkern + beschichteten Metalldecken	k.a.	k.a. Die einzelnen Sandwichelemente sind nicht näher beschrieben und auch nicht welche Materialien hier verwendet werden. Es wird grob Stahl und PUR-Schaum erwähnt, sowie Zink- und Aluminiumüberzüge. Anwendung für für Dach, Wand und Decke, für raumabschließende und wärmedämmende Außenwand und Dachteile also auch Innenräume.	k.a.				
WDVS mit Mineralfaser Lamellen-Dämmplatten geklebt	k.a.	Kleber, Mineralfaser Lamelle, Unterputz mit textilfaser, Haftvermittler, Oberputz. keine weitere Angaben.	k.a.			k.a. Zitat: „Die biozide Ausrüstung wird nach einigen Jahren durch Beregnung ausgelaugt. Konstruktive Maßnahmen können vorbeugen“	k.a.
Gippsfaserplatten, Gipskartonplatten, Gips Wandplatten	850 kg/m ³	k.a. in EPD (bei Probas: Gips, LDPE-Granulat)	Langzeit-VOC-Emissionen in [µg/m ³]: TVOC _{28h} : < 100 VOCN _{28h} : k.a. SVOC _{28h} : k.a.	„unh. Grenzw.“	Kanzerogene ₃₁ : 10 µg/m ³ , Kanzerogene _{28h} : < 1 µg/m ³ .	k.a.	
Vinyl (Polyvinylchlorid) Fußboden	3,2-5,1 x/x	PVC: 34 - 45%; „Filler“ (k.a): 54,3%; „Plasticiser“ (k.a.): 10,5%; „Stabiliser“ (k.a.): 0,3%; Pigmente (k.a.): 0,2%; Additive (k.a.): 0,1 %; Polyurethan coating: 0,2%; (laut EPD 14% Recyclingmaterial das von der Art her nicht näher benannt ist).	k.a. - in der EPD wird lediglich angegeben, dass das Produkt unter die Reachverordnung von 0,1% Gewichtsanteil an kanzeroenen bzw. gefährlichen Substanzen fällt.				
Laminatboden	880 g/m ²	k.a.	k.a.				
Textiler Bodenbelag aus Polyamidkunststoff (PP und PES)	400-1000 g/m ²	Nutzschichtmaterial: 100% Polyamidfasern; Trägermaterial: Polypropylen (PP) oder Polyester (PES); Rückeschichtung: textiler Geweberücken aus PP oder PES.	k.a. - In der EPD steht: "Die Emissionen des textilen Bodenbelages bei Auslieferung entsprechen den Anforderungen der GUT-Prüfkriterien für VOC Emissionen und Schadstoffe" (man beachte dabei: GUT ist der Halter der EPD). Das ist alles.				
Kreamische Fliesen und Platten	15 kg/m	Tone: 60%; Feldspate: 22%; Kaolin: 8%; Kalkstein: 4%; Sand: 3%; Glasuren: ca. 4%	Es steht: „keine Nachweise auf Gesundheitsgefährdung erforderlich“				
Spanplatten roh/beschichtet	k.a.	Holzspäne (Fichte): 84-86%; Wasser: 4-7 %; UF-Leim (Harnstoffharz): 8-10%; Parafinwachsemulsion: < 1%; Dekopapiere und Melamionformaldehydharz (bei Beschich.)	VOC: keine Nachweise	0,1 - 4,8 mgHCHO/100 g	Kanzerog.: nn; MDI: unh NWG; EOX: < 2 mg/kg	Eluatanalyse beschichtete Spanplatte in [mg/kg]: Antimon: < 1, Arsen: < 0,5, Barium: 105, Cadmium: 0,07, Chrom: 0,6, Blei: 1,6, Quecksilber: < 0,01, Selen: <1.	k.a.

Leichtbauplatten roh/beschichtet	k.a.	Holzspäne (Fichte, Kiefer): 84-86%; Wasser: 4-7 %; UF-Leim (Harnstoffharz): 8-10%; Parafinwachsemlulsion: < 1%; Dekopapiere und Melamionformaldehydharz (bei Beschichtung)	VOX keine Nachweise	<0,005 - 5,1 mg HCHO / 100 g	Kanzerog.: nn.; MOX: n.n.; EOX: < 2mg/kg.	Eluatanalyse rohe (beschichtete) Platten in [mg/kg]: Antimon: < 1, Arsen: < 0,5, Barium: 25 (41), Cadmium: 0,09, Chrom: <0,2, Blei: <0,5, Quecksilber: < 0,01, Selen: <1.	Brandgase rohe (beschichtete) Platten: CO 14000 (1.000) ppm; CO2 20.000 (10.000) ppm; Ammoniak 80 (2.000) ppm; Cyanwasserstoff 45 (n.n.) ppm; Styrol 300 (400) ppm.
KLH Massivholzplatten (Kreuzlagenholz)	470 kg/m3	keine genaueren Angaben: Herstellung aus Nadelholz. Verleimung der Lamellen mittels PUR Klebstoff (Anmerkung: gibt es aber auch genagelt oder gedübelt bei anderen Herstellern)	VOC-ges: 740 µ/m3	0013 - 0,015 µg/m3	Kanzerogene: keine MDI-Werte unh. NWG < 0,5 µg/m3	k.a.	
OSB Eurostand	570--600 kg/m3	keine genaueren Angaben: Entrindetes Nadelholz aus Durchforstung (Fichte, Kiefer), MUF-Leim (Melamin-Harnstoff-Formaldehydharze), PMDI-Leim (PUR) (Diphenylmethan, Diisocyanat)-Umwandlung bei der Herstellung in PUR-Polyurethan	k.a. - VOC nicht nachgewiesen weil, wie es in der EPD heist, „kein anerkanntes Prüf- und Bewertungsverfahren existiert“.	0-6,4 mg/100g st	Kanzerogene: keine Lindan / PCP unh. NWG < 0,1 mg/kg	Die nachgewiesenen Konzentration von Bor 150 mg/kg (NWG: 59), Chrom 13 mg/kg (NWG: 1), Kupfer 4 mg/kg (NWG: 1) und Zink 7 mg/kg (NWG: 1) werden als unbedenklich eingestuft (*). (*): Eluatanalyse nur bestimmte Metalle gemessen: die Metalle Cadmium, Kobalt, Quecksilber, Antimon, Arsen, Barium, Beryllium, Blei, Nickel, Zirkonium waren unter der Nachweisgrenze (NWG 0,2 bzw. 0,5 mg/kg).	k.a. („übliche Brandgase“). Brandgase wie Kohlendioxid, Kohlenmonoxid und Cyanwasserstoff (Blausäure wegen der PMDI-Hraze genannt als „übliche Brandgase“. Aber keine Konzentrationen in der EPD ausgezeichnet.

Tab. A1-22: Im Projekt eingestufte Hauptverwendungswege der Nachnutzung bei einzelnen Baustoffgruppen. Die Einstufung erfolgte anhand von groben oder vagen bis hin zu exakteren Formulierungen in EPD. Die Zahlen in den Spalten kennzeichnen den Hauptverwertungsweg von 0 (nicht relevant) bis hin zu 5 (alleiniger Verwertungsweg).

Produkt die funktionale Einheit ist je [1 m3]	Hauptverwendungsweg nach End of Life	Wiederverwertung unter derselben Nutzung	Wiederverwertung (Potentiale erkennbar)	Recycling (heute)	Recycling (Potentiale erkennbar)	Nutzung f. abw. Zwecke bei ger. Aufbereitung	dezentralem Energet. Nutzung als Ersatzbrennstoff für Öl, Gas	Energetische Entsorgung in MVA	Entsorgung in Deponien	selbst-Entsorgung in MVA u. Deponien problem.
Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60	Trennen von Beton vom Betonstahl. Beton wird aufgearbeitet. Zerkleinert, nach Kornfraktionen sortiert kann der Beton prinzipiell im Straßenbau verwendet werden. Recycling als Frischbeton ist nur zu geringen Anteilen möglich und heute nicht üblich. Entsorgung auf der Deponie ist heute üblich.	0	0	0	0	<1	0	0	4	-
Porenbeton (Mauersteine/Elemente)	Bauabbruch aus Porenbeton kann - sortenrein ! (was im Bauabbruch sehr selten vorkommt) theoretisch wiederverwertet werden. Laut EPD werden Montageteile aus Porenbeton heute teils wiederverwertet, Mauersteine aus Porenbeton nicht. Entsorgung auf der Deponie ist heute üblich.	0	0	0	0	<1	0	0	4	-
Mauersteine Leichtbeton (nat. Zuschläge)	Bauabbruch von dt. Herstellern auch vereinzelt Rücknahmesysteme vorhanden. Produkte theoretisch recycelbar und als Zuschlag für die Produktion zu verwerten. Recyclingmaterial kann aber z.B. im Straßen- und Wegebau genutzt werden. Entsorgung auf der Deponie ist heute üblich.	0	0	0	0	<1	0	0	4	-
Hohlblöcke aus Leichtbeton mit integr Wärmedäm.	EPD: "Mit Polyurethan gefüllte Leichtbetonmameursteine aus event. Rückbau können nicht sortenrein getrennt werden". "Durch den Einbau von Polyurethanschäumen entstehen Verbundwerkstoffe die eine spätere Trennung sehr erschweren.	0	0	0	0		0	0	5	-
Ytong Steine aus Porenbeton/Gasbeton)	Nur unklare Angaben, die mit der Entsorgungsrealität wohl wenig zu tun haben; es wird jedoch eingeräumt dass das Material heute "have hardly ever been reused" nicht recycelt oder wiederverwertet wird. Entsorgung auf der Deponie ist heute üblich.	0	0	0	0		0	0	5	-
Glasfaserbeton-Platte	k.A.; Entsorgung auf der Deponie ist heute üblich.	0	0	0	0		0	0	5	-

Großformatige Elemente aus Leichtbeton	als recycelbar angegeben für Straßen und Wegebau, das dürfte aber mengenmäßig aber eher gering sein. Entsorgung auf der Deponie ist heute üblich.	0	0	0	0	<1	0	0	4	-
Kalksandstein dt.	k. A.; eigene Einschätzung der End-of-use Phase	1	0	2	0		0	0	2	-
Poroton-Mauerziegel	Wiederverwertung von Ziegeln findet immer noch kaum statt ist aber theoretisch möglich.	0	0	0	0	<1	0	0	4	-
Ziegel - mit Mineralwolle gefüllt	Wiederverwendung findet laut EPD praktisch nicht statt. Für Recycling und Weiterverarbeitung müssten Mauerziegel und Mineralwolle sortenrein getrennt werden.	0	0	0	0	0	0	0	5	-
Ziegel - mit Perlite gefüllt <small>(Rohdichte sehr unterschiedlich je Befüllungsgrad mit Perlit)</small>	Wiederverwertung derzeit nicht Stand der Technik. Theoretisch könnten die Ziegel rückgewonnen, vermahlen und als Magerungsmittel in der Ziegelproduktion wieder eingesetzt werden, dies ist heute wohl kaum der Fall.	0	0	0	0	0	0	0	5	-
Faserzement-Fassadenpaneele	Als Lebensdauer wird 40 - 60 Jahre angegeben. Die Recyclingfähigkeit ist theoretisch gegeben (wenn sortenrein), dann als Zuschlagstoff und Bauschutt für Straßenbau, das ist jedoch nicht gängig; Gängig ist die Deponierung auf Bauschuttdeponien.	0	0	0	0	<1	0	0	4	-
Eternit (Platten auf Zementbasis)	Die Platten können je nach Befestigungssystem (z.B. Schrauben statt Nägel) zerstörungsfrei abgenommen werden. Unbeschädigt, sortenrein können diese theoretisch wiederverwertet werden. Heute ist jedoch die Deponierung der übliche Weg.	<<1	0	0	0	<1	0	0	4	-
Glasfaserbeton-Platte	k.A.; üblich ist die Entsorgung auf der Deponie.	0	0	0	0	0	0	0	5	-
Fassadenbleche/Profiltafeln aus Aluminium und Stahl	Nutzungsdauer hängt von der Beschichtung, der Güte des Korrosionsschutzes ab. Eine Schutzdauer der Korrosionsschicht wird mit 15 Jahren angegeben, danach kommt es laut EPD meist zur ersten Teilerneuerung.	2	0	3	0	0	0	0	0	-
Mineralwolle, Glas- und Steinwolle (Dämmstoffe)	Wiederverwendung für die gleiche Dämmanwendung ist ausgeschlossen. Recycling theoretisch möglich aber nur bei Sortenreinheit, dann als Zusatz für Faserzementplatten, Dachsteine, Ziegel, Beton; Hauptweg ist heute die Deponierung.	0	0	<<1	0	0	0	0	5	-
EPS, XPS (Dämmstoffe)	Verbrennung in (1) MVA und (2) Deponierung ist heute der übliche Weg, aber auch hier verursachen diese Stoffe Probleme. Beim Verbrennen entstehen hohe Konzentrationen an Dioxinen. Wird das Material nicht in deutschen MVA verbrannt mit seinen strengen Auflagen gelangt das Dioxin auch in die Umwelt.	0	0	<<1	0	0	0	5	5	!
Polyurethan (Dämmstoffe)	nur saubere Materialien könnten theoretisch weiter verwendet werden, was in der Praxis nicht üblich ist. Es bleibt nur die Entsorgung auf Deponien, Abfallschlüssel 170604	0	0	<<1	0	0	0	0	5	!
Holzfaserdämmplatten (DHF, MDF, HDF)	Platten können ohne Verunreinigung wieder nach ihrem ursprünglichen Zweck verwertet werden. Platten können ohne Verunreinigungen recycelt werden. Energetische Verwertung ist üblich: i.d.R. Altholzkategorie A2	1	0	1	0	0	3	0	0	-
Heraklit Holzwolle Leichtbauplatten - Standard	Platten könne theoretisch in "unbeschädigter Form" wieder verwertet werden können (unüblich). Die Platten werden heute wohl v.a. thermisch genutzt.	1	0	1	0	0	3	0	0	-
WDVS <small>(z.B. Sandwichelemente mit PUR Hartschaumkern und farbig beschichteten Metalldeckenschalen, mit Mineralfaser Lamellen-Dämmplatten)</small>	Wiederverwertung bisher nicht möglich, rein theoretisch wäre das denkbar, wenn die Sandwichelemente nicht beschädigt sind. Es wird aber in der EPD angegeben, dass es bisher kein erprobtes Verfahren zur Wiederverwertung gibt.	0	0	0	0	0	0	0	5	!
Gippsfaser-, -kartonplatten	Beseitigung nur auf Deponien möglich (Deponieklasse I, II)	<<1	0	0	0	<1	0	0	4	-
Vinyl (Polyvinylchlorid) Fußboden	Aussagen zu end-of-life in dre EPD mehr als dürftig: „ das Material kann, wenn man den Anweisungen (von wem?) folgt, prinzipiell recycelbar und wiederverwertbar sein“. In der Praxis wird ein solcher Boden in der Müllverbrennung entsorgt.	0	0	0	0	0	0	5	0	!
Laminatboden	k.a.; in der Praxis wird Laminat i.d.R. in der MVA entsorgt (hohe Leimanteile).	0	0	0	0	0	0	5	0	!
Textiler Bodenbelag - Polyamid-kunststoff (PP, PES)	Nach Nutzung nur thermische Entsorgung in MVA möglich, Deponierung nach TAS Siedlungsabfall nicht mehr möglich.	0	0	0	0	0	0	5	0	!
Kreamische Fliesen und Platten	Nutzungsdauer deutlich höher als 50 Jahre, meist 80 - 150 Jahre. Sortenreine Elemente können theoretisch wieder verwertet werden (was selten passiert). Recycling als Zuschlagstoff für Ziegelsplittbeton und im Wegebau ist denkbar. Meist als Bauabbruch entsorgt auf Bauschuttdeponien	0	0	0	0	2	0	0	4	-
Spanplatten roh/beschichtet	k.A. in EPD; eigene Einschätzung (wie OSB)	<<1	0	2	0	0	3	0	0	-
Leichtbauplatten roh/beschichtet	eigene Einschätzung	0	0	0	0	0	3	0	0	-

KLH Massivholzplatten (Kreuzlagenholz)	Stoffliche Wiederverwertung bei Umbau oder Rückbau gut möglich. Falls energetische Nachnutzung als Altholz 17218 (Holzabfälle organisch behandelt). Keine Deponierung zulässig steht in der EPD (ist auch zu schade); eigene Einschätzung.	1	0	2	0	0	2	0	0	-
OSB Eurostand	Getrennte stoffliche Erfassung bei Umbau und Abbau möglich und dann Wiederverwertung in gleicher Weise wenn nicht verunreinigt oder die Platten nicht flächig verklebt wurden. Energetische Verwertung als der Ersatzbrennstoff Altholz. Deponierung heute nicht mehr üblich.	<<1	0	2	0	0	3	0	0	-

Tab. A1-23: Grundrohstoffe, die in den EPD für die einzelnen Produkte/Produktgruppen angegeben wurden und ihre Mengenanteile in den für die Umeltampel gewählten RMA-Faktoren (in %).

Produkt die funktionale Einheit ist je [1 m3]	Rohdichte in [kg/m3]	Grundrohstoffe im Produkt	NaWaRo: z.B. Holz, Zellstoff	Ubiquitär vorkommende Primär-Rohstoffe: z.B. Sand, Ton, Gesteine, Salze (z.B. Soda)	Mineralien und Erze als Primärrohstoffe aus dem Bergbau (z.B. Eisenerz)	Erze, Metalle, seltenen Erze sowie Fremdprodukt und Zusatzstoffe (ausgenommen Recyclingstoffe derselben Art)	Raffinadeprodukte: z.B. Stahl, Zement	Synthetischrohstoffe aus begrenzten Rohstoffen wie Öl: z.B. PVC-Granulat	Zusätze aus Öl	vorbearbeitete Zwischenprodukte: z.B. Ziegel	Recycling oder Reststoffe	unter REACH verbotenen Stoffe gefährliche Stoffe (und nicht genauer deklarierte Zusätze)	
Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60	2.400 kg/m3	Zement: 16,4-17,3%; Flugasche: 0,4-2,1%; Wasser: 5,3-6,7%; Gesteinskörnung: 72-79,3%, Zusatzmittel: 0,1- 0,3%.	0	72-79	0	0	16-17	0	0	0	0,4-2,1	0	0,1-0,3
Porenbeton (Mauersteine/Elemente)	400 - 500 kg/m3	Sand: 60-70%; Zement: 15-30%; Brantkalk: 10-20%; Porenbetonmehl: 5-7%; Gips/Anhydrit: 2-5%; Aluminium: 0,05-0,1%; Hilfsstoffe: Schalöl, Mahlkörper, Scheidedrähte.	0	60-70	2-5	0,05 - 0,1	10-20	0	0,05-0,1	0	5-7	0	1 Annah.
Mauersteine Leichtbeton (nat. Zuschläge)	450 - 2000 kg/m3	Bims: 11 -77%; Zement: 8-23%; Basalt: 0-80%; Flugasche: 1% (Leichtzuschläge sind Bims und Basalt)	0	11-77 + 0-80	0	0	8-23	0	0	0	1	0	0
Hohlblöcke aus Leichtbeton mit integr Wärmedäm.	447 kg/m3	Blähbeton: 47%; Sand: 22,4%; Zement: 16,7%; Kalksteinmehl: 10,1%; PUP 3,8 %.	0	55-70	0	0	15-30 + 2-5	0	1 Annah.	0	0	0,05-0,15	10-20
Ytong Steine aus Porenbeton/Gasbeton)	k.a.	Sand: 55-70%; Zement: 15-30%; Quick Lime: 10-20%; Gips: 2-5%; Aluminium: 0,05-0,15%; Additive	0	55-70	0	0	15-30 + 2-5	0	1 Annah.	0	0	0,05-0,15	10-20
Glasfaserbeton-Platte	2000 kg/m3	k.a. - angenommen wie bei Ytong.	0	55-70	0	0	15-30 + 2-5	0	1 Annah.	0	0	0,05-0,15	10-20
Großformatige Elemente aus Leichtbeton	900 kg/m3	k.a. - angenommen wie bei Ytong.	0	55-70	0	0	15-30 + 2-5	0	1 Annah.	0	0	0,05-0,15	10-20
Kalksandstein dt.	1900 ^(1200 - 2600) kg/m3	selbsterklärend	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poroton-Mauerziegel	740 ^(550 - 1.400) kg/m3	k.a. - es steht in der EPD nur: Ausgangsstoffe sind Ton, Kalk, Steinmehl, Natursteinmehl.	0	51-62	0	0	0	0	0	38-49	1 Annah.	0	0
Ziegel - mit Mineralwolle gefüllt	705 kg/m3	Ziegelanteil: 38-49%; Mineralwollanteil: 51 - 62%; für die Porosierung im Ziegel wird Recycling-Polystyrol verwendet	0	38-49	51-62	0	0	0	0	38-49	1 Annah.	0	0
Ziegel - mit Perlite gefüllt (Rohdichte sehr unterschiedlich je Befüllungsgrad mit Perlit)	391 - 806 kg/m3	Ziegelanteil: 22 - 55%; Perliteanteil: 45 - 78%; Hilfsstoffe: Polystyrol, Sägespäne, Papierfangstoffe, für die Perlitfüllung: Bindemittel auf Wasserbasis.	0	0	45-78	0	0	0	0	22-55	1 Annah.	0	0
Faserzement-Fassadenpaneele	1300 kg/m3	Portlandzement: 35-40%; Quarzsand: 50-55%; Zellstoff: 5-10%; Aluminiumhydroxid: 3-7 %.	5-10	50-55	0	3-7	35-40	0	0	0	0	3-7	0

Eternit (Dach- und Fassadenplatten, Putzträgerplatten) auf Zementbasis	1100 - 1875 kg/m3	Portlandzement: 81%; Kalksteinmehl: 9%; Farbe: 4%; Zellstoff: 3%; Polyvinylalkohol-fasern: 3%.	3	9	0	4	81	3	0	0	0	0	0
Eternit Fassaden-tafeln (Equitone Natura, Equitone Textura, Eterplan)	1650 - 1800 kg/m3	Portlandzement: 82%; Trass: 6%; Zellstoff: 2,5%; Polyvinylalkohol-Fasern: 3,5%; Farbe: 6,5%.	3,4	0	0	6,5+6	82	3,4	0	0	0	0	0
Glasfaserbeton-Platte	2-2,4 t/m3	k.a.	3,4	0	0	6,5+6	82	3,4	0	0	0	0	0
Fassadenbleche aus Aluminium-Me-tall (Metawell A)	6,8 - 7,9 kg/m2	Aluminium: 97%; Klebstoff (Polyamid): 3%; Kunststoff-Schutzfolie: < 1%	0	0	0	0	0	3+1	0	0	0	97	0
Profiltafeln aus Stahl - Trapezprofil	7,7 kg/m2	k.a. - es steht in der EPD nur: Stahl, metal-lischer Überzug mit Zink, Beschichtung mit Polyester. Einsatz auch innen.	0	0	0	0	98	1 Annah.	0	0	0	1 Annah.	0
Mineralwolle (mit ECOSE) - Innen-ausbau	10-20 kg/m3	Scherben: 50-70%; Sand: 10-15%; Soda: 5-15%; Borat: 4-8%	0	5-15	0	50-70	0	0	0	0	0	4-8	0
Mineralwolle (mit ECOSE) - Decken, Zwischenspar-rendämmung, Dachdämmung	13 - 35 kg/m3	k.a. - angenommen wie Mineralwolle.	0	5-15	0	50-70	0	0	0	0	0	4-8	0
Mineralwolle (mit ECOSE) - Fassaden-dämmung	24 - 35 kg/m3	k.a.	0	5-15	0	50-70	0	0	0	0	0	4-8	0
Glaswolle-Platten und -Filze		k.a.	0	5-15	0	50-70	0	0	0	0	0	4-8	0
Steinwolle Platten und Filze	113-200 kg/m2	Dolomit und Basalt: 40-50%; zementgebundene Formsteine: 45-55%; Bindemittel aus harnstoffmodifiziertem Phenol-Formaldehyd-harz: 4%; Mineralöl: 0,2%; Haftvermittler: 0,1%	0	40-50	0	45-55	0	4	0,2	0	0	0	0,1
EPS Hartschaum Dämmung für Wände/Dächer, Decken/Böden	17-27 kg/m3	Polystyrol-Granulat: 80-99%; Recyclat: 0-19%; in EPD nicht genannt aber wohl drin: Graphit 3-5%; Pentan: 4-6% und Flamm-schutzmittel	0	3,5-5	0	0	0	80-99	0	0	0-19	1-2	4-6
EPS Hartschaum Fassadenplatte	16 kg/m3	Polystyrol-Granulat: 84-98%; Recyclat: 0-12%; Hexabromcyclododekan: 1-2%; Graphit: 3,5-5%; Pentan: 4-6%.	0	3,5-5	0	0	0	80-99	0	0	0-19	1-2	4-6
XPS-Dämmstoffe	35 kg/m3 (30-50)	Polystyrol: 90-95%; Treibmittel (vermutlich Penatn): 5-8%; k.a. zu Flammschutzmitteln, sind aber wohl enthalten	0	3,5-5	0	0	0	80-99	0	0	0-19	1-2	4-6
Polyurethan-Fußbo-dendämmung	30-250 kg/m3	MDI: 55-65%; Polyol: 20-30%; Treibmittel: 4-5% (Pentan); Schaumstabilisatoren 0,5 - 2%; phosphorhaltige Flammschutzmittel 2-5%.	0	0	0	0	0	55-65 + 20-30	0,5-2	0	0	0	4-5 + 2-5
Holzfaserdämm-platten (Trockenver-fahren)	k.a	Nadelholz: 94,5%; PUR Harz: 4%; Parafin: 0,5 - 1,5%.	94,5	0	0	0	0	4 + 0,5-1,5	0	0	0	0	0
Heraklit Holzwolle Leichtbauplatten - Standard	k.a	Holz: 25-35%; gebrannter Magnesium (Bin-demittel): 30 - 40%; Magnesiumsulfat: 3-6%; Wasser: 30 - 40% oder bei Zementbindung Zement statt Magnesium.	25-35	30-40 + 3-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DHF - Holzfaser-platten	600-650 kg/m3	Holzfasern: 86%; Wasser: 5-7%; PMDI-Leim: 4%; Parafinemulsion < 1%; Additive (k.a.)	94,5	0	0	0	0	4 + 0,5-1,5	0	0	0	0	0
MDF -Mitteldichte Faserplatte	720-885 kg/m3	Holzspäne (Fichte): 82%; Wasser: 5-7 %; UF-Leim (Harnstoffharz): 11%; Parafinwach-semulsion: < 1%; Dekopapiere und Melami-noformaldehydharz (bei Beschichtung)	94,5	0	0	0	0	4 + 0,5-1,5	0	0	0	0	0

HDF - Hochdichte Faserplatte	< 880 kg/m3	Holzspäne (Fichte 82%, Wasser 5-7 %, UF-Leim (Harnstoffharz) 11%, Parafnwachsemulsion < 1%; Dekopapiere und Melamionformaldehydharz (bei Beschichtung)	94,5	0	0	0	0	0	4 + 0,5-1,5	0	0	0	0	0
WDVS "StoTherm Classic (Anwendung im Fertigholzhausbau)	k.a.	Aufbau: (1) Holz Aufbau (Holzplatte und Holzlatten mit Mineralwolle gefüllt); (2) „StoPrefa Coll“ Platte (k.a.); (3) „Sto Dämmplatte Top 32“ (k.a.); (4) „StoPrefa Armat“ (k.a.); (4) „Sto- Glasfasergewebe“ (k.a.); (6) „Stolit K2, StoSilca K2“ (k.a.). Was hier jeweils die Materialien und Inhaltsstoffe sind wird nicht genannt.							???					
WDVS Sandwichelemente mit PUR Hartschaumkern und farbig beschichteten Metalldeckenschalen	k.a.	Die einzelnen Sandwichelemente sind nicht näher beschrieben und auch nicht welche Materialien hier verwendet werden. Es wird grob Stahl und PUR-Schaum erwähnt, sowie Zink- und Aluminiumüberzüge. Anwendung für für Dach, Wand und Decke, für raumabschließende und wärmedämmende Außenwand und Dachteile also auch Innenräume.							???					
WDVS mit Mineralfaser Lamellen-Dämmplatten geklebt	k.a.	Kleber, Mineralfaser Lamelle, Unterputz mit textildfaser, Haftvermittler, Oberputz. keine weitere Angaben.							???					
Gippsfaserplatten, Gipskartonplatten, Gips Wandplatten	850 kg/m3	k.a. in EPD (bei Probas: Gips, LDPE-Granulat)												
Vinyl (Polyvinylchlorid) Fußboden	x	PVC: 34 - 45%; „Filler“ (k.a): 54,3%; „Plastischer“ (k.a.): 10,5%; „Stabiliser“ (k.a.): 0,3%, Pigmente (k.a.): 0,2%; Additive (k.a.): 0,1 %; Polyurethan coating: 0,2%; (laut EPD 14% Recyclingmaterial das von der Art her nicht näher benannt ist).												
Laminatboden	880 g/m2	k.a.												
Textiler Bodenbelag aus Polyamidkunststoff (PP und PES)	400-1000 g/m2	Nutzschichtmaterial: 100% Polyamidfasern; Trägermaterial: Polypropylen (PP) oder Polyester (PES); Rückeschichtung: textiler Geweberücken aus PP oder PES.												
Kreamische Fliesen und Platten	15 kg/m	Tone: 60%; Feldspate: 22%; Kaolin: 8%; Kalkstein: 4%; Sand: 3%; Glasuren: ca. 4%												
Spanplatten roh/beschichtet	k.a.	Holzspäne (Fichte): 84-86%; Wasser: 4-7 %; UF-Leim (Harnstoffharz): 8-10%; Parafnwachsemulsion: < 1%; Dekopapiere und Melamionformaldehydharz (bei Beschichtung)												
Leichtbauplatten roh/beschichtet	k.a.	Holzspäne (Fichte, Kiefer): 84-86%; Wasser: 4-7 %; UF-Leim (Harnstoffharz): 8-10%; Parafnwachsemulsion: < 1%; Dekopapiere und Melamionformaldehydharz (bei Beschichtung)												
KLH Massivholzplatten (Kreuzlagenholz)	470 kg/m3	keine genaueren Angaben: Herstellung aus Nadelholz. Verleimung der Lamellen mittels PUR Klebstoff (Anmerkung: gibt es aber auch genagelt oder gedübelt bei anderen Herstellern)												
OSB Eurostand	570-<600 kg/m3	keine genaueren Angaben: Entrindetes Nadelholz aus Durchforstung (Fichte, Kiefer), MUF-Leim (Melamin-Harnstoff-Formaldehydharze), PMDI-Leim (PUR) (Diphenylmethan, Diisocyanat)- Umwandlung bei der Herstellung in PUR-Polyurethan												

Tab. A1-24: Angaben zu Abschneidekriterien und Transporten aus den analysierten EPD.

Produkt die funktionale Einheit ist je [1 m3]	Abschneidekriterien und Transporte (1) (1) bei Transporten bedeutet „k.A.“ dass hier in der EPD lediglich behauptet wird, dass alle Transporte einbezogen sind, nachgewiesen mit Daten ist dies jedoch dann nicht, es wird auf „Gabi-Software“	Abschneidekriterien unklar - Transparenz gering	konkrete Transporte Vorketten angegeben	konkrete Transporte bis Baustelle angegeben	konkrete Transporte bei Entsorgung angegeben
Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60	Abschneidekriterien: Bilanz ab Eingang der angegebenen Rohstoffe in die Produktion des Betons.	3	k.a.	k.a.	k.a.
Porenbeton (Mauersteine/Elemente)	Abschneidekriterien wie immer sehr unklar. Lediglich beim "Sand" wird eine Transportentfernung von 200 km angegeben. Ansonsten ist nichts angegeben, der Leser (auch nicht der Auditor) kann hier etwas nachprüfen, wenn er nicht mit dem Ersteller der EPD Kontak	3	k.a.	k.a.	k.a.
Mauersteine Leichtbeton (nat. Zuschläge)					
Hohlblöcke aus Leichtbeton mit integr Wärmedäm.	Abschneidekriterien: die genannten Grundrohstoffe gehen in die Bilanz ein. Ob die Vorprozesse berücksichtigt sind ist unklar, wahrscheinlich nicht; die Transporte sind völlig intransparent und sicher zu gering einbezogen; Verweis auf Gabi Software Daten.	3	k.a.	k.a.	k.a.
Ytong Steine aus Porenbeton/Gasbeton)	Abschneidekriterien: völlig unklar, unsicher und Transporte sicher viel zu wenig. Es wird geschrieben (!), dass alle Transporte einbezogen wurden, die Entfernungen sind aber nicht angegeben, die Angaben werden als "Angaben des Herstellers" benannt. Die Trans	3	k.a.	k.a.	k.a.
Glasfaserbeton-Platte	Abschneidekriterien unklar, Verweis auf Gabi Software, Transporte keine weiteren Angaben, Behauptung dass alle einbezogen sind	3	k.a.	k.a.	k.a.
Großformatige Elemente aus Leichtbeton	Abscheideregel wie immer für den Leser nicht nachvollziehbar und unklar. Transporte nicht genannt, sondern lediglich, dass diese Prozesse weniger als 1% der Stoff- und Energieströme ausmachen (wie immer basierend auf Gabi Software	3	k.a.	k.a.	k.a.
Kalksandstein dt.	Abschneidekriterien unklar, Verweis auf Gabi Software, Transporte keine weiteren Angaben, Behauptung dass alle einbezogen sind	3			
Poroton-Mauerziegel	Abschneidekriterien unklar, Verweis auf Gabi Software, Transporte keine weiteren Angaben, Behauptung dass alle einbezogen sind	3	k.a.	k.a.	k.a.
Ziegel - mit Mineralwolle gefüllt	Abschneidekriterien genauer beschrieben als sonst üblich. Transportentfernung für den Ton mit 100 km angegeben, für die Mineralwolle 170 km; unklar bleibt ob die Vorketten ausreichend berücksichtigt wurden, denn es wird für die Vorprodukt lediglich auf die	2	100-170	k.a.	k.a.
Ziegel - mit Perlitte gefüllt <small>(Rohdichte sehr unterschiedlich je Befüllungsgrad mit Perlitte)</small>	Abschneidekriterium unklar; Transporte wie immer zu wenig einbezogen; Beispiel: Transporte erst "nach dem Blähen" und der Aufbewahrung in Großraumsilos von dort an den Verarbeiter herangezogen mit maximal 170 km gleichzeitig wird aber gesagt dass "das Perlixxxxxxxx	3	k.a.	k.a.	k.a.
Fasermantel-Fassadenpaneele	Abscheideregel wie immer unklar, wie immer GabiSoftware 4 oder 5, Transporte eingerechnet aber wie meist ist nicht gesagt welche und wie viele km	3	k.a.	k.a.	k.a.
Eternit (Dach- und Fassadenplatten, Putzträgerplatten) auf Zementbasis	Abschneidekriterium: die Systemgrenze wurde etwas genauer beschrieben als üblich, jedoch immer noch nicht so, dass der Leser dies nachvollziehen kann, es wurde im übrigen wieder auf die Gabi Software verwiesen	2	k.a.	k.a.	k.a.
Eternit Fassaden-tafeln	Abschneidekriterien mehr als unklar: Transporte: Satz "Transporte der Vorprodukte (Zement, Fasern) und Hilfsstoffe nach "Kapelle-on-den-Bos" ?????	3	k.a.	k.a.	k.a.
Glasfaserbeton-Platte	Abschneidegrenzen wie immer unklar, wie immer Verweis auf GabiSoftware (4 bis 6), keinen weiteren Angaben zu den Transporten	3	k.a.	k.a.	k.a.
Fassadenbleche aus Aluminium-Metall (Metawell A)	Abschneidekriterien wie meist unklar und undurchsichtig, lediglich Verweis auf Gabi-Software; Transporte der Vorketten sind nicht angegeben und wohl wie meist mit der GabiSoftware meist deutlich unterschätzt, die Transporte zur Baustelle sind mit 500 km ang	3	k.a.	500	75
Profiltafeln aus Stahl - Trapezprofil	Die Abschneidekriterien sind wie fast immer völlig unklar, Verweis auf gabiSoftware, aber keine Beschreibung der Stoffströme, keine Angabe von Transporten usw. Eine EPD auf dieser Basis ist eine reine Annahme Berechnung mit irgendwelchen undurchsichtigen	3	k.a.	k.a.	k.a.
Mineralwolle	Abschneidekriterien wie immer unklar. Für die Mineralwolle wird eine Transportentfernung von 200 km und für die Bindemittel von 550 km berücksichtigt; bei den Rohstoffen wird angeblich eine Transportentfernung von 1300 km per LKW und bis 6000 km per Sc	3	200 (-550)		
Glaswolle, Steinwolle	Abscheideregel wie immer unklar, wie immer GabiSoftware 4 oder 5, Transporte eingerechnet aber wie meist ist nicht gesagt welche und wie viele km	3	k.a.	k.a.	k.a.
EPS Hartschaum Dämmung für Wände/Dächer, Decken/Böden	Abschneidekriterien wie meist unklar, Verweis auf Gabi Software; Transporte angegeben mit: 50 - 336 km	3	50 - 336		
EPS Hartschaum Fassadenplatte	Abschneidekriterien wie immer unklar. Transportentfernungen für Polystyrol mit Pentan angegeben: ca. 320 km; expandiertes Polystyrol: ca. 200 km	3	200 - 320		

XPS-Dämmstoffe	(1) XPS Dämmstoff: Abschneidekriterien wie meist unklar, Verweis auf Gabi Software; Transporte angegeben mit: 50 - 336 km; (2) XPS-Dämmplatte: Abscheideregeln wie immer völlig unklar, keine Transportangaben, keine Angaben welche Vorprodukte genau einbezogen wurden, Verweis auf Gabi Software. Angaben Transporte zur Baustelle: Griechenland 400 m, Deutschland 500 km (wie bei allen anderen EPD auch	3	(1) 50 - 336; (2) k.a.	(2) 500	(2) 50-100
Polyurethan-Fußbodendämmung	Abscheideregeln wie immer völlig undurchsichtig, Verweis auf Gabi Software	3	k.a.	k.a.	k.a.
Holzfaserdämmplatten (Trockenverfahren)	Abscheideregeln für das Hauptprodukt Nadelholz in der EPD klar. Holzherkunft mit bis zu 150 km mit Durchschnitt von 80 km angegeben und gerechnet in der EPD. Das hat heute mit den realen Flüssen in Holzplatten auch nur noch wenig zu tun.	1-2	80 (-150)	k.a.	k.a.
Heraklit Holzwolle Leichtbauplatten - Standard	Abscheideregeln: Anmerkung nie und nimmer wird hier ein gängiger Strommix Dt. oder Europa angenommen, der Anteil an erneuerbar ist enorm hoch angesetzt auch mit dem Strommix Österreich, dem Firmensitz hat dies nichts zu tun. Die Abscheideregeln sind				
DHF - Holzfasersplatten	Abscheideregeln unklar. Bei den Transporten ist angegeben sie (Zitat) "sind grundsätzlich berücksichtigt". Da mit Gabi Software gerechnet wurde sind sie wohl mit den theoretischen 100-200 km eingerechnet, da sind aber rein theoretische Werte die mit r				
MDF -Mitteldichte Faserplatte	Abscheideregeln wie immer unklar. Transporte: hier wird wie immer auf die Gabi-Software verwiesen., keine genaueren Angaben.				
HDF - Hochdichte Faserplatte	Abscheideregeln wie immer unklar. Transporte: hier wird wie immer auf die Gabi-Software verwiesen., keine genaueren Angaben.				
WDVS	Abscheideregeln unklar, möglicherweise betrachtet man quasi nur das Zusammenfügen der einzelnen Verbundplatten; angegeben wird, dass EPD der Vorplatten herangezogen werden, diese stehen aber nicht als Ergebnis da und es ist völlig unklar was hier ein	3	k.a.	k.a.	k.a.
Gipsfaserplatten	Abscheideregeln wie immer völlig undurchsichtig, Verweis auf Gabi Software	3	k.a.	k.a.	k.a.
Vinyl (Polyvinylchlorid) Fußboden	Abscheideregeln: wie immer etwas intransparent; die englische Version ist transparenter als die deutsche; in der Englischen Version werden transportdistanzen von 2000 km mit dem LKW und 21000 km mit dem Schiff angegeben (dies spiegelt sich aber in den // Abscheideregeln wie immer unklar, Transporte aber mit 2000 km angegeben, dennoch wohl nicht mit eingerechnet da die Berechnung auf der Gabi-Software beruht; welche Vorprodukte letztlich einbezogen wurden bleibt unklar.	3			
Laminatboden	EPD transparenter als andere; Abscheideregeln dennoch wie immer etwas unklar, aber beruhen hauptsächlich auf HDF-Platten; als Transportkilometer für den Bezug der Rohstoffe sind bis max. 800 km angegeben.				
Textiler Bodenbelag aus Polyamidkunststoff (PP und PES)	Abscheideregeln unklar, Transporte nicht genannt Vorprodukte unklar ob die einbezogen. Transporte vom Werk bis zum Verbraucher mit 700 km angegeben ! // Achtung die gleiche EPD gibt es auch auf Englisch, nur sind hier die Umweltwerte deutlich geringer				
Kreemische Fliesen und Platten	Abscheideregeln wie immer unklar, Angaben Gabi Software 4. wie immer, keine genaueren Angaben zu den Transporten, Vorprozesse unklar. / wie immer viel Text aber keinen klaren Zahlen drin.				
Spanplatten roh/beschichtet	Abscheideregeln wie immer unklar. Transporte: hier wird wie immer auf die Gabi-Software verwiesen., keine genaueren Angaben. Hier Thünen Daten erwähnen, dass sehr genau				
Leichtbauplatten roh/beschichtet	Abscheideregeln wie immer unklar. Transporte: hier wird wie immer auf die Gabi-Software verwiesen., keine genaueren Angaben.				
KLH Massivholzplatten	Abscheideregeln wie immer unklar. Transporte: hier wird wie immer auf die Gabi-Software verwiesen., keine genaueren Angaben.				
OSB Eurostand	Abscheideregeln wie immer unklar. Transporte: hier wird wie immer auf die Gabi-Software verwiesen., keine genaueren Angaben.				

Tab. A1-25: Umweltdaten der analysierten Holzprodukte im Überblick

Produkt-gruppen	GWP	ODP	AP	EP	POCP	ADP -fossil
Mittelwert [kg /MJ]	kg/MJ	kg/MJ	kg/MJ	kg/MJ	kg/MJ	kg/MJ
Beton Bauprodukte	0,121	2,1E-09	3,8E-04	4,6E-05	4,7E-05	8,3E-05
Ziegel Bauprodukte	0,041	4,3E-10	7,1E-05	1,0E-05	7,6E-06	5,0E-09
Beton-Fassadenplatten	0,059	9,9E-10	1,1E-04	1,7E-05	4,2E-05	1,7E-06
Metall-Fassadenplatten	0,064	1,0E-09	1,9E-04	5,7E-05	1,2E-04	2,4E-06
Mineral/Stein Dämmstoffe	0,058	4,3E-09	4,6E-04	6,1E-05	4,4E-05	4,3E-06
Kunststoff-Dämmstoffe	0,054	5,9E-10	1,2E-04	1,1E-05	1,3E-04	2,9E-04
WDVS	0,064	4,6E-09	2,2E-04	4,0E-05	7,7E-05	2,6E-04
Gipsplatten	0,059	1,5E-09	9,3E-05	1,5E-05	9,7E-06	2,9E-04
Fußböden aus Kunststoffen	0,052	1,6E-07	1,5E-04	1,8E-05	2,1E-05	3,8E-05
Schnittholz, Bauholz	0,013	2,9E-09	8,7E-04	2,6E-05	2,9E-05	2,9E-07
Holzplatten	0,016	4,5E-09	1,2E-04	2,5E-05	3,6E-05	1,1E-07
Holzfaserdämmstoffe, schichtpl.	0,021	5,7E-09	1,2E-04	3,0E-05	4,2E-05	4,7E-08
Holzparkett	0,023	4,1E-09	6,4E-05	1,2E-05	9,2E-06	1,4E-07

A1 - EPD: grundlegende Schwierigkeiten

1 Grundlegende Schwierigkeiten verwendeter EPD-Daten und Umgang damit in der AMPEL

Probleme der analysierten etwa 70 EPD mit Blick auf die Verwendung in der Umweltampel waren:

1. **Problem der uneinheitlichen grundlegenden Umrechnungsfaktoren.**
2. **Problem der Vergleichbarkeit und Intransparenz der Grundlagendaten und Problem der Black-Box-Berechnungen.**
3. **Problem der Transparenz und Uneinheitlichkeit bei den Abschneidekriterien.**
4. **Problem der Unterschätzung der realen Transporte im Stoffstrom (a) der Vorketten, (b) zum Kunden/zur Baustelle, (c) in der Nachnutzung.**
5. **Problem der Intransparenz und fehlenden einheitlichen Standards bei den Gesundheitsaspekten bei gleichzeitiger Vernachlässigung von EU-Vorgaben wie REACH.**
6. **Problem der möglicherweise unsachgemäßen Kommunikation, Wahrnehmung und Anwendung von EPD. EPD werden von Nutzern und Organisationen wie ein Umweltlabel gesehen und möglicherweise auch genutzt (z.B. www.label-online.de). Es wird bisher nicht ausreichend in der Öffentlichkeit und an Nutzer kommuniziert, was genau der Zweck von EPD ist, wie sie genutzt werden können und sollten und wie nicht.**
7. **Holzprodukte und Nachwachsende Rohstoffe kommen in EPD in den meisten Faktoren immer schlechter weg als andere Produkte. Das liegt höchstwahrscheinlich an Punkt 2 bis 4.**

Die meisten der vorhandenen EPD die auf der Datenbank Ökobaudat einzusehen sind wurden mit der GaBi Software erstellt. Dabei treten folgende Probleme auf, wenn man diese EPD wirklich vergleichen möchte und nicht einfach fraglos die mit der GaBi Software berechneten Werte heran ziehen will.

Es soll hier einleitend betont werden, dass eine EPD wie die EU sich diese vorstellt alle Vorprozesse einbezieht. Dies wird in dem meisten EPD die

unter Ökobaudat gelistet sind und vom IBU mit der vom IBU mit entwickelten GaBi Software erstellt wurden, über modular eingefügte Standardtextformulierungen auch so geschrieben, dass das der Fall ist. Dass dies aber bei den analysierten EPD meist nicht der Fall zu sein scheint, dafür kann man als EPD-Leser nur Indizien finden, wie im folgenden an einigen Beispielen erläutert werden soll.

Neutralität und Vergleichbarkeit vorhandener Ökobilanzen?

Ein scheinbar „neutraler“ Wert einer Ökobilanz in kg CO₂-Äquiv., die auf diversen Datenbanken oder Rechenmodellen aufbauen und auch in Gebäudebewertungen einfließen, sind nicht so „neutral“ und faktisch richtig oder vergleichbar, wie oft suggeriert wird. Das zeigen die folgenden 12 Blickwinkel auf die ausgewerteten Ökobilanzen (im Folgenden sind lediglich zusammenfassende Ergebnisse aus den Recherchen genannt, weitere Aspekte finden sich im Anhang, bzw. die genauen Datengrundlagen in den angelegten Datenbanken für den Umweltfootprint).

1. Die **betrachteten Bilanzräume der verschiedenen Ökobilanzen sind extrem unterschiedlich**. Das bezieht sich sowohl auf verschiedene Ökobilanzen innerhalb einer Datenbank und erst recht auch auf Ökobilanzen aus unterschiedlichen Datenbanken. Daher sind Datensätze nicht ohne weiteres oder ohne ergänzende Korrekturen miteinander vergleichbar. Sie eignen sich damit oftmals nicht für eine Integration in das zu entwickelnde Tool, da entsprechende Korrekturen mangels Datentransparenz und aufgrund unterschiedlicher Systematik nicht immer durchführbar sind.
2. Die **Transparenz der verschiedenen Datensätze** bzgl. wichtiger Informationen wie z.B. Systemgrenzen, Bilanzräume, getroffene Annahmen und anderem **ist oftmals sehr gering**, was die Vergleichbarkeit bzw. die Nutzbarkeit für das Projekt erschwert. Oft fehlt die Angabe von Regeln für die Auswahl der Substanzen (z.B. Wert für Ozonabbaupotential könnte also je nach Quelle sehr unterschiedlich sein). Keine einheitliche Bewertung des Treibhauspotentials bei verschiedenen Quellen (z.B. GWP bei C₂H₂F₄ im Kyotoprotokoll: 1000, bei IPCC AR4: 1.430) Manche Stoffe könn(t)en bei GWP wie bei ODP einbezogen sein (z.B. Fluorchlorkohlenwasserstoffe). Manche relevanten Stoffe wer-

den eventuell gar nicht berücksichtigt Beispiel: ODP wird oft angegeben als CFC11-Äquivalent. Die U.S. Environmental Protection Agency notiert in der Klasse 1 der ozonabbauenden Substanzen 55 Substanzen (eine davon ist CFC-11) und in der Klasse 2 der ozonabbauenden Substanzen 34 Substanzen. Alles Substanzen aus dem Feld HCFC. Dies sind wesentlich mehr, als in anderen europäischen Datenbanken oder Ökobilanzen herangezogen werden.

3. Die innere Logik der **Aufteilung nach Prozessschritten unterscheidet sich** (teils sogar zwischen neu auf Basis gültiger Normen erstellter EPD's) deutlich zwischen diversen Ökobilanzen (z.B. ist bei manchen der Transport als eigener Schritt ausgegliedert, bei manchen in der Produktion integriert, ohne dass man dies im Nachhinein ausgliedern könnte). Dies verhindert eine Vergleichbarkeit der Werte bzw. Zahlen der Ökobilanz. Hier muss(t)en nachträgliche Korrekturen eingebaut werden, um alle Zahlen auf einen im Hinblick auf die Zielsetzung im Projekt einheitlichen Stand zu bringen. (was in der Regel unmöglich ist).
4. Die **Art der Annahmen**, die zu bestimmten Prozessen getroffen werden, bestimmt entscheidend über den letztendlich sich ergebenden Zahlenwert mit. So zeigt z.B. eine Analyse verschiedener neuerer EPD zum Produkt Spanplatten, veröffentlicht vom gleichen Institut (IBU – Institut für Bauen und Umwelt) eine Bandbreite für die Treibhausgaswirkung durch die Produktion von $-12 \text{ kg CO}_2 / \text{m}^3$ bis $-820 \text{ kg CO}_2 / \text{m}^3$ Platte (negative Vorzeichen aufgrund der Anrechnung von CO_2 -Speicherung im Holz). Das entspricht einem Faktor von fast 70! Da man annehmen kann, dass sich faktisch die Produktionen innerhalb Deutschlands nicht erheblich unterscheiden, ist das ein sehr starkes Indiz für den großen Einfluss der getroffenen Annahmen. Dies wiederum verdeutlicht die schwache Vergleichbarkeit dieser Daten, die mit einer vermeintlich so hohen Genauigkeit, Belastbarkeit und Sicherheit assoziiert werden.
5. Die **Datenschärfe unterscheidet sich teilweise dramatisch**. So gibt es Datenbanken, die nur wenige Datensätze zu bestimmten Produkten enthalten, die zudem auf nur wenige Einzelunternehmen zurückgehen und wiederum andere, die eine Fülle von sehr spezifischen Datensätzen mit geringen Unterschieden aufweisen. Je geringer der Umfang vorhandener Datensätze ist, um so größer ist natürlich die Schwankungsbreite und Abweichung tatsächlicher Umweltwirkungen von existierenden Produkten.
6. Die **Algorithmen** (also die Formeln und Regeln, nach denen bestimmte Umweltwirkungen errechnet werden, wie z.B. das Treibhausgaspo-

tenzial) **sind (eventuell) nicht vergleichbar**. Auch die **Äquivalenzermittlung bei ähnlich wirkenden Substanzen ist problematisch**, da (a) die Wirkungsfaktoren je nach Datenquelle unterschiedlich eingestuft werden und (b) je nach Datenquelle eine unterschiedliche Anzahl an Substanzen als äquivalent benannt sind. Beispiel: In ProBas sind z.B. viele Einzelwerte angegeben, als Summenparameter aber „nur“ kg CO_2 äquivalent und SO_2 Äquivalent. In den neuen Thünen-Werten sind angegeben: GWP - Globales Erwärmungspotential [kg CO_2 -Äqv.] = THP Treibhauspotential, AP - Versauerungspotential von Boden und Wasser [kg SO_2 -Äqv.], ODP - Abbaupotential der stratosph. Ozonschicht [kg CFC_{11} -Äqv.], EP - Eutrophierungspotential [$\text{kg PO}_4/3$ -Äqv.], POCP - Bildungspotential für troposphärisches Ozon [kg Ethen -Äqv.], ADPE - Potential für der abiotischen Abbau nicht fossiler Ressourcen [kg Sb -Äqv.], ADPF - Potential für den abiotischen Abbau fossiler Brennstoffe [MJ]. Oft werden bei EPD nur einzelne Werte für bestimmte Stoffe angegeben. In der ProBas-Datenbank sind, bei den Daten die für das Projekt interessant sind, eher selten Werte für CO_2 -Äquivalente abgegeben.

7. Einige **Ökobilanzen und EPD beruhen großteils auf veralteten Datensätzen**. Beispiel: die Datensätze zu Forst und Holz in ProBas beruhen zu nahezu 100% auf Daten von Frühwald dem Wegener aus dem Jahr 1996. Warum hier das Alter Daten in der Gesamtbetrachtung für das Projekt jedoch relativiert wird hierzu später. Generelles Problem bei Alten Daten: Produktionszyklen ändern sich heute schneller als man Ökobilanzen erstellen kann (vgl. „Ökodesignrichtlinie“). Eine Produktion von 2000 ist in vielen Branchen wohl nicht mehr mit einer Produktion von 2013 vergleichbar. Deshalb sollen EPD alle drei Jahre neu erstellt werden (kostet jedes mal ca. 10.000 € - pro EPD ! - ist also für Mittelständler nicht zu bezahlen) und das Problem dazu ist, dass EPD teilweise wiederum auf die genannten veralteten und verschachtelten Datenbanken und Studien zurückgreifen, ohne eine Abschätzung dazu, welche Werte heute noch realistisch sind und welche nicht. Auch deshalb sind neuere Verbands-EPD wie bei IBU und die Thünen-Datensätze so relevant weil sie die Werte für aktuelle Produktionen sicherlich gut einschätzen.
8. Die **Globalität der Stoffströme**, die heute bei nahezu allen Warengruppen vorhanden ist (auch Holzprodukten), ist **NICHT real in den Ökobilanzen abgebildet**, auch wenn Ökobilanzen und EPD etwas anderes suggerieren („inkl. Vorketten“). Dies ist weder real abgebildet in den Werten für Produktion (eine Produktion in Europa ist allein aufgrund unserer Umweltstandards schon umweltfreundlicher als die eines Vor-

produktes in China (vgl. „GLO-Datensätze“ für Ökobilanzen mit global einheitlicher Gültigkeit in Ecolnvent) und schon gar nicht für die immer globaleren Transporte. (vgl. z.B. Thema Fenster Artikel in Holzzentralblatt 2010, Bruckner & Strohmeier). Beispielhaft zeigt dies ein Vergleich von kammergetrocknetem Nadel-schnittholz, wie es heute die meisten heimischen Säger anbieten, und Furniersperrholz, für die es in Deutschland nur einzelne Hersteller gibt, auf der Basis der Daten aus der Studie des Thünen Institutes 2012. Hierzu ist anzumerken, dass die Studie selbst angibt, dass die Transporte die realen Verhältnisse der Transporte oft wohl nicht abbilden.

Trockenes Schnittholz ist bei uns im Umkreis von wenigen Kilometern zu beziehen. Furniersperrholz dagegen hat laut unseres Interviews mit einem Händler und Vertriebler für einen der führenden Furniersperrholzplattenhersteller in Deutschland folgenden Stoffstrom hinter sich: Produktion der Furniere für die Mittellagen an der Elfenbeinküste, Verleimung der Mittelschicht-decks in Polen, Transport nach Deutschland und hier fertige Produktion des Furniersperrholzes. Je nach Holzart kann das Furnierdeck entweder als Ahorn aus Kanada, Eiche aus Bayern oder anderes Holz wo anders her sein, z.B. Tropicholz. In der Ökobilanz „Transport bis zum Werkstor“ hat Furniersperrholz bei den Thünen-Institut-Werten nur doppelt so hohe Treibhauspotentialwerte für den Transport angegeben wie bei Schnittholz, das bildet daher wahrscheinlich (s.o.) nicht den realen Stoffstrom ab.

9. Es existiert **kein offizieller Benchmark oder Vergleich** (Daten von privaten Software Anbietern weltweit sind genauso viel „wert“ wie z.B. Daten aus umfangreichen EU Studien). Daher ist keine Einstufung der Güte der Ergebnisse vorhanden oder möglich.
10. Es besteht das **Problem der Abbildung / Erfassung des Komplexitätszuwachs** entlang der Verarbeitungskette / des Stoffstromes und bisheriger Umgang damit in Ökobilanzen. Beispiel: Der Holzanteil sinkt in weiterverarbeiteten Produkten kontinuierlich ab. Je weiter verarbeitet das Produkt ist und je weiter weg es von einem Vollholzprodukt geht, desto höher werden die gewichteten Anteile an anderen Substanzen wie Leime, Lacke, Farben, Verbinder.
 - Rundholz -> Schnittholz (Zwischenprodukt) -> Platte (Halbware) -> Möbel (Endprodukt)
 - Rundholz -> Schnittholz (Zwischenprodukt) -> Platte (Halbware) -> Gebäude (Endprodukt)

Holz hat bei Ökobilanzen wie sie eigentlich in der ISO gefordert werden, immer weniger An-

teil am eigentlichen Bilanzwert, also den „kg CO₂“ einer Ökobilanz, je weiter verarbeitet das Produkt ist. Bei Vollholzprodukten weniger als bei anderen. Eine Sammel-EPD für Nadel-schnittholz ist also sicherlich in Bezug auf das HOLZ darin korrekter (ohne die Unterschiede zwischen den Betrieben oder Groß- und Kleinstrukturen korrekt abzubilden) als eine Sammel-EPD „Möbel“ (Beispiel: Massivholzmöbel im Vergleich zu Spanplattenmöbel mit Melaminbeschichtung).

11. **Ob ein eingesetzter Rohstoff ein endlicher Rohstoff ist (wie Öl) oder ein nachwachsender (wie Holz) spielt bei EPD und Ökobilanzen bisher keine Rolle.** Die ungeprüfte und unkritische Verwendung von heutigen Ökobilanzdaten und EPD in Gebäudebewertungen und anderem birgt ein weiteres zeitbezogenes Problem oder Ungleichgewicht beim Thema endlicher oder nachwachsender eingesetzter Rohstoff: veraltete Werte in Ökobilanzdatenbanken verschaffen, unserer bisherigen Rechercheansicht nach, endlichen Rohstoffen wie Öl, Gas, seltene Erze einen systemimmanenten Vorteil vor dem Material Holz und zwar wird dieser umso größer je älter die Daten sind. Bei den endlichen Rohstoffen wie Öl oder Erze werden aufgrund der zunehmenden Knappheit der Ressourcen die Umweltauswirkungen bei der Rohstoffgewinnung eigentlich immer schlimmer. Eine Ökobilanz für den „Mix- Ölgewinnung Global“ war im Jahr 2000 sicherlich deutlich günstiger als sie es zunehmend real ist (vgl. Gewinnung von Öl aus Quarzsanden in Kanada). Die Ökobilanz „Anbau Forst-Deutschland-Fichte“ im Jahr 2000 (vgl. ProBas) ist sicher im Vergleich dazu eher wenig bzw. kaum verändert gegenüber 2010.
12. **Programme privater Anbieterfirmen sind extrem teuer** (Ein Beispiel des Marktführer der Gabi Software von PE International: die Software kostet 9.000 € pro Arbeitsplatz (!) einmalig, plus 2.250 € pro Jahr, enthalten ist hier die Stammdatenbank mit (nur !) 1.500 eigenen Einträgen (davon 2 Holz). Wenn im Zusammenhang mit dem Erwerb der Gabi-Software die Datenbank Ecolnvent mit erworben werden soll, so kostet diese zusätzlich einmalig 3.500 €, plus 900 € pro Jahr). Das benachteiligt auf dem Feld systemimmanent bisher den Mittelstand, der sich teure EPD bzw. Ökobilanzen nicht leisten kann. Frei verfügbar ist nur GEMIS (Umweltbundesamt). Anhand dieses Modells sind die meisten Daten für ProBas ermittelt. Eine Datenbankanalyse hat in einigen Fällen jedoch erwiesen, dass nur sehr wenige Datensätze Relevanz zu Holzprodukten aus Europa haben, so dass diese Datenbanken ausgeschlossen werden können.

1.1 Problem uneinheitliche grundlegende Umrechnungsfaktoren

Im Folgenden finden sich Umrechnungsfaktoren für Umweltparameter nach Frühwald, ifeu, Uni Leiden und Thünen-Institut. Je nachdem mit welchem Faktor also beispielsweise ein Model für der Erstellung einer EPD rechnet können sich hier allein aufgrund der Berechnungsmodi Unterschiede ergeben. Zu Beginn des Projektes wurde deshalb bei Holzprodukten für den Umweltfootprintrechner (Modul 1 des DBU Projektes) an Praxisbeispielen ausgetestet ob sich beispielsweise eine GWP-Berechnung nach Frühwald deutlich von einer GWP-Berechnung nach Uni Leiden unterscheidet. Dies war bei GWP nicht so deutlich der Fall das hier das „CO₂“ im Berechnungsmodus stark dominiert. Bei anderen Berechnungsmodi wie AP, EP, ODP und den anderen Parametern ergeben sich bereits deutlichere bis sehr große Unterschiede im Ergebnis.

Berechnung GWP für Holzprodukte

- GWP-Frühwald-älter: $(CO_2 * 1) + (CH_4 * 9) + (N_2O * 298)$.
- GWP-Frühwald-neuer: $(CO_2 * 1) + (CH_4 * 24) + (N_2O * 320) + (NO_x * 7) + (CO * 3)$
- GWP-Ifeu: $(CO_2 * 1) + (CH_4 * 25) + (N_2O * 298)$.
- GWP-Uni Leiden /Thünen: $(CO_2 * 1) + (CH_4 * 25) + (N_2O * 298)$

Berechnung GWP für die Herstellung von Kunststoffen, Schaumstoffen, ölbasierten Dämmstoffen (z.B. EPS, XPS), Schaumstoffen, Verpackungen, Kunststoffteilen usw. relevant

- GWP-Uni Leiden: $(CO_2 * 1) + (CH_4 * 25) + (N_2O * 298) + (CFC_{\text{summe}} * 8925 \text{ mittelwert}) + (HCFC_{\text{summe}} * 893 \text{ mittelwert}) + (HFC_{\text{summe}} * 4070 \text{ mittelwert}) + (\text{Halone, Halogenkohlenwasserstoffesumme} * 3557 \text{ mittelwert}) + (\text{Perfluor/x-gesättigte Fluorkohlenwasserstoffe z.B. Perfluorethene, Perfluormethane} * 9193 \text{ mittelwert})$

Berechnung AP für alle Produkte

- AP-Frühwald-älter: $(NH_3 * 1,88) + (NO_x * 0,7) + (SO_2 * 1) + (HCL * 0,88)$
- AP-Frühwald-neuer: $(NH_3 * 1,88) + (NO_x * 0,7) + (SO_2 * 1) + (HCL * 0,88) + (H_2S * 1,88) + (HF * 1,6)$
- AP-Ifeu: $(NH_3 * 1,88) + (NO_x * 0,7) + (SO_2 * 1) + (HCL * 0,88)$
- AP-UniLeiden/Thünen: $(NH_3 * 1,60) + (NO_x * 0,6) + (SO_2 * 1,2)$

Berechnung EP für alle Produkte

EP-Frühwald: $(NH_3 * 0,35) + (NO_x * 0,13)$

EP-Ifeu: $(NH_3 * 0,35) + (NO_x * 0,13)$

EP-Uni Leiden/Thünen: $(NH_3 * 0,35) + (NO_x * 0,15)$

Berechnung ODP je nach Produkt

ODP ist nicht für die Produktion von reinen Holzprodukten relevant. Relevant ist ODP nur für die Verpackung von Holzprodukten (wenn es eine solche gibt) oder Holzprodukten die eine Kunststoffharzmischung oder einen Kunststofflayer enthalten.

Hoch relevant ist ODP für z.B. die Herstellung von Kunststoffen, Schaumstoffen, ölbasierten Dämmstoffen (z.B. EPS, XPS), Schaumstoffen, Verpackungen, Kunststoffteilen usw.

- ODP-Holz-UniLeiden: 0
- ODP-Verpackung von Holzprodukten Uni Leiden: $(CFC_{\text{summe}} * 0,88 \text{ mittelwert}) + (HCFC_{\text{summe}} * 0,05 \text{ mittelwert}) + (\text{Halone, Halogenkohlenwasserstoffesumme} * 3,42 \text{ mittelwert})$
- ODP-PVC-UniLeiden: $(CFC_{\text{summe}} * 0,88 \text{ mittelwert}) + (HCFC_{\text{summe}} * 0,05 \text{ mittelwert}) + (\text{Halone, Halogenkohlenwasserstoffesumme} * 3,42 \text{ mittelwert})$

POCP für Holzprodukte relevant

POCP-UniLeiden: $(VOC_{\text{summe}} * 0,58 \text{ mittelwert}) + (\text{Rest von POCPsumme} * 0,5 \text{ mittelwert})$

ADP für Holzprodukte relevant

ADP (MJ)-UniLeiden: $(\text{coal hard} * 27,91) + (\text{coal soft} * 13,96) + (\text{natural gas m}^3 * 38,84) + (\text{oil crude} * 41,87)$

1.2 Problem der Vergleichbarkeit und Intransparenz der Grundlegenden Daten und Problem der Black-Box-Berechnungen mit Modellen

Allein wegen der meisten sehr unterschiedlichen Einheiten, die den Berechnungen zugrunde gelegt werden sind EPD nicht ohne weiteres automatisch vergleichbar. Zugleich sagt aber ein Wert in kg CO₂Äquiv./m³ an sich noch wenig aus. Er kann nicht als neutral vergleichbare Einheit gelten. Die Auswertungen zeigten auch, dass es vorkommt, dass zwei EPD zum vergleichbaren Produkt sehr unterschiedliche Werte aufweisen. Es gab auch den Fall, dass es zwei EPD zum selben Produkt gab, eine auf deutsch und eine auf englisch und in beiden standen teils völlig unterschiedliche Werte. Oft blieb dann nur nach Plausibilität zu entscheiden welcher Wert richtig ist. Das kann man aber nur wenn man verschiedene EPD desselben Produktes vergleichen kann, was ein Architekt oder Ausschreibender wohl in der Regel kaum macht.

Ein Beispiel: In der Thünen-Studie steht für den Wasserverbrauch bei MDF Faserplatten auf Seite 245: „Trinkwasser“ 59,2 kg (!) und „Oberflächenwasser“ 1.048 kg Verbrauch bei der Produktion. In der Tabelle auf Seite 246 mit allen Umweltparametern steht unter „FW“ (Einsatz von Süßwasserressourcen) bei „Herstellungsprozess A3“ ein Wert vom $2,51E+03$, als Einheit wird angegeben m^3 . Das wäre umgerechnet ein Verbrauch von 2,5 Mio ! kg Frischwasser für die Produktion von 1 m^3 MDF Platte. Das wäre um den Faktor 1000 höher als in EPD vergleichbarer Produkte. Hier kann nur ein Schreib- oder Rechenfehler vorliegen und man kann nur den plausibleren Wert von 59,2 +1.048 kg hernehmen. Übernimmt ein Architekt oder eine Datenbank aber nun ungefragt den Wert $2,51E+03 m^3$ für FW dann kommt das Holzprodukt im Vergleich zu allen anderen Produkten sehr schlecht weg.

Die meisten oder besser quasi 100% der für das Projekt analysierten EPD wurden mit der GaBi-Software von PE-International berechnet.

Hierbei kann jemand, der die Software nicht besitzt, die eingesetzten Datensätze nicht kennt (die aus den EPD nicht hervorgehen) und so die Berechnungswege nicht nachvollziehen kann, die EPD Daten eigentlich nicht nachvollziehen. Die Berechnung und die eingesetzten Daten sind eine Black Box, deren Ergebnis sowohl der Auftraggeber, als auch Prüfer als auch Nutzer der EPD einfach akzeptieren muss. Wie es zu den EPD-Daten gekommen ist, ist nicht transparent.

1.3 Problem geringer Transparenz und Uneinheitlichkeit bei den Abschneidekriterien

In den meisten der analysierten EPD ist der ISO-Form genüge getan. Dennoch bekommt man als Leser der die Daten selbst nochmals prüfen möchte den Eindruck dass nur geschrieben wird „es werden alle Vorketten berücksichtigt“, wobei hier auf die GaBi-Software verwiesen wird. Transparent ist dies für den Leser jedoch nicht. Es wird nicht genannt welche Datensätze aus der Software hier verwendet wurden oder welche Grundlegendaten.

Im Sinne der EU und sicherlich auch des EPD-boards der EU wäre es hier wünschenswert wenn nicht nur auf ein Rechenprogramm verwiesen würde (das sich viele EPD Nutzer wegen der hohen Kosten nicht leisten können, um die Daten nach zu verfolgen), sondern in der EPD aus Transparenzgründen die genauen Ausgangsdaten zu beschreiben, wie es z.B. bei den Datenstudien des Thünen-Institutes zur Holzwerkstoffen geschehen ist.

Mit einem Modell kann man natürlich vieles berechnen und je nachdem welche Ausgangsdaten hier einbezogen werden sind die Werte deutlich unterschiedlich (vgl. Beispiel welcher Strommix wird einbezogen usw.). Will man jedoch EPD miteinander

vergleichen, muss man die Ausgangsdaten kennen, ist dies nicht der Fall darf man an sich die Ergebnisse der Umweltdaten eigentlich nicht als vergleichbar ansehen, denn es könnten ja Bilanzen von Materialien verglichen werden, die bei unterschiedlichen Stufen im Stoffstrom einsetzen, also z.B. die eine bei Rohstoff (z.B. Rundholz im Wald) die anderen bei einem Zwischenprodukt (z.B. PVC Granulat).

Beispielformulierungen aus EPD:

Hierbei muss betont werden, dass die genannten EPD nur Beispiele darstellen und deshalb EPD für andere Produkte nicht besser oder schlechter sind, sondern die Beispiele eigentlich nur beispielhaft herausgegriffen wurden um verschiedenste Materialien unter dem Aspekt zu betrachten.

(1) EPD-IZB-2013461-D

Die EPD-IZB-2013461-D, des Informationszentrum Beton GmbH (2010) für Beton der Druckfestigkeitsklasse C50/60, gibt an, dass die Bilanz ab Eingang der angegebenen Rohstoffe in die Produktion des Betons gilt. Als Rohstoffe werden angegeben: Zement (16,4-17,3%; Flugasche 0,4-2,1%; Wasser 5,3-6,7%; Gesteinskörnung 72-79,3%, Zusatzmittel 0,1- 0,3%). Zement ist nun beispielsweise ein Zwischenprodukt und kein Rohstoff in dem Sinne. Unklar bleibt ob die Vorketten von z.B. Zement berücksichtigt sind.

(2) EPD-EKN-20130177-IAC1-DE

EPD-EKN-20130177-IAC1-DE, Betonbauteile Süd (2012) für Hohlblöcke aus Leichtbeton mit integrierter Wärmedämmung. Für die Beschreibung der Abschneidekriterien wird wie meist eine Modellformulierung angewendet, das die genannten Grundrohstoffe in die Bilanz eingehen und man im übrigen auf die GaBi Software verweist. Für den Leser erlaubt dies keinerlei Transparenz und lässt unklar welche Vorprozesse berücksichtigt wurden. Als Grundrohstoffe werden hier z.B. angegeben: Blähbeton 47%, Sand 22,4%, Zement 16,7%, Kalksteinmehl 10,1%, PUR 3,8 %. Blähbeton, Zement, Kalksteinmehl und PUR sind aber keine Rohstoffe in dem Sinne sondern Vorprodukte. Wie bei anderen EPD dieser Materialklasse auch wird dann z.B. nur für den Sand (!) eine Transportentfernung von 200 km ausgewiesen. Als Leser muss man dann natürlich vermuten, dass die Vorketten von Blähbeton, Zement, Kalksteinmehl und PUR nicht (ausreichend) berücksichtigt wurden, dies bleibt jedoch unklar. Hier würde es z.B. auch wenig nutzen wenn der Leser die GaBi Software hätte da die Datensätze und Berechnungswege mit denen gerechnet wurde in der EPD nicht genannt sind.

(3) EPD-POR-2011211-D

EPD-POR-2011211-D, Dt. Poroton (2010) für mit Perlitte gefüllte Ziegel. Wie meist sind Abschnei-

dekriterium unklar, es wird auf die angegebenen Grundrohstoffe verwiesen. Als Grundrohstoffe sind angegeben: Ziegelanteil: 22-55 %, Perliteanteil 45-78%, Hilfsstoffe sind Polystyrol, Sägespäne, Papierfangstoffe; Perlittefüllung und Bindemittel auf Wasserbasis. Alle genannten Stoffe sind eigentlich keine Rohstoffe in dem Sinne sondern Produkte oder Zwischenprodukte. Es bleibt unklar, ob beispielsweise die Umweltdaten nur das Einpressen der Perlite in den Ziegel meint oder ob die Daten für die Herstellung des Ziegelanteils, der Perlite und der Hilfsstoffe von Beginn an real einbezogen sind. Als Leser kann man daher nur vermuten, dass mit der EPD nur das Herstellen des Produktes, ohne die Herstellung der Vorprodukte gemeint ist, denn beispielsweise wird in der EPD für die Transporte gesagt, dass diese erst „nach dem Blähen“ der Perlite und der Aufbewahrung in Großraumsilos und von dort an den Verarbeiter berücksichtigt wird mit maximal 170 km Entfernung (!) (Anmerkung: man beachte bitte in Handbucheil Ressourcen die Verteilung der Perlitte-Rohstoff-Standorte weltweit!).

(4) EPD-TKS-2011311-D

Die EPD-TKS-2011311-D der TyssenKrupp Stell Europe AG (2010) gilt für ein WärmeDämmVerbund-System (WDVS) in dem Fall ein Sandwichelement mit PUR Hartschaumkern und farbig beschichteten Metalldeckenschalen.

Bei WDVS Elementen werden teilweise bis zu 6 Platten und Schichten miteinander verbunden, in der Regel verleimt. Ein Beispiel wo diese Platten zumindest mit Handelsnamen beschrieben sind, ist die EPD ESD-STO-2012651-D der Sto Aktiengesellschaft für WDVS-Aufbau: „(1) Holzaufbau (Holzplatte und Holzlatten mit Mineralwolle gefüllt), (2) StoPrefa Coll Platte, (3) Sto Dämmplatte Top 32, (4) StoPrefa Armat, (4)Sto- Glasfasergewebe, (6) Stolit K2, StoSilca K2“)

Die Abschneidekriterien bei allen WDVS-EPDs sind unklar und aus den Daten können auch vom Leser gefolgert werden, dass mit der EPD eigentlich nur das Verkleben der Platten erfasst sein kann (s. auch später). Allerdings ist auch angegeben, dass die EPD der Vorplatten herangezogen werden. Diese stehen allerdings nicht als Ergebnis in der EPD und es bleibt unklar ob und wie diese in die Bilanz eingerechnet wurden, aber möglicherweise sollte hier auch nur darauf verwiesen werden, dass es für alle im Produkt verwendeten Platten auch prinzipiell EPD gibt. Das bleibt dem Leser unklar.

Es sind hier zudem noch nicht einmal die Vorprodukte genannt (wohl weil man die Vor-EPD angegeben hat). Der Aufbau des Produktes und die einzelnen Sandwichelemente sind nicht näher genannt, auch nicht welche Materialien hier verwendet werden, es wird lediglich darauf verwiesen, dass Stahl und PUR-Schaum verwendet wird. Außerdem ist von Zink- und Aluminiumüberzügen die Rede. Vermut-

lich oder möglicherweise ist jedoch nur das Zusammenfügen (Verkleben) der Sandwichelemente mit der EPD erfasst, wie deutlich wird, wenn man die EPD mit einer vergleichbaren EPD in Bezug setzt. In der EPD-FVW-2011111-D, des Fachverbandes WDVS (2011) für WDVS mit Mineralfaser Lamellen-Dämmplatten (geklebt) werden als „Vorprodukte“ angegeben: Kleber, Mineralfaser-Lamellen, Unterputz mit Textilfaser, Haftvermittler, Oberputz. Beide die EPD-TKS-2011311-D und die EPD-FVW-2011111-D weisen aber ähnliche Werte bei den Umweltparametern auf, z.B. 154 und 157 kgCO₂Äquiv./m³.

Auch wenn man sich vergegenwärtigt das in EPD allein für PUR-Dämmplatten GWP Werte von 135 bis 147 kg CO₂Äquiv./m³ angegeben werden, kann ein Wert von 157 kg CO₂Äquiv./m³ in der betrachteten EPD-TKS-2011311-D eigentlich nur auf das zusammenfügen der Sandwichelemente beziehen. Demzufolge wären dann natürlich auch nur die Transporte vom Vorlieferanten berücksichtigt.

Fazit:

Die Auswertungen von etwa 70 EPD von der Datenbank Ökobaudat im Projekt SAVE legen die Vermutung nahe, dass es so sein könnte bzw. aus Sicht der Bearbeiter vieles dafür spricht, dass die meisten EPD nur die Stoffströme bis zum Vorlieferanten der jeweils eingesetzten Materialien und Stoffe oder Halbwaren betrachten. Dies gilt es im Arbeitskreis zu diskutieren und wie man damit umgehen soll.

Das trifft scheinbar aber nicht auf die vorhandenen EPD zu Holz und Holzwerkstoffen zu und die Daten des Thünen-Institutes (die nicht als EPD sondern als „Grundlagendaten für EPD“ gelten) hingegen den Stoffstrom ab dem Wald einbeziehen, allerdings auch mit eher deutlich zu niedrig angesetzten Transportkilometern (siehe später).

Ein Architekt, Planer oder kommunaler Beschaffer kann demnach bei den bisher existierenden EPD keinesfalls einfach die vorhandenen Umweltwerte wie „GWP“ fraglos als gegeben und vergleichbar verstehen. Er würde damit „Äpfel mit Birnen“ vergleichen, also Produkte, bei denen an völlig unterschiedlichen Stellen am Stoffstrom mit der Bilanz begonnen wurde. Dass dies jedoch in der Praxis teilweise so geschieht, dürfte jedem der in der Praxis mit EPD zu tun hat klar sein. Auch der Umgang damit ist im Arbeitskreises zu diskutieren, denn das bedeutet, dass diese Werte, entgegen dem erklärten Ziel von EPD, meist eben NICHT untereinander vergleichbar sind, vor allem nicht ohne die gesamte EPD vorher zu lesen und entsprechend zu interpretieren. Was wohl kein Anwender in der Praxis tut.

Dass Zahlen in Form von scheinbar genauen Zahlen wie „kg CO₂ Äquivalent“ von einer EPD in Datenbanken und von dort möglicherweise ungefragt in Rechensysteme gelangen und von dort in der Praxis höchstwahrscheinlich weiter ungefragt in Ausschrei-

bungen und weitere Berechnungen heran gezogen werden (z.B. Gebäudebewertungen) halten die Arbeiter nach Analyse der 70 vorliegenden EPD für fraglich, weil es die Umweltwirkungen für Produkte und Materialien möglicherweise falsch darstellt.

Mit dem Arbeitskreis ist zu diskutieren, wie die Kommunikation darüber stattfinden soll.

1.4 Problem der wohl oft deutlichen Unterschätzung der realen Transporte im Stoffstrom (a) der Vorketten, (b) zum Kunden/ zur Baustelle, (c) in der Nachnutzung

Die Transporte werden in den meisten analysierten EPD nach Softwarevorgegebenen Standardentfernungen eingestuft (z.B. Gabi Software). Diese Softwarevorgaben unterschätzen nach Ansicht der Arbeiter die realen Verhältnisse deutlich, vor allem wenn es bei den heutigen globalen Stoffströmen nicht nur um den Transport vom Vorlieferanten zum Produktionsstandort geht, sondern um die Transporte im gesamten Stoffstrom, was EPD ja suggerieren.

- Auch bei den Transporten wird bei den 70 analysierten EPD aus der Datenbank Ökobaudat über Standardformulierungen immer darauf verwiesen, dass „alle Transporte einbezogen“ sind. Dabei wird als Datengrundlage aber immer auf die GaBi-Software verwiesen.
- Teilweise wird in der EPD davon gesprochen, dass für die Transporte „Annahmen getroffen“ und dabei wird dann wiederum auf die GaBi Software verweisen.
- Konkrete Angaben zu Transportentfernungen finden sich in den selteneren Fällen.

Wenn in den analysierten EPD überhaupt nähere Angaben zu Transporten gemacht werden dann sind dies, unabhängig von den Produkten (!) meist folgende Kilometerangaben:

- **Vorketten: 50 - 300 km,**
- **zur Baustelle/Kunden: 400 - 550 km,**
- **zum Entsorger: 50 - 150 km.**

Die in den Thünen-EPD-Grundlagendaten genannten Transportkilometer sind für alle Produktgruppen genannt. Jedoch gehen auch diese Daten von deutscher bzw. deutschlandnaher Beschaffung der Rohstoffe und Vorprodukte aus. Vielleicht kann man es so formulieren, dass hier die Transporte für „deutsche/deutschlandnahe“ Produktion angegeben sind.

Selbst beim Rohstoffe Rundholz ist dies heute nicht mehr plausibel. Erst recht ist nicht gewährleistet, dass das Bauholz, welches der Architekt einsetzt,

aus kurzen Transporten stammt. Bei anderen Rohstoffen sind die Stoffströme auch bei den Rohstoffen heute noch viel länger, weil es gar nicht möglich ist diese in der Nähe zu bekommen, weil die Verteilung dieser Rohstoffe weltweit sehr ungleich ist (vg. Feldspat, Bauxit, Perlitte, usw, siehe Kapitel Rohstoffe im Handbuch).

Ohne Herkunftsnachweise im Stoffstrom (so wie es das Holz von Hier System für den Holzstoffstrom nach verfolgt) bedeutet dies aber noch lange nicht, dass wenn ein Architekt eine Gipskartonplatte verbaut, er auch einen entsprechenden GWP-Wert aus der entsprechende EPD ansetzen kann, wenn er die REALEN Umweltwirkungen abbilden will.

Auch ist beispielsweise selbst dann nicht klar, ob man diese GWP-Werte ansetzen kann, wenn man bewusst die Gipskartonplatte eines deutschen Herstellers kauft wie z.B. Knauf. Denn auch eine „Platte von Knauf“ kann ohne Herkunftsnachweis im gesamten Stoffstrom von den europäischen Werken des Konzerns kommen oder aber auch von seinen Werken in China. Die Klimabilanz wäre eine völlig andere für das gleiche/ähnliche Produkt.

Bei den analysierten EPD auf der Ökobaudat Datenbank, aber auch teilweise den Thünen-Daten, ist ersichtlich, dass es sich bei diesen Transportkilometern nur um die (meist auch nur theoretischen) Transportkilometer bis zum Vorlieferanten handeln kann. Diese Aspekte sollen im Folgenden an einigen Beispielen näher beleuchtet werden.

(a) Unterschätzung der realen Transporte der Vorketten.

(1) Beispiel Baustahl

In der EPD für „Baustähle“ EPD-BFS-2010111-D in Ökobaudat ist beispielsweise bei GWP ein ähnlicher Wert angegeben wie für GWP bei Probas im Datensatz „Stahlmix-Dt.“ (Ökobaudat: 1,68 kgCO₂-äquiv. pro kg und bei Werten die von den Bearbeitern mit Daten der Datenbank Probas berechnet wurden im folgenden „Probas-Daten“ genannt 1,53 kg CO₂-äquiv. Pro kg). Bei Probas sind jedoch bei den meisten Datensätzen wie auch diesem keine Transporte einbezogen nur die Produktion und die Daten der Produktion der Vorketten. Bei Ökobaudat sind angeblich Transporte einbezogen jedoch erfolgt hier wieder der Hinweis auf die GaBi Software. Vermutlich (unklar in der EPD) sind hier wiederum die <100 bis 300 km der Vorketten die meist automatisch hinterlegt werden einbezogen.

In der EPD EPD-BFS-2010111-D sind in den Tabellen explizit Werte für „Produktion“ angegeben obwohl später wie immer automatisch geschrieben wird Transporte sind alle berücksichtigt. Die Differenz zwischen der EPD von Ökobaudat und Probas ist 0,15 kg. Theoretisch könnte das ein Wert für den

Transport sein, das wären aber lediglich 10% des GWP-Wertes für den Transport. Dies wäre eine übliche Größe wie die Transporte in EPD mit der GaBi Software berechnet berücksichtigt werden etwa zu < 5% bis (>) 10%

In Deutschland produzierten 2013 fünf größere Unternehmen Oxystahl (Thyssen-Krupp: 12,3 Mio. t; Salzgitter: 6,2; Arcelor Mittal: 6,3; Saarstahl: 2,4; Dillingen: 2). Deshalb sind selbst innerdeutsche Transporte beim Produkt „Stahl“ mit ca. 500 km durchaus gerechtfertigt. Die durchschnittlichen km von 50 bis 200 (300) km für die Vorketten wie sie oft in EPD angenommen werden sind wohl bei Stahl auch bei rein innerdeutscher Produktion der weiterverarbeitenden Werke zu niedrig angesetzt. Das gilt für anderen Produkte mit nicht ubiquitären Rohstoffen und komplexen Vorprodukten (z.B. Kunststoffsynthese) sicher ebenso.

Wenn man für die Produktion von Baustahl nicht ausschließlich deutschen Stahl mit den entsprechenden deutschen Transporten vom Vorlieferanten ansetzt, sondern einen Welt-Stahlmix, wird der Anteil der Transporte an den Umweltparametern größer als der eigentliche Produktionswert. Das zeigt das folgende Beispiel (vgl. Tab. A1-26:

Die 10 Regionen mit den weltweit größten Stahlherstellungskapazitäten in [Mio. t] sind: China: 638,3; EU ohne Dt.: 133,4; Japan: 107,6; USA: 86,2; Indien: 72,2; Russland: 68,7; Südkorea: 68,5; Deutschland: 44,3; Ukraine: 35,3; Brasilien: 35,2. Deshalb erscheinen Transporte beim Produkt Welt-Stahlmix mit ca. 6.000 - 7.000 km noch eher unterschätzt.

Szenarioberechnung für durchschnittliche Transportentfernungen für einen Stahlmix-weltweit der als Baustahl-mix der potentiell auch in Europa bzw. Deutschland auf den Markt kommt.

Tab. A1-26: Stahlimporte und Bedeutung von Transporten.

	LKW	Anteil LKW an Baustahl-mix	Schiff	Anteil Schiff an Baustahl-mix	Produzierte Mengen in [Mio. t]	Anteil an den Big 10 in [%]
China	3.000	1.500	18.500	9.250	638,3	50
EU-Mittel	1.300	130		0	133,4	10,3
Japan	1.100	924	21.500	18.060	107,6	8,4
USA	2.500	1.675	7.000	4.690	86,2	6,7
Indien	2.000	1.100	12.000	6.600	72,2	5,5
Russland	8.500	4.505		0	68,6	5,3
Südkorea	9.000	4.680	21.000	10.920	68,5	5,2
Deutschl.	500	165		0	44,3	3,3
Ukraine	1.900	513		0	35,3	2,7
Brasilien	1.500	405	8.200	2.214	35,2	2,7
Baustahl ^{Mix}		1.560		5.173		

(2) Beispiel Ziegel

In der EPD-POR-2011211-D (Ziegel mit Perlitte) sind für Mauerziegel mit Perlittefüllung GWP Werte von 93 - 127 kg CO₂äquiv /m³ angegeben. Mit den angegebenen Rohdichten von (391 - 806 kg/m³ inklusive Perlittefüllung (0,4 - 0,8 t/m³) ergeben sich Werte von 159 - 232 kg CO₂äquiv. /Tonne.

In der EPD-POR-2011211-D (Ziegel mit Perlitte) ist ausgewiesen, das (1) der Ton aus unmittelbarer Nähe zum Ziegelwerk stammt („Der Ton stammt aus Gruben in unmittelbarer Nähe der Ziegeleien. ... Alle weiteren Grundstoffe werden zugekauft und stammen aus einer Entfernung von in der Regel maximal 100 km zum Werk“) und dass (2) für Perlitte Transportentfernungen von maximal 170 km angenommen werden („Das Perlitgestein wird oberirdisch an verschiedenen Standorten innerhalb der EU abgebaut und kommt vornehmlich per Schiffsladung zu den weiterverarbeitenden Werken. Nach dem Blähen wird das Perlitte in Großraumsilos an die verarbeitenden Werken geliefert. Die Lieferentfernung beträgt 170 km“).

In der folgenden Szenarioberechnung wird davon ausgegangen, dass in der EPD Transportentfernungen (wie üblich) von maximal 200 km eingerechnet wurden.

- Pro transportierter Tonne und Kilometer (Tonnen-Kilometer = t-km) per LKW ergeben sich GWP Emissionen von 0,05 kg CO₂äquiv /t-kmLKW und 0,015 kg CO₂äquiv /t-kmSchiff (Bearbeiter berechnet aus Thünen-Daten und Probas Daten). Das ergibt pro 200 km Transport mit dem LKW etwa 10 kg CO₂äquiv /t. Demzufolge sind in den GWP-Werten der EPD-POR-2011211-D (Ziegel mit Perlitte) ca. 4-6% Transportumweltbelastungen einberechnet, eben für 200 km Transport per LKW.
- Demzufolge würden die GWP-Werte im Produkt für die reine Produktion im Werk in Deutschland bei 149 - 222 kg CO₂äquiv /t liegen (159 - 232 minus 10).
- Der Anteil an Perlitte in Mauerziegeln liegt laut EPD-POR-2011211-D bei 45 - 78%.
- Demzufolge würde auf den Anteil der Perlitte eine GWP-Belastung im Produkt von 67 - 173 kg CO₂äquiv /t entfallen (andere Stoffe im Produkt: 49 - 82 kg CO₂äquiv /t).

Reale Herkunft der Perlitte

Perlitte gehören zu den Vulkangesteinen, zu den Obsidianen (Infos aus: <http://www.bpmnz.com/perlite/>; <http://www.mineralienatlas.de>; www.wikipedia.org). Weltweit sind bisher etwa 70 Fundorte bekannt (Stand: 2010; Mindat, Obsidian, Liste der wichtigsten bekannten Fundorte). Wichtige Obsidianvorkommen sind unter anderem in (1) Europa:

in Armenien, Türkei, Island, Italien (mit Sardinien, Sizilien), Griechenland, Slowakei, Deutschland (bei Sachsen kleinere Lagerstätte), Spanien, (2) Nordamerika und Mexiko, (3) Polynesien, Neuseeland, die größten Vorkommen sind in USA.

Im Datensatz „Perlitte“ aus der Datenbank Probas wird der Datensatz einerseits auf den „geographischen Bezug Deutschland bezogen“, andererseits wird angegeben, dass im Jahr 2007 in Deutschland „- t Perlitte“ gefördert wurden, wohingegen die Importmenge bei 98.461 Tonnen lag. Es wird angegeben, dass die Hauptförderung in folgenden Ländern liegt: China: 36,8%, Griechenland 29,3%, USA 12,2%, Japan 6,4%. Der Datensatz von Probas ist veraltet und gilt für Daten von 1995, deshalb soll hier nicht weiter damit gerechnet werden, als GWP wird hier angegeben für den deutschen Rohstoffbezug (?) für Perlitte 975 kgCO₂Äquiv./t. Bei einem Importmix von Perlitte mit den angegebenen Anteilen aus diesen Weltregionen würde ein GWP von 245 [kg CO₂Äquiv./t] für den Perlitte-Mix anfallen (Tab. A1-27).

Tab. A1-27: Perlitte Bedeutung Transporte.

Weltregion	Anteil am dt. Perlitte-Mix (2007) in [%]; [t]	Transport-km für LKW + Schiff	GWP-Transport gesamt bei [t CO ₂ Äquiv.]	GWP in [kg CO ₂ Äquiv./t] (LKW+Schiff)
China	36,8%; 36.234 t	3.000 + 18.500	15.508	428 (150 + 278)
Griechenland	29,3%; 28.849 t	2.400 + 0	3.462	120 (120 + 0)
USA	12,2%; 12.012 t	2.500 + 7.000	2.763	230 (125 + 105)
Japan	6,4%; 6.302 t	1.100 + 21.500	2.382	378 (55 + 323)
Dt. Perlitte ^{mix}	98.461 t		24.115	anteilig: 245

Szenarioberechnungen

- Wenn die Perlitte nicht aus Dt. kommen, sondern aufgrund der Größe der Lagerstätten und vor allem aus Kostengründen beispielsweise für die Deutsche Produktion aus der Türkei kämen (was wahrscheinlich ist), liegen zum Vorlieferanten nicht 200 km sondern etwa 3.500 km. Das ergäbe 175 kg CO₂Äquiv /t nur für den Transport.
- Wenn man mit dem Importmix für Perlitte rechnet der bei Probas angegeben ist liegen die Vorlieferanten in Entfernungen die weit über 200 km hinaus gehen. Das ergäbe 245 kg CO₂Äquiv /t nur für den Transport.
- Da Perlitte eine Schüttraumdichte von 900 – 1000 kg/m³ haben (wikipedia) sind die Werte in etwa gleich zu setzen mit 175 - 245 kgCO₂Äquiv / m³ Perlitte für den Transport.
- Egal welches Entfernungsszenario man für die Perlitte zugrunde legt, kommt der Rohstoff Per-

litte auch auf dem deutschen Markt sicher nicht aus Deutschland. Demnach ist bei dem Beispiel die Umweltbelastung allein für die Transporte bereits höher als diejenigen, die in EPD für Ziegel mit Perlittefüllung gesamt angegeben sind.

- In der EPD-POR-2011211-D, der Dt. Poroton sind für Ziegel mit Perlittefüllung von 47% bis 78% GWP-Werte von 93 kg CO₂Äquiv /m³ (bei 78% Füllung) bis 127 kg CO₂Äquiv /m³ bei (47% Füllung) angeben.
- Das heisst die EPD gibt an, dass je mehr Perlitte im Ziegel verwendet wird, die Ökobilanz immer besser wird (vgl. Tab. A1-28). Allein das erscheint unlogisch. Perlittegefüllte Ziegel gelten als Wärmeschutzziegel. Ein Ziegel mit z.B. 78% Perlittefüllung gilt als Wärmedämmziegel für den Wärmeleitfähigkeitszahlen von 0,05 – 0,08 W/mK angesetzt werden. Diese Ziegel haben die besten GWP Werte, da der Transport des hohen Anteils an Perlitte hier nach Ansicht der Bearbeiter möglicherweise unterrepräsentativ berücksichtigt wird.
- Das heisst Ziegel mit höherem Tonanteil, wo der Ton direkt aus „der Grube nebenan kommt“ haben schlechtere GWP-Werte als Ziegel in denen der Tonanteil sehr niedrig ist, der Perlitteanteil jedoch hoch. Das verdeutlicht nochmals, dass wenn die realen Transporte auch des gesamten Stoffstromes der Vorprodukte nicht einbezogen werden, falsche Umweltwirkungen für Produkte berechnet werden.

Tab. A1-28: Perlittegehalte von Ziegel und das in den EPD angegebene GWP. Anmerkungen: (1) Rohdichte von 740 in [kg/m³] als Mittelwert von 620 - 820; Mauerziegel allgemein: 550 - 1.400. (2) Wärmedämmziegel

	EPD-Nr	Rohdichte in [kg/m ³]	Perlitte-anteil in [%]	GWP in [kgCO ₂ Äquiv/m ³]	Wärmeleitf. in [W/mK]
Ziegel ohne Perlitte	EPD-POR-2008111-D	740 ⁽¹⁾	(0%)	209	< 0,45
Ziegel + Perlitte	EPD-POR-2011211-D	806	47%	127	0,05 - 0,12
Ziegel + Perlitte	EPD-POR-2011211-D	574	62%	106	0,05 - 0,12
Ziegel + Perlitte ⁽²⁾	EPD-POR-2011211-D	391	78%	93	0,05 - 0,12

Daraus folgt:

- Die Gesamtbelastungen mit GWP im Produkt könnten so je nach den Anteilen der Vorprodukte (z.B. Ton, Perlitte) auf 291 - 430 kg CO₂Äquiv /t ansteigen (242+49 bis 348+82).
- Der Anteil der Transporte an den Umweltbelastungen im Produkt läge dann bei nicht mehr nur bei 4-6% sondern bei 40 – 60%. Siehe auch die entsprechenden Kapitel des Handbuches selbst.

1.5 Intransparenz und fehlender einheitlicher Standard bei den Gesundheitsaspekten bei gleichzeitiger Vernachlässigung von EU-Vorgaben wie REACH.

(1) Anmerkungen zu Stoffen wie VOC, Formaldehyd, Kanzerogenen in Produkten aus EPD.

Angaben zu gesundheitsgefährlichen Stoffen sind in EPD nur spärlich vorhanden und deshalb nicht für die Ampelbewertungen nutzbar. Zudem handelt es sich nur um zwei Substanzgruppen, deren Nutzung zudem in der EU bereits eingeschränkt ist und Grenzwerten unterliegt. In den folgenden analysierten EPD waren wenigstens einige Angaben zu VOC (Tab. A1-29), Formaldehyden in der Nutzungsphase angegeben. Laut AgBB des Umweltbundesamtes entsprechen diese Meßwerte nach 28 Tagen Langzeitemissionen aus dem Produkt. Direkt nach dem Einbau können sich deutlich höhere Meßwerte finden. Im Brandfall werden höhere Emissionen der Fall sein, dazu lagen jedoch keine Angaben vor.

Tab. A1-29: Gesundheitsgefährliche Emissionen aus Produkten laut analysierter EPD von Bauprodukten.

In EPD einige Angaben zu VOC, Formaldehyden, Kanzerogenen	VOC in [mg/m3]				Formaldehyd-28Tage-Wert in [µg/m3]
	TVOC-28	VOC	NIK-28	SVOC-28	
AgBB Grenzwerte in [µg/m3]	< 1.000	< 100	< 100		
Blauer Engel Grenzwerte in [µg/m3]	< 100	< 40	< 5		
Ziegel - mit Mineralwolle gefüllt					<0,04 ppm
Eternit Fassadentafeln	0,024	0,005	0,005		
Mineralwolle Innenausbau.	0,1	0,05	0,02		0,01
Mineralwolle Fassadendämmung	< 1		0,1		0,12
EPS Hartschaumdämmung: HBDCD: 0,5-1%, Pentan: 3,5-7%)	0,1	0,01	0,005		k.a.
EPS Hartschaum Fassadenplatte. (HBDCD: 0,5-1%, Pentan: 3,5-7%)	0,05	n.n.	0,01		k.a.
XPS-Dämmstoffe (HBDCD: 0,5-1%, Pentan: 3,5-7%)	0,05	0,005	0,005		k.a.
Polyurethan-Fußbodendämmung (aber nur VOC-Emis. des einges. Pentans genannt)	0,06	k.a.	k.a.		k.a.
Holzfaserdämmplatten	k.a.	k.a.	k.a.		0,01
Heraklit Holzwolle Leichtbauplatten [TVOC ₃₀ : 10 mg/m3 !]	<1	k.a.	0,1		0,12
DHF - Holzfaserplatten	k.a.	k.a.	k.a.		30-80 ppm
MDF - Mitteldichte Faserplatte	k.a.	k.a.	k.a.		10-47 ppm
Gippsfaser-/Gipskartonplatten	<0,1	k.a.	k.a.		u.GrW
Spanplatten roh/beschichtet	k.a.	k.a.	k.a.		10-48 ppm
Leichtbauplatten roh/beschichtet	k.a.	k.a.	k.a.		<1-51 ppm
KLH Massivholzplatten	0,74				0,000015
OSB Eurostand	k.a.	k.a.	k.a.		0,064

In folgenden analysierten EPD gab es keine oder nur sehr unklare Angaben zu VOC, Formaldehyden, Kanzerogenen: Zement, Mörtel, Beton (Druckfestigkeitsklasse C50/60, Porenbeton, Mauersteine, Leichtbeton, Hohlblöcke aus Leichtbeton mit integrierter Wärmedämmung, Ytong Steine, Glasfaserbeton-Platten, Faserzement-Fassadenpaneele, Eternitplatten auf Zementbasis, Glasfaserbeton-Platte, Fas-

sadenbleche aus Aluminium, Profiltafeln aus Stahl, Ziegel roh, HDF (Hochdichte Faserplatte), WDV5 „StoTherm Classic, WDV5 Sandwichelemente mit PUR Hartschaumkern mit beschichteten Metalldecken, WDV5 mit Mineralfaser Lamellen-Dämmplatten geklebt, Vinyl-(Polyvinylchlorid)-Fußboden, Laminatboden, Textilbodenbelag aus Polyamidkunststoff (PP, PES), Keramische Fliesen/ Platten.

(2) Anmerkungen zu Berechnungen HTTP

Berechnungen zu HTTP lassen einige Aussagen zu Produktgruppen zu, jedoch ist Anzahl der einbezogenen Stoffe im Vergleich zur REACH-Verbotsliste oder gar der REACH-Kandidatenliste sehr gering. Diese Berechnungen wurden deshalb nicht für die Ampelbewertung herangezogen, liegen jedoch in der SAVE-Datenbank vor. Sie wurden aus probas-Grundlagendaten und Faktoreinstufungen gemäß Uni Leiden berechnet (Tab. A1-30).

Berechnung HTTP- Luft sowie HTTP-Wasser

mit den bei Probas vorhandenen Datengrundlagen: As (Luft), Cd (Luft), Cr (Luft), HCl, HF, Hg (Luft), Ni (Luft), NOx, PAH (Luft), Pb (Luft), PCDD/F (Luft), SO2 sowie As (Abwasser), Cd (Abwasser), Cr (Abwasser), Hg (Abwasser), Pb (Abwasser). Faktoreinstufung der Gesundheitsgefährdung nach Uni Leiden (= Wert Probas * Faktor Leiden) : As (Luft): 350.000; Cd (Luft): 150.000; Cr (Luft): 3.400.000; HCl: 1; HF: 2.900; Hg (Luft): 6.000; Ni (Luft): 35.000; NOx: 1; PAH (Luft): 572.399; Pb (Luft): 470; PCDD/F (Luft): 1.900.000.000; SO2: 0,10; As (Abwasser): 950; Cd (Abwasser): 23; Cr (Abwasser): 3; Hg (Abwasser): 1.400; Pb (Abwasser): 12.

Tab. A1-30: HTTP-Beispiele für Produkte.

Beispiele für Vorprodukte	HTTP Luft+Wasser
HDPE-Granulat-mix-DE-2010	0,289
LDPE-mix-DE-2010	0,305
PP-mix-DE-2010	0,346
Propylen-mix-DE-2010	0,266
PVC Granulat -Mix DE-2010	0,198
Styrol-DE-2010	0,314
Vinylchlorid-DE-2010	0,177
EPS-DE-2010	0,363
PUR-Weichschaum-DE-2010	0,385
Aufber. Tonerde (für Ziegel) Tonerde-DE-mix-2010	0,031
Importmix Bauxit für die Tonerde Produktion-DE-2010	0,008
Sinter-2010-DE	0,006
FE-Pellets-Importmix-2010	0,003
Eisen-DE-2010	0,009
Stahl-mix-DE-2010	1,312
Aluminium-DE-2010	0,717
Aluminium-Importe-mix-Welt-2010	4,157
Glas-flach-DE-2010	0,011
Mauerziegel-DE-2000	0,012
Ton-Ziegel (zur Dachdeckung)-DE-2000	0,006
Zement-Rohstoffe-DE-2010	0,001
Zement-DE-2010	0,010
Zement-Klinker-DE-2010	0,007
Gips/ Gipsplatte-DE-2010	0,012
Beton-DE-2010	0,002
Abbau Sand im Tagebau-DE-2010	0,0004