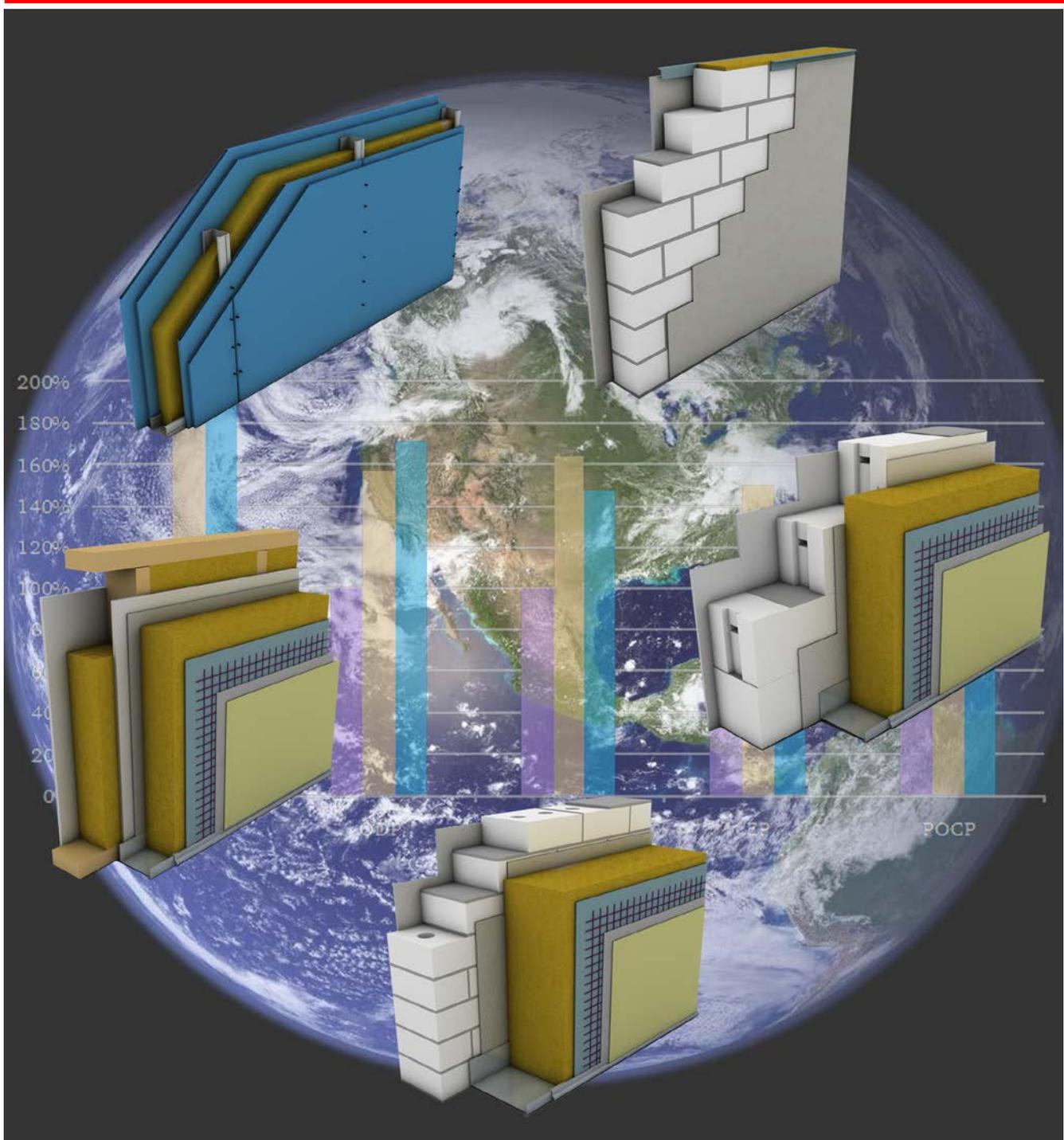


Vergleichende Ökobilanzbetrachtung und Lebenszyklusanalyse mit erweiterten Betrachtungen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Ökologische Potentialbetrachtung für Konstruktionen nichttragender
Innenwände und tragender Außenwände



Vorwort

Die Entscheidung für die Verwendung von Trockenbausystemen unterliegt bis heute vorrangig ökonomischen Kriterien. Doch werden vor dem Hintergrund der global anstehenden notwendigen ökologischen Veränderungen und angesichts einer abflachenden Baukonjunktur vermehrt auch ökologische Produkteigenschaften zu wichtigen Herausstellungsmerkmalen. Das gilt vor allem in einem zunehmend vom Wettbewerb verdichteten Markt. Problematisch dabei ist der Umstand, dass die Quantifizierung der ökologischen Merkmale seitens der Hersteller bis heute nicht hinreichend und eindeutig gewährleistet ist.

Vor diesem Hintergrund wurden im Auftrag des Baustoff- und Bauprodukteherstellers Saint-Gobain anhand einer gutachterlichen Studie nichttragende Innenwände und tragende Außenwände in Trocken- und Leichtbauweise mit Konstruktionen in massiver Bauweise hinsichtlich ihrer ökologischen Eigenschaften und Auswirkungen von der Versuchsanstalt für Holz- und Trockenbau und dem Institut für Tragwerksentwicklung und Bauphysik an der TU Darmstadt bewertet und verglichen. Bei den Bauteilen in Leichtbauweise wurden dabei Produkte der Hersteller Saint Gobain Rigips GmbH und Saint Gobain Isover G+H AG verwendet. Den unterschiedlichen Wandkonstruktionen in massiver Bauweise wurden marktrepräsentative Ausführungen in Kalksandstein und Porenbeton zu Grunde gelegt.

Zur Bewertung der ökologischen Auswirkungen der verschiedenen Bauweisen, die unter anderem durch die Verwendung natürlicher Ressourcen und der Abgabe von Emissionen während des gesamten Produktzyklus entstehen, wurde die Methode der Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040: 2009-11 sowie DIN EN ISO 14044: 2006-10 angewendet.

Die Studie gliedert sich in folgende Punkte: Der Einleitung folgt in Kapitel 1 eine Darstellung des Untersuchungsrahmens und der Zielsetzung dieser Studie. Hier wird die Vorgehensweise bzw. die Durchführung der Sachbilanzierung der zu bestimmenden Ökobilanz erläutert.

Kapitel 2 befasst sich mit den Bewertungen anderer Studien über vergleichende Bewertungen zur ökologischen Lebenszyklusanalyse sowie mit Datenbanken für vergleichbare Wandsysteme, welche teilweise als Referenz herangezogen wurden. Es wird aufgezeigt, aus welchen Gründen die in den Studien und Datenbanken dort ermittelten Umweltwirkungen auf die vorliegenden Wandaufbauten und Randbedingungen nicht übertragbar sind.

Die Phasen der Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung als wesentlicher Teil der Ökobilanzierung werden in Kapitel 3 dargestellt. Hier findet der Vergleich und die Auswertung hinsichtlich signifikanter Parameter mit anschließender Beurteilung der Sensitivität der Endergebnisse statt.

Die Zusammenfassung der Studie "Vergleichende Ökobilanz-Betrachtung und Lebenszyklusanalyse für Konstruktionen nichttragender Innenwände und tragender Außenwände" ist dem Kapitel 4 zu entnehmen.

Auf dieser Grundlage erfolgt in Kapitel 5 eine Hochrechnung des ökologischen Potentials der untersuchten Innen- und Außenwandkonstruktionen. Diese Hochrechnung wird anhand von Referenzgebäuden (Einfamilien-, Doppel- und Mehrfamilienhäuser) vorgenommen, welche mithilfe statistischer Auswertungen der Wohnungsneubauten im Jahre 2009 entwickelt wurden. Darauf aufbauend werden Szenarien von Marktanteilsverschiebungen definiert und ausgearbeitet. Weiterhin wird abgeschätzt, inwieweit die Marktanteilsverschiebungen die übergeordneten Ziele beeinflussen.

In den Kapitel 6 - 9 werden die wesentlichen Punkte der Studie zusammengefasst und eine Potentialbetrachtung hinsichtlich der untersuchten Umweltindikatoren für die in Kapitel 5 beschriebenen Haustypen erstellt.

Bei der abschließenden Betrachtung werden ausgehend von den errechneten Ergebnissen der Studie die Wirkungsgröße sowie die Daten, die in den Kapiteln eins bis neun ermittelt wurden, in leicht verständlichen Darstellungen illustriert und mit Assoziationsmustern aufbereitet (vgl. Kapitel 10).

Introduction

The decision for the use of dry construction systems is still primarily a matter of economic criteria. With the background of the global environmental changes needed, overlaid by developments of a flattening construction activity, it is no longer only the economic but also environmental features that are becoming important distinguishing features in a market with condensed competition. However, the quantification of such features on the part of the manufacturers has, by now, not been sufficiently and clearly guaranteed.

Against this background, Saint-Gobain, a manufacturer of building materials and construction products, had an expert study done to evaluate and compare non-bearing interior walls and load-bearing exterior walls in dry and light-weight design with structures in massive construction, with regard to their environmental properties and effects. Products of the manufacturers Rigips and ISOVER were used for the components in lightweight construction. Designs representative for the market in sand-lime brick and aerated concrete formed the evaluation basis for the various wall constructions built in massive design.

To assess the environmental aspects and their impact arising, inter alia, by the use of natural resources and due to emissions throughout the entire product cycle, the method of the ecological balancing according to DIN EN ISO 14040: 2009-11, as well as DIN EN ISO 14044: 2006-10 was applied.

The study starts out with the scope and the objective. These have been described after the introduction in the following chapter, which also defines the procedure for the implementation of the life cycle inventory analysis for the lifecycle assessment to be determined. Chapter Two deals with the status of the reviews of other studies carried out, as well as databases for similar wall systems, which in part have been used as references. It is shown that and for what reason the environmental impacts identified there are non-transferable to these wall structures and boundary conditions. Chapter Three shows the phases of the life cycle inventory analysis and impact assessment as an essential part of the eco-balancing. It includes the evaluation and comparative assessment with regard to significant parameters, with subsequent assessment of the sensitivity. The Summary is finally available in the fourth chapter.

In chapter five to nine, the results of the study are projected to reference buildings which have been developed due to statistic evaluations of new buildings in 2009 in order to show the ecological potential of the different wall structures.

Last but not least, the results of this considerations are summarized and compared with understandable references and illustrations in chapter ten.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Introduction	3
1 Untersuchungsrahmen und Ziel der Studie	7
1.1 Untersuchte Wandsysteme	7
1.2 Funktionseinheit	7
1.3 Systemgrenzen und Annahmen	9
1.4 Allokationsverfahren	12
1.5 Wahl der Wirkungskategorien	12
1.6 Datensammlung und Datenherkunft	13
1.7 Datenqualität und Datenvalidierung	13
1.8 Beurteilung der Ergebnisse hinsichtlich Vollständigkeit, Sensitivität und Konsistenz	14
1.9 Kritische Prüfung	15
2 Stand der Bewertung	16
2.1 Verbundprojekt: ÖkoPot	16
2.2 Datenbank www.Bauteilkatalog.ch	16
3 Durchgeführte Untersuchungen	17
3.1 Nichttragende Innenwand	19
3.1.1 Trocken- und Leichtbauweise Variante Rigips Montagewand	19
3.1.2 Massivbauweise Variante Kalksandstein	20
3.1.3 Materialübersichten Innenwand	21
3.2 Tragende Außenwand	22
3.2.1 Trocken- bzw. Leichtbauweise Variante Holz	22
3.2.2 Massivbauweise Variante Kalksandstein	23
3.2.3 Massivbauweise Variante Porenbeton	24
3.2.4 Materialübersichten Außenwand	25
3.2.5 Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U	27
3.3 Ökologischen Eigenschaften der untersuchten Wandsysteme	28
3.3.1 Zusammenstellung der Umweltindikatoren	28
3.3.2 Lebenserwartung für die nichttragende Innenwände	28
3.3.3 Lebenserwartung für die tragenden Außenwände	29
3.3.4 Auswertung der Ergebnisse für die nichttragenden Innenwände	41
3.3.5 Auswertung der Ergebnisse für die tragenden Außenwände	44
4 Zusammenfassung Ökobilanzbetrachtung	48
4.1 Summary	50
5 Ableitung ökologischer Potenziale auf übergeordnete Ziele	52
5.1 Ziel der Betrachtung und Grundlagen	53
5.2 Darstellung übergeordneter Ziele	53
5.3 Basisdaten der entwickelten Referenzgebäude	53
5.3.1 Basisdaten und Beurteilungsgrundlagen für Einfamilienhäuser	54
5.3.2 Basisdaten und Beurteilungsgrundlagen für Doppelhäuser	55

5.3.3	Basisdaten und Beurteilungsgrundlagen für Mehrfamilienhäuser	56
5.4	Hochrechnung ökologisches Potential	57
5.4.1	Grundlagen der betrachteten Wirkungskategorie	57
5.4.2	Basisdaten und Beurteilungsgrundlagen	58
5.4.3	Hochrechnung ökologisches Potential	61
5.5	Szenarien möglicher Marktanteilsverschiebungen	62
5.6	Einfluss der Marktanteilsverschiebung auf die übergeordneten Ziele	65
5.7	Zusammenfassung der Klimaschutzziele	66
	Argumentationskatalog	69
6.1	Ziel des Argumentationskataloges	69
6.2	Grundlagen der Studie	69
6.3	Grundlage Festlegung der Systemgrenzen	69
6.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	70
6.5	Kritische Fragestellungen - Argumentationskatalog	71
6.5.1	Einleitung	71
6.5.2	Funktionseinheiten	71
6.5.3	Systemgrenzen und Annahmen	72
6.5.4	Wahl der Wirkungskategorien	72
6.5.5	Datenqualität und Datenvalidierung	73
7	Potenzialbetrachtung für Einfamilienhäuser	74
7.1	Ziel der Betrachtung und Grundlagen	74
7.2	Basisdaten der Umweltindikatoren der nichttragenden Innenwände tragenden Außenwände	75
7.3	Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenz-Einfamilienhaus	76
7.3.1	Berechnung des Umweltindikators Primärenergie für das Referenz-EFH	76
7.3.2	Berechnung des Umweltindikators Treibhauspotential für das Referenz-EFH	78
7.3.3	Berechnung des Umweltindikators Ozonabbaupotential für das Referenz-EFH	79
7.3.4	Berechnung des Umweltindikators Versauerungspotential für das Referenz-EFH	80
7.3.5	Berechnung des Umweltindikators Eutrophierungspotential für das Referenz-EFH	81
7.3.6	Berechnung des Umweltindikators Oxidantienbildungspotential für das Referenz-EFH	82
8	Potenzialbetrachtung für Doppelhäuser	83
8.1	Ziel der Betrachtung und Grundlagen	83
8.2	Basisdaten der Umweltindikatoren der nichttragenden Innenwände tragenden Außenwände	84
8.3	Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenz-Doppelhaus	86
8.3.1	Berechnung des Umweltindikators Primärenergie für das Referenz-DH	86
8.3.2	Berechnung des Umweltindikators Treibhauspotential für das Referenz-DH	88
8.3.3	Berechnung des Umweltindikators Ozonabbaupotential für das Referenz-DH	89
8.3.4	Berechnung des Umweltindikators Versauerungspotential für das Referenz-DH	90
8.3.5	Berechnung des Umweltindikators Eutrophierungspotential für das Referenz-DH	91
8.3.6	Berechnung des Umweltindikators Oxidantienbildungspotential für das Referenz-DH	92
9	Potenzialbetrachtung für Mehrfamilienhäuser	92
9.1	Ziel der Betrachtung und Grundlagen	92
9.2	Basisdaten der Umweltindikatoren der nichttragenden Innenwände tragenden Außenwände	93
9.3	Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenz-Mehrfamilienhaus	94
9.3.1	Berechnung des Umweltindikators Primärenergie für das Referenz-MFH	94
9.3.2	Berechnung des Umweltindikators Treibhauspotential für das Referenz-MFH	96
9.3.3	Berechnung des Umweltindikators Ozonabbaupotential für das Referenz-MFH	97

9.3.4	Berechnung des Umweltindikators Versauerungspotential für das Referenz-MFH	98
9.3.5	Berechnung des Umweltindikators Eutrophierungspotential für das Referenz-MFH	99
9.3.6	Berechnung des Umweltindikators Oxidantienbildungspotential für das Referenz-MFH	100
10	Darstellung der Ergebnisse aus Kapitel 7 bis 9 in äquivalenten Kenngrößen für den Umweltindikator Treibhauspotential	101
10.1	Ziel der Betrachtung und Grundlagen	101
10.2	Beispiel 1: CO ₂ -äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“	102
10.3	Beispiel 2: CO ₂ -äquivalente Kenngröße „Waldfläche“	107
10.4	Beispiel 3: CO ₂ -äquivalente Kenngröße „Fußballfelder“	108
10.5	Beispiel 4: CO ₂ -äquivalente Kenngröße „Flugstrecke“	109
10.6	Beispiel 5: CO ₂ -äquivalente Kenngröße „Fahrstrecke“	113
10.7	Beispiel 6: CO ₂ -äquivalente Kenngröße „Meschenmasse“	115
11	Zusammenfassung der erweiterten Betrachtungen	116
12	Anhang zur vergleichenden Ökobilanzbetrachtung	117
	Auszüge aus Datenblättern der Datenbank Ökobau.dat	118
	Auszüge aus Produkt- und Umweltdeklarationen	141
	Critical Review der ETH Zürich	157
13	Abbildungsverzeichnis	164
14	Tabellenverzeichnis	166
15	Abkürzungsverzeichnis	170
16	Literaturverzeichnis	171

1 Untersuchungsrahmen und Ziel der Studie

Für die Auftraggeber dieser Untersuchung – die Saint-Gobain Rigips GmbH sowie die Saint-Gobain Isover G+H AG – wurden zur Quantifizierung ökologischer Produkteigenschaften wissenschaftlich belegte Ökobilanzdaten unter Verwendung einer unvoreingenommenen und neutralen Vorgehensweise gemäss den Leitlinien des DGNB sowie des Leitfadens Nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ermittelt, verglichen und bewertet. Dabei wurden positive als auch nachteilige Eigenschaften aller untersuchten Wandsysteme betrachtet und vergleichende Aussagen zu den Umweltwirkungen der Trocken- und Massivbauweise gemacht.

Durch diese Studie sollen Bauherren und Entscheider in Projektentwicklungsgesellschaften und Baufirmen angesprochen werden, die maßgeblich an der Wahl der Bauweise beteiligt sind. Ziel der Studie ist es zudem, Herstellern neben einer ökonomischen auch eine ökologische Quantifizierung zu bieten, welche zu wichtigen Herausstellungsmerkmalen in einem zunehmend vom Wettbewerb verdichteten Markt werden.

1.1 Untersuchte Wandsysteme

Es wurden verschiedene Wandsysteme für den Innen- und Außenbereich in Trocken- sowie Massivbauweise untersucht.

Für die **nichttragende Innenwand** wurde die *Metallständerwand System 3.45.05* von Rigips mit einer Wanddicke von 125 mm und eine massive *Kalksandsteinwand* mit der Dicke von 115 mm (zuzüglich Putz) verglichen und bewertet. Angaben zur Feuerwiderstandsdauer sowie dem Schallschutz sind in Kapitel 1.2, detaillierte Angaben zum Wandaufbau in Kapitel 3.1 angegeben.

Für die **tragenden Außenwände** wurden verschiedene Systeme mit außenliegendem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) betrachtet. Eine *Holzständerwand* mit einer Dicke von 140 mm zuzüglich der Beplankung wurde mit Außenwandaufbauten aus *Kalksandstein* sowie *Porenbeton* mit Dicken von jeweils 240 mm verglichen. Der genaue Wandaufbau ist Kapitel 3.2 zu entnehmen. Für das WDVS wurde Mineralwolle von Isover verwendet. Die ebenfalls für das WDVS vorgesehenen Bauprodukte von Saint-Gobain Weber GmbH schieden wegen noch nicht vorliegender Umweltdeklarationen aus (vgl. hierzu Erläuterungen in Kapitel 1.3). Die Dämmdicken des WDVS wurden dabei so festgelegt, dass für alle Wandsysteme näherungsweise ein identischer Wärmedurchgangskoeffizient U erzielt wird. Die Berechnung hierzu findet sich in Abschnitt 3.2.5 „3.2.5 Ermittlung des **Wärmedurchgangskoeffizienten U** “.

1.2 Funktionseinheit

Für die Wahl der Wandaufbauten wurden funktionelle Aspekte zugrunde gelegt und beinhalten somit eine entsprechende Idealisierung.

Der **nichttragenden Innenwand** wird primär die Funktion als Raumteiler zugewiesen. Sie erfüllt mit einer Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten (F 90) sowohl brandschutztechnische Anforderungen als auch Belange des Schallschutzes.

Die *Kalksandsteinwand* weist mit einem bewerteten Schalldämmmaß von $R'_{w,R}=45\text{dB}^1$ einen normalen, die *Metallständerwand* Typ 3.45.05 von Rigips mit $R'_{w,R}=50\text{dB}^2$ einen erhöhten Schallschutz auf.

Die **tragende Außenwand** erfüllt in ihrer technischen Funktion Belange des Wärmeschutzes (vgl. Kapitel 3.2.5 „3.2.5 Ermittlung des **Wärmedurchgangskoeffizienten U** “). Aus den Landesbauordnungen, z.B. der

¹ DIN-4109:1989-11, Beiblatt 1, Tabelle 5.

² DIN-4109:1989-11, Beiblatt 1, Abschnitt 5.4 „Rechnerische Ermittlung des resultierenden Schalldämm-Maßes $R'_{w,R}$ “, Gleichung (7) und (8).

Ausgegangen wurde hierbei von $R_{w,R}=56\text{dB}$ und einem Flächengewicht der flankierenden Bauteile von 300kg/m^2

Hessischen Bauordnung (HBO)³, ergeben sich für tragende Außenwände Bauteil- und Baustoffanforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsfähigkeit. Für Gebäude mit einer Höhe von bis zu 7 m ist eine Feuerwiderstandsklasse F 30-B vorgeschrieben. Bei höheren Gebäuden, welche den Gebäudeklassen 4⁴ zugeordnet werden, müssen die tragenden Geschosswände gemäß HBO die Feuerwiderstandsklasse F 60-A oder F 90-BA, für die Gebäudeklasse 5⁵ F 90-A aufweisen.

Ohne besondere Maßnahmen ist die hier untersuchte *Holzständerwand* damit auf Bauwerkshöhen von bis zu 7 m beschränkt, da sie eine Feuerwiderstandsdauer von F 30-B⁶ hat. Durch das Aufbringen einer zweiten, innenliegenden Beplankung Rigidur H 12,5 würde sich eine erhöhte Feuerwiderstandsdauer von F 60-B⁷ ergeben. Dies stellt durch die Verwendung von brennbaren Baustoffen eine Abweichung zu den baurechtlichen Regelungen dar⁸ und bedarf somit weiterer Maßnahmen⁹.

Die Massivwände aus *Kalksandstein* und *Porenbeton* sind in die Feuerwiderstandsklasse F 90-A¹⁰ einzuordnen.

Bei beiden Wandsystemen wurde jeweils ein Wandausschnitt mit den Abmessungen B/H = 6,0/3,0 m einer beliebig langen Wand betrachtet. Anschlüsse für seitlich angrenzende Bauteile wurden nicht berücksichtigt, Befestigungskonstruktionen für den Decken- und Sohlanschluss hingegen schon.

Oftmals wird bei Untersuchungen zur Ressourcenintensität als funktionale Einheit eine Fläche von 1 m² betrachtet. Diese Funktionseinheit liefert jedoch nur in begrenzten Bereichen hinreichend prüffähige Ergebnisse der einzelnen Wirkstoffgrößen. In der vorliegenden Studie wurde die Funktionseinheit auf eine Wandfläche von 18 m² festgelegt. Die gewählte Funktionseinheit von 18 m² begründet sich in dem vertikal wie horizontal inhomogenen Wandaufbau.

Bei homogenen Konstruktionen, die einen regelmäßigen Aufbau in ihrer Schichtung aufweisen sowie geringe konstruktive Störungen durch die Anschlussbereiche haben, kann eine funktionale Einheit, bezogen auf 1 m² zugrunde gelegt werden. Bei den betrachteten hybriden Ständerwandkonstruktionen, bei denen a) der Ständerabstand, b) die Anzahl der Verbindungsmittel, c) der Einfluss der Anschlussausbildung an Boden, Decke sowie der seitlichen Wände Einfluss auf die Wirkbilanz nehmen, wurde eine repräsentative Wandfeldfläche A_{rep} von 18 m² zugrunde gelegt. Damit werden die Einflussgrößen, die sich aus den Anschlussausbildungen ergeben, hinreichend genau und vor allem nachvollziehbar erfasst. Eine Rückrechnung auf die Funktionseinheit von 1 m² ist mit den errechneten Daten möglich, jedoch führt dieses "Verschmieren" der besonderen konstruktiven Einflussgrößen der bauweisenimmanenten Anschlussausbildung dazu, dass die getroffenen Annahmen nicht mehr prüffähig sind.

Für die untersuchten Leichtbauwände, mit den Wandständerachsen in einem Abstand von 625 mm in horizontaler Richtung, wurde als Bezugsgröße (Funktionseinheit) ein Wandfeld von B/H = 6,0 m/3,0 m als repräsentative Fläche A_{rep} gewählt. Um die Vergleichbarkeit mit den Massivwänden zu gewährleisten, wurde der obere und untere Anschluss einbezogen. Die Wandhöhe von 3,0 m stellt dabei eine mittlere Höhe zwischen den gängigen Geschosshöhen von bis zu 2,75 m für den Wohnungsbau und 3,5 m für Bürogebäude dar. Eine Rückrechnung auf eine Funktionseinheit von 1 m² ist bei Verlust der Informationsdichte mit den ermittelten Daten möglich.

³ Hessische Bauordnung in der Fassung vom 18.06.2002

⁴ Gemäß HBO 2002-06-18: Gebäudehöhen bis zu 13 m mit Nutzungseinheiten von jeweils nicht mehr als 400 m² je Geschoss

⁵ Gemäß HBO 2002-06-18: Sonstige Gebäude bis zu 22 m Höhe

⁶ Siehe DIN-4102-4:1994-03 Tabelle 51

⁷ Für die Außenseite ergibt sich bei Berücksichtigung des WDVS einschließlich der Dämmung mit der Dicke 140 mm sowie der Baustoffklasse A1 eine Feuerwiderstandsdauer F 90-B

⁸ Siehe hierzu die jeweiligen Landesbauordnungen. Die Bayerische Bauordnung (BayBo) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2007 definiert beispielsweise für tragende Außenwände der Gebäudeklasse 4 die Anforderung „hochfeuerhemmend“ (F 60), vgl. auch Art. 24 „Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“

⁹ Siehe beispielsweise „Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise – M-HFHolzR (Fassung Juli 2004)“

¹⁰ siehe DIN-4102-4:1994-03 Tabelle 39

Für alle Bauteile wurde eine Lebensdauer definiert. Geht die Nutzungsdauer über diese Lebensdauer hinaus, müssen diese Bauteile im Rahmen der Erneuerung ausgetauscht werden.

Für die **nichttragenden Innenwände** wird eine Nutzungsdauer von 30 Jahren zugrunde gelegt. Abweichend von den sonst üblichen 50 Jahren wird dieser Ansatz gewählt, da im Zuge zunehmender Flexibilisierung ein frühzeitiger Austausch zu erwarten ist. Gründe hierfür können technischen oder gestalterischen Aspekten geschuldet sein. Wie der nachfolgenden Auswertung in Kapitel 3.3 zu entnehmen, zeigt sich zudem, dass die Ökobilanz auch bei einer Nutzungsdauer von 50 Jahren nur marginale Unterschiede aufweisen würde. Dies liegt an der langen Lebenserwartung der verwendeten Produkte von mindestens 50 Jahren, welche bis auf die Anschlussdichtung größer oder gleich der Nutzungsdauer ist.

Bei den **tragenden Außenwänden** und unter Berücksichtigung der Langlebigkeit von Gebäuden sowie der verwendeten Baustoffe wie Kalksandstein (100-150 Jahre) und Porenbeton (80-120 Jahre) wurde hier, um dies einzubeziehen, anstelle der normalerweise verwendeten 50 Jahre eine Nutzungsdauer von 80 Jahren zugrunde gelegt. Durch den nur anteiligen Ansatz des Energieaufwands respektive der Wirkgrößen für den Erneuerungszyklus hat der Ansatz der Lebensdauer zudem keinen nennenswerten Einfluss auf die Kernaussage der vergleichenden Studie. Eine Erläuterung zur anteiligen Berücksichtigung der Umweltindikatoren wird im letzten Absatz dieses Kapitels gegeben.

Angaben zur Lebenserwartung sind im Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ vom Januar 2001 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen enthalten. In dieser Studie wurden jedoch die neueren Daten der Zwischenauswertung zur Überarbeitung der Nutzungsdauerangaben für den Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ verwendet. Es wurde dabei von den dort angegebenen Mittelwerten der Lebenserwartungsspanne ausgegangen.

Bei Wandsystemen wie dem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) oder der beplankten Holzständerwand mit Gefachdämmung wurde für die innenliegende Wärmedämmung zumindest die gleiche Lebensdauer zugrunde gelegt wie bei den umgebenden Baustoffen. Dieser Ansatz wird auch durch die Angaben der Umweltdeklarationen „Unkaschierte Glaswolle-Platten und -Filze“¹¹ bestätigt, welche den Isover-Mineralwolle-Dämmstoffen eine Nutzungsdauer in der Größenordnung des jeweiligen Bauteils bzw. Gebäudes bescheinigt.

Für den Erneuerungszyklus wurde in der Sachbilanz wie folgt vorgegangen:

Bei der Erstaufstellung wurde für jedes Bauteil der volle Wert der Umweltindikatoren angesetzt, eine Rückrechnung von beispielsweise 100 Jahren Lebenserwartung auf eine Nutzungsdauer von 30 Jahren fand demnach nicht statt. Für den Erneuerungszyklus nach dem Ende der ersten Lebensdauer wurden die Primärenergieaufwände sowie Wirkgrößen anteilig angesetzt. Bei einer verbleibenden weiteren Nutzungsdauer von beispielsweise 10 Jahren und einer Lebenserwartung des Produkts von 40 Jahren entspricht dies 25 Prozent. Diese Vorgehensweise des anteiligen Ansatzes wurde analog auch bei den Transporten sowie dem Ansatz zum Lebensende („end-of-life“) angewendet.

1.3 Systemgrenzen und Annahmen

Als **Systemgrenze** wurde ein umfassender Ansatz gewählt, welcher die Herstellung inklusive sämtlicher Vorketten (Energiegewinnung, Rohstofftransporte, eigentliche Herstellung) sowie den Transport vom Werk zur Baustelle erfasst. Weiterhin ist, sofern als Folge einer kürzeren Lebensdauer im Vergleich zur Nutzungsdauer erforderlich, auch die Erneuerung berücksichtigt. Für den end-of-life sind der Transport vom Objekt zur Deponie, Müllverbrennungsanlage oder dem entsprechenden Werk zur Weiterverarbeitung einbezogen, ebenso wie die eigentliche Entsorgung oder Nachnutzung am end-of-life. In dieser Studie wurde eine Deponierung als Bauschutt vorausgesetzt, sofern ein Recycling des Baustoffes nicht möglich ist oder praktisch nicht durchgeführt wird (vgl. hierzu auch die nachfolgenden Ausführungen).

Für die Ermittlung des **Ressourcenverbrauchs** sowie der Wirkgrößen wurden die spezifischen Daten der einzelnen Baustoffe und Produkte den Umweltdeklarationen des jeweiligen Herstellers entnommen. Sonstige

¹¹ Vgl. ebd., Seite 8, „Beständigkeit Nutzungszustand“

notwendige Umweltindikatoren finden sich teilweise in der Datenbank Ökobau.dat des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (siehe auch www.nachhaltigesbauen.de). Diese wurde durch den Forschungsnehmer PE International GmbH mit Unterstützung der Deutschen Baustoffindustrie entwickelt und ist auszugsweise in der Anlage Kapitel 11 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** enthalten. Welche Datensätze den einzelnen Wandbaustoffen zugrunde liegen, ist aus den Tabellen zur Ökobilanzierung in Kapitel 3.3 ersichtlich.

Der **Energieaufwand** für den Einsatz verschiedener elektrischer Geräte zum Einbau der jeweiligen Materialien wurde bei der Betrachtung ebenfalls vereinfachend nicht berücksichtigt, da dieser bei den vorliegenden Rahmenbedingungen als geringfügig und ohne Einfluss auf die Kernaussage dieser Studie einzustufen ist.

Zur Betrachtung der **Lebensdauer** der Baustoffe wurden beim *Wärmedämmstoffverbundsystem (WDVS)* wegen der derzeit noch nicht bereitliegenden Umweltdeklarationen von Weber die Daten ersatzweise aus der Ökobau.dat entnommen. In dem dort hinterlegten Datensatz sind die einzelnen Systemkomponenten exklusive der Dämmung zusammengefasst. Somit entfällt eine separate Betrachtung für die einzelnen Baustoffe. Für das WDVS wurde, unabhängig von Abweichungen einzelner Systemkomponenten¹², eine einheitliche Lebensdauer von 40 Jahren zugrunde gelegt. Aufgrund der einheitlichen Anwendung dieser Vorgehensweise bei allen drei Wandsystemen beeinflusst diese Simplifizierung die Ergebnisse der vergleichenden Studie nicht¹³. Bei der Ermittlung der Sachbilanz für das Wärmedämmverbundsystem der Außenwand wurden die Dübel (ca. 3 Stck./m²) bei Anwendung des Abschneidekriteriums wegen Geringfügigkeit nicht erfasst.

Die Annahme der Lebensdauer des gewählten Wärmedämmverbundsystems von 40 Jahren wurde auf Grundlage vorliegender Langzeituntersuchungen und Studien über das Dauerstandsverhalten von Wärmedämmverbundsystemen gewählt. Dabei handelt es sich um eine realistische Einschätzung des Lebensdauerverhaltens, wie dies die Anwendung in der Praxis widerspiegelt. Die zugrunde gelegten Lebensdauerzyklen des verwendeten Wärmedämmverbundsystems von 40 Jahren können damit für die Betrachtungen der Studie und deren Zielsetzung als belastbar angesehen werden. Dies belegen folgende Grundlagen.

- a) Im Rahmen des Zulassungsverfahrens und der normativen Eingruppierung von Wärmedämmverbundsystemen in Deutschland muss eine Lebensdauer von mind. 50 Jahren im Rahmen von Langzeituntersuchungen und Schnellalterungstests nachgewiesen werden. Diese sind Voraussetzung für die Erteilung einer „Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung“ durch das Deutsche Institut für Bautechnik, Berlin.
- b) Sämtliche der zwölf vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik 2004 auf ihr Alterungsverhalten untersuchten WDVS-Systeme waren praktisch ohne Mängel. Sieben der dort untersuchten Systeme wiesen zum Untersuchungszeitpunkt bereits ein Alter von 34 Jahren auf. Weiterhin ergeben sich keine Indikatoren für einen progressiven Alterungsprozess von Wärmedämmverbundsystemen (vgl. IBP-Mitteilung Nr. 461 des Fraunhofer Instituts für Bauphysikwaren von 2004 „Langzeitverhalten von Wärmedämmverbundsystemen“).
- c) Der gewählte Ansatz von 40 Jahren wird durch Angaben zur Mindestlebensdauer und den Erneuerungszyklen in dem „Leitfadens für nachhaltiges Bauen“ des BMVBS¹⁴ für folgende Bestandteile des WDVS bestätigt:

- Steinwolle ID 94	30-60 Jahre, Mittel 40 Jahre
- Oberputz ID 168	25-45 Jahre, Mittel 30 Jahre
- Aluminium-Profil ID 371	30-50 Jahre, Mittel 40 Jahre

Durch die weiterentwickelte Qualität heutiger WDVS-Systeme kann davon ausgegangen werden, dass bei der heute gegebenen geringeren Schadstoffbelastung der Umwelt die Lebensdauer weiter steigt.
- d) Die fiskalische Bewertung von Wärmedämmverbundsystem erfordert einen Abschreibungszeitraum von 50 Jahren.

¹² Vgl. Tabelle *Lebenserwartung für die tragende Außenwand als Holzständerkonstruktion, mit Kalksandstein und Porenbeton*, Seite 28

¹³ Siehe auch Ausführungen in Kapitel 3.3.1, Seite 27

¹⁴ Zwischenauswertung 01.09.2008 zur Überarbeitung der Nutzungsdauerangaben für den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des BMVBS

Der Ansatz der Umweltindikatoren zum **Transport** beinhaltet systembedingte Ungenauigkeiten, da sowohl bei der Herstellung, als auch beim „end-of-life“-Ansatz die Erzeugerwerkdichte sowie die Dichte der weiterverarbeitenden Betriebe unberücksichtigt blieb. Vor diesem Hintergrund besteht hier weiterer Untersuchungsbedarf zur Ermittlung von mittleren Transportentfernungen für die verwendeten Produkte. Beim Transport vom Werk zur Baustelle sowie beim Recycling oder der thermischen Verwertung wird von einer mittleren Transportstrecke einschließlich An- und Abfahrt von 300 km für alle Bauprodukte ausgegangen. Näherungsweise wird dabei jeweils ein LKW mit einem zulässigen Gesamtgewicht von 22 Tonnen beziehungsweise einer zulässigen Nutzlast von 14,5 Tonnen zugrunde gelegt. Es wird eine Auslastung von 85 Prozent angenommen und der energetische Aufwand sowie die Wirkgrößen auf Basis der jeweiligen Masse der einzelnen Bauprodukte ermittelt. Für den Weg zur Deponierung wird generell von einer mittleren Transportstrecke (An- und Abfahrt) von 100 km ausgegangen. Man vergleiche hierzu auch die adäquate Angabe in der Umweltdeklaration „Gipsprodukte“¹⁵.

Die Erfassung des Transportaufwands der *Wärmedämmstoffverbundsysteme*, sprich Steinwollgedämmplatten wie dem Produkt *Isover Sillatherm*, ist in Abhängigkeit der Masse hinreichend genau. Für Zwischensparren-Klemmfilze wie dem Produkt *Integra ZKF 1-032*, welches fünffach komprimiert wird, ist ein Ansatz in Abhängigkeit des Volumens zu wählen. Bei einer Dämmstoffdicke von 140 mm ergibt sich für dieses Bauprodukt je Palette¹⁶ ein Flächenverbrauch von 76,5 m² und somit ein Volumen von 10,7m³. Bei Berücksichtigung von 24 Paletten je Vollzug resultiert daraus eine Tonnage von 7,71¹⁷ je Transport. Für die Filzprodukte wäre demnach der energetische Aufwand sowie die zugehörigen Wirkgrößen des zugrunde gelegten LKW für den Transport vom Werk zur Baustelle um den Faktor 0,63¹⁸ zu reduzieren. Wegen des geringen Gewichts der Gefachdämmung konnte jedoch auf eine genaue Berücksichtigung verzichtet werden, da der Unterschied vernachlässigbar klein ist und damit unter das Abschneidekriterium¹⁹ fällt.

Für den Transport der *Metallständerprofile UW 75* sowie *CW 75* liegt der massenabhängige Ansatz leicht auf der sicheren Seite. Bei sortenreiner LKW-Beladung haben diese Profile ein Gewicht von 16,1 bzw. 18,4 Tonnen²⁰. Die zugrunde gelegte LKW-Nutzlast ist mit 14,5 Tonnen etwas kleiner, bei den verwendeten kleinen Mengen der Metallständerprofile jedoch hinreichend genau.

Für *Porenbetonprodukte* besteht prinzipiell die Möglichkeit zur Weiterverarbeitung in Sekundärprodukte wie Ölbindemittel, Schüttungen auf Granulatbasis oder Zuschlag für die Herstellung des Porenbetonsteins. Hierzu muss der Stein entsprechend zermahlen werden. Die Zurücknahme von Porenbeton aus Abrissgut als Zuschlag für die neue Steinproduktion oder für Schüttungen im häuslichen Bereich wird wegen fehlender Sortenreinheit jedoch praktisch nicht durchgeführt. Für Schüttungen im häuslichen Bereich können generell keine Abrissprodukte verwendet werden, da hier auch die hygienischen Anforderungen Beachtung finden müssen. Demnach wird in der nachfolgenden Studie der Porenbeton in Gänze als Bauschutt der Deponie zugeführt. Die Deponierung des Abrissguts erfolgt nach Aussagen von Porenbetonherstellern praktisch in der Regel auf Sondermülldeponien. Angaben zum Auslagverhalten und zur Beurteilung des Umwelteinflusses in der Umweltdeklaration „Ytong-Porenbeton“ (vgl. Kapitel 11) besagen, dass sämtliche Kriterien für die Deponierung gemäß Klasse 1 der TA Siedlungsabfall erfüllt werden.

Analog zum Porenbeton ist es zumindest derzeit nicht möglich, zerkleinertes *Kalksandstein*-Abrissgut der Produktion von KS-Steinen zuzuführen. Hier können nur Schnittabfälle Verwendung finden, da die Sortenreinheit des Materials notwendig ist. Klein gemahlener Kalksandstein kann unter anderem im Erdbau als Befestigungsmaterial oder als mineralischer Baustoff für Tragschichten im Straßenbau eingesetzt werden. Er verfügt über die Güteklasse RC1 (Recycling-Baustoffe). Es ist derzeitige Praxis, Kalksandstein-Abrissgut zu deponieren, da sich das Sortieren in der Regel nicht wirtschaftlich gestalten lässt. Ein wesentlicher Faktor hierbei sind das energieintensive Brechen des gehärteten Kalksandstein sowie der dann erforderliche höhere Bindemittelanteil bei Verwendung des sortierten Abbruchmaterials. Darüber, welcher Anteil des Abrissgutes

¹⁵ Seite 13 „Abfallentsorgung“

¹⁶ Siehe Isover-Preislisten-Ergänzungsblatt Integra ZKF 1-032

¹⁷ Für ein Gesamtvolumen von 257m³ bei 24 Paletten und einer Dämmstoffwichte von 30kg/m³

¹⁸ 7,71 to/(14,5 to x 85 Prozent)

¹⁹ Stoffanteile mit weniger als einem Prozent fallen unter das sog. „Abschneidekriterium“ und werden aufgrund ihres geringen Anteils vernachlässigt

²⁰ Angabe des Produktherstellers Rigips

einem Recycling zugeführt werden kann und baupraktisch wird, liegen derzeit noch keine verwendbaren Daten vor. In dieser Studie wurden demzufolge auch Kalksandsteine vollständig als Bauschutt der Deponie zugeführt.

Am end-of-life können *Gipsprodukte* in Recyclinganlagen für Gipsbaustoffe wieder aufbereitet und bei der Herstellung von neuen Gipsprodukten verwendet werden (vgl. hierzu auch Angaben zur „Ökobilanz Recycling“ in der Umweltdeklaration „Gipsprodukte“). Die Umweltindikatoren der Gipsprodukte beinhalten bereits den entsprechenden Anteil an Rezyklat, welcher jedoch derzeit gegenüber dem Rohgipsanteil noch gering ist. Da der Anteil an Gipsprodukten, der dem Recycling zugeführt wird, nicht erhoben ist, wurde in dieser Studie die Annahme getroffen, dass auch die Gipsprodukte vollständig auf der Deponie entsorgt werden.

Für das *Holz* wird die thermische Verwertung in Form von Verbrennung in einer Müllverbrennungsanlage (MVA) berücksichtigt. Es findet somit keine Verrottung oder Deponierung statt. Die Wirkgrößen wurden dabei der Ökobau.dat entnommen und beziehen sich auf eine mittlere Rohdichte von 529 kg/m³. Der dort hinterlegte Datensatz zur Bilanzierung vom Rohstoffabbau bis zum fertigen Produkt („cradle to gate“) beinhaltet bereits die CO₂-Aufnahme bei der Holzentstehung im Wald.

Bei den *mineralischen Dämmprodukten* gibt es verschiedene Ansätze für den „end-of-life“. Diese hängen in wesentlichem Maße von der Art der Verwendung ab. Prinzipiell ist ein Recycling durch Einschmelzen des Rohstoffes möglich, z.B. für Produktionsabfälle oder Glaswollfilz-Abbrissgut aus Trennwänden und Steildächern. Die dort eingebauten Produkte sind in der Regel sortenrein und können unverschmutzt rückgebaut werden. Alternativ sind Dämmmaterialien als Zuschlagstoffe bei der Ziegelporosierung verwendbar. Wegen der großen Volumina fehlt nach heutigem Stand jedoch ein funktionales Logistikverfahren, um die Dämmstoffe zu den weiterverarbeitenden Werken zu transportieren. Insbesondere bei Wärmedämmverbundsystemen und vergleichbaren Anwendungen ist momentan nur eine Deponierung möglich. Produkte aus Mineralfaser, welche vor 1993 produziert wurden, sind dabei der Deponieklasse 3 zugehörig. Aus vorgenannten Gründen und wegen fehlender belastbarer Daten zum Anteil des tatsächlich recycelten Abfallguts wurde in dieser Untersuchung für Dämmmaterialien ebenfalls die Deponierung zugrunde gelegt.

1.4 Allokationsverfahren

In Sachbilanzen ist es notwendig, grundlegende Prozesse innerhalb eines Produktsystems, die Energie- und Materialflüsse enthalten, miteinander zu verbinden. Bei der industriellen Herstellung entstehen Produkte aus Zwischenprodukten oder Rohmaterialien, die durch Recycling aus ausrangierten Produkten gewonnen werden. Die Zuweisung von verwendeten Materialien und Energieflüssen zu Produkten ist in den verwendeten Umweltdeklarationen beziehungsweise Datensätzen der Ökobau.dat hinterlegt.

1.5 Wahl der Wirkungskategorien

Daten der Sachbilanz, die während des Produktlebenszyklus erhoben wurden, stellen die Basis für die Wirkungsabschätzung dar. Die Zuordnung der Sachbilanzergebnisse zu den Wirkungsindikatoren sowie deren Werteberechnung wurde in den Umwelt-Produktdeklarationen sowie der verwendeten Datenbank Ökobau.dat vorgenommen.

Folgende, allgemein anerkannte ökologische Parameter wurden betrachtet:

- Treibhauspotential (GWP 100) in [kg CO₂ - Äquivalent]
- Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent]
- Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO₂ - Äquivalent]
- Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO₄- Äquivalent]
- Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C₂H₄ - Äquivalent]

Die Auswahl der Kategorien stellt natürlich einen Ausschnitt der viel umfangreicheren Faktoren ökologischer Auswirkungen dar, wie sie als gängige Schablone bei der Betrachtung von Ökobilanzen angewendet wird. Die einzelnen Wirkungskategorien wurden dabei untereinander nicht gewichtet sondern getrennt bewertet. In der öffentlichen Diskussion sowie der Literatur steht neben dem Primärenergiebedarf, unterteilt in erneuerbar (PE)

und fossil bzw. nicht erneuerbar (PE ne), insbesondere das Treibhauspotential (GWP 100) im Fokus des Interesses.

1.6 Datensammlung und Datenherkunft

Für das Produkt „Rigips Die Blaue RF“, das bei der Metallständerwand 3.45.05 von Rigips zur Anwendung kommt, liegt keine explizit zugehörige Umweltdeklaration vor. Bei der nachfolgenden Ökobilanzierung kam deshalb die Produktdeklaration „Gipsprodukte“ der Forschungsvereinigung der Gipsindustrie e.V. zur Anwendung, in der die nahezu baugleichen „Feuerschutzplatten“ bilanziert sind. Der Transfer der dort angegebenen Umweltindikatoren auf das Bauprodukt „Rigips Die Blaue RF“ ist zulässig und hinreichend genau, da der energetische Aufwand zur Gewinnung der Rohstoffe sowie für den Herstellprozess bei beiden Platten nahezu identisch ist (vgl. hierzu auch folgende, detaillierte Angabe zur energetischen Betrachtung).

Bei der Produktion dieses Plattentyps wird der Rohgips zum Teil durch Additive wie Kalkstein und Ton ersetzt²¹. Weiterhin erhöht sich das Flächengewicht gegenüber einer Feuerschutzplatte von ca. 10,5 auf 11,0 kg/m². Gemäß Angabe des „Bundesverbandes der Gipsindustrie Gips e. V.“ ergibt sich der wesentliche Energieverbrauch jedoch aus der Kalzinierung des Gipses sowie der Herstellung des Kartons und nicht aus der Verarbeitung der zugegebenen Additive. Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass die Umwelt-Wirkgrößen bei dem Plattentyp „Rigips Die Blaue RF“ nicht größer sind, als bei einer üblichen Feuerschutzplatte.

Gemäß Angaben der Produktion von Rigips wird bei der Herstellung die wesentliche Energie während des Trockenvorgang aufgewendet, was durch die notwendig hohen Temperaturen des Trocknens im Zuge Wasserverdampfung bedingt ist. Trotz der geringfügig größeren Masse erhält „Rigips Die Blaue RF“ mit 12,5 mm aufgrund der verwendeten Additive einen geringeren Wasserzusatz von nur 3,478 kg/m² und damit ca. 10 Prozent weniger als bei der normalen Feuerschutzplatte mit 3,85 kg/m². Demzufolge ist die zu verdampfende Wassermenge bei dem Plattentyp „Rigips Die Blaue RF“ etwas geringer und der Herstellungsprozess damit energetisch günstiger. Die mit der Beimengung der Additive verbundene Reduzierung der Bandgeschwindigkeit hat zwar eine wirtschaftliche, aber keine energetische Bedeutung.

Die übrigen Produkt-Umweltdeklarationen sind nach DIN EN ISO 14025 erstellt und beinhalten die jeweiligen Umweltindikatoren vom Rohstoffabbau bis zum fertigen Produkt. Andere, dort nicht hinterlegte notwendige Angaben zum Primärenergieverbrauch sowie zu den Wirkgrößen wurden der Datenbank Ökobau.dat des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung entnommen (vgl. auch www.nachhaltigesbauen.de). Datensätze, die nicht durch ein unabhängiges Review bestätigt sind, erhalten einen Sicherheitsaufschlag von 10 Prozent. Dies betrifft teilweise Umweltindikatoren der Ökobau.dat.

Baustoffe, deren Anteil an den jeweiligen Umweltwirkungen des gesamten Bauteils weniger als 1 % beträgt, werden wegen Geringfügigkeit vernachlässigt und in der Sachbilanz nicht explizit aufgeführt. Dieses Abschneidekriterium wird beispielsweise bei den Schnellbauschrauben angewendet, welche aus spezialbehandeltem schwarz phosphatiertem Stahl bestehen. Der Stahlanteil wurde dabei anhand des Datensatzes „7.4 Befestigungsmittel/Schrauben Edelstahl“ der Ökobau.dat voll erfasst, der Phosphatanteil aufgrund seines vernachlässigbaren Anteils an den Umweltindikatoren abgeschnitten. Gleiches gilt für die Metallspreizdübel (M6 x 35) aus Stahl mit Alu-Zink-Beschichtung. Die Beschichtung fällt hier ebenfalls unter das Abschneidekriterium. Bei der Holzständer-Außenwand wurde mit der Dampfbremse ebenso verfahren.

1.7 Datenqualität und Datenvalidierung

Die verwendeten Daten der Industriepartner sind entsprechend der DIN EN ISO 14025 erstellt und somit im Rahmen eines „Critical Review“ validiert. Die Daten der Ökobau.dat des anerkannten Forschungsnehmers PE International GmbH, die nicht geprüft sind, enthalten den entsprechenden Sicherheitszuschlag von 10%.

Dieser Aufschlag begründet sich politisch und wurde am „Runden Tisch“ unter den beteiligten Parteien wie dem BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), dem BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung), dem Forschungsnehmer PE-International sowie verschiedenen Bundesverbänden

²¹ Genauere Angaben zum Anteil dieser Stoffe liegen dem Institut für Tragwerksentwicklung & Bauphysik vor

der Baustoffindustrie vereinbart. Damit wurde ein Mittelwert für alle Baustoffe festgelegt, der die unterschiedliche Datenqualität für die Baustoffe mit fehlendem Critical Review berücksichtigt.

Für verwendete Produkte sind die Wirkgrößen, ermittelt nach DIN EN ISO 14025, den entsprechenden Umweltdeklarationen entnommen. Auszugsweise sind diese in Kapitel 11 abgebildet. Die Umweltdeklaration für Gipsprodukte der Forschungsvereinigung der Gipsindustrie e.V. ist gemäß den dortigen Angaben in Anlehnung an die DIN EN ISO 14025 erstellt. Hierzu liegt ergänzend noch eine Zertifizierung durch den unabhängigen Prüfer „Forg Bauconsult“ vor (siehe Anhang 11). Ein Sicherheitszuschlag ist dort demnach nicht notwendig.

1.8 Beurteilung der Ergebnisse hinsichtlich Vollständigkeit, Sensitivität und Konsistenz

In diesem Kapitel werden die Öko- und Sachbilanzdaten der untersuchten Materialien gemäß DIN EN ISO 14044: 2006-10 hinsichtlich ihrer Vollständigkeit, Sensitivität sowie Konsistenz geprüft und kritisch reflektiert.

Gegenstand der Studie ist eine vergleichende Betrachtung resultierender Umweltindikatoren auf der Ebene von Bauteilen. Die dafür erforderlichen Daten finden sich in den nachfolgenden Kapiteln dokumentiert.

Dabei werden die untersuchten Wandtypen mit ihren Bauteilaufbauten dargestellt und deren Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt. Vor der eigentlichen Ökobilanzierung werden zunächst die entsprechenden Material -Lebenserwartungen für die einzelnen Wände zusammengestellt und hinsichtlich der erforderlichen Erneuerung bewertet. Im Anschluss daran werden die normierten Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die untersuchten Wandtypen dargestellt und die Ökobilanz für die tragenden Außenwände mit einer Nutzungsdauer von 80 Jahren, sowie die Ökobilanz für die nichttragenden Innenwände mit einer Nutzungsdauer von 30 Jahren und einer Wandfläche von 18m² durchgeführt.

Oftmals wird bei Vergleichen von Leichtbaukonstruktionen mit massiven Bauweisen die Wärmespeicherfähigkeit von Massivbauten angeführt. Dieses Kriterium hat jedoch keinen Einfluss auf die in der Studie betrachtete Ressourcenintensität und ist im Zusammenhang der vorliegenden Studie nicht a priori als positiv zu bewerten. Der über die thermische Speicherfähigkeit von massiven Bauteilen erzielte Effekt der „sensiblen Wärmespeicherung“ wird oft überschätzt, weil im Tag-Nacht-Rhythmus nur eine Schicht von circa fünf bis zehn Zentimetern real speicheraktiv ist. Im Winter liegen die Innenoberflächentemperaturen von massiven Bauteilflächen unterhalb der Oberflächentemperaturen von Leichtbauteilen, da deren erhöhte Speicherfähigkeit bei einer größeren Temperaturdifferenz zur Raumluft mehr Wärme aus dem Raum sorbiert. Dies erzeugt gegenüber Leichtbauweisen ein unbehagliches Strahlungsfeld für den Menschen, da die operative Temperatur absinkt. Die Anhebung der operativen Temperatur zur Sicherstellung der Behaglichkeit erfordert eine Erhöhung der Raumlufttemperatur, was mit einem erhöhten Energieverbrauch bei massiven Bauweisen einhergeht. Dieser Wärmeenergieverbrauch zur Raumkonditionierung erhöht sich bei instationärer Nutzung von Räumen oder ganzen Gebäuden (z.B. Schulen, Büros, Veranstaltungsräume). Die thermische Trägheit stellt für diese Nutzungen ein Problem dar, dem in der Praxis durch längere Vorheizzeiten von Heizungssystemen begegnet wird. Dies führt zu einem erhöhten Wärmeenergiebedarf gegenüber Leichtbauweisen.

Im Hinblick auf den sommerlichen Wärmeschutz sind thermisch aktive Speichermassen vorteilhaft. Bei der sensiblen Wärmespeicherung wird Wärme in den zugänglichen massiven Bauteilen eingespeichert, sobald eine Temperaturdifferenz zwischen der Lufttemperatur und der Bauteiloberflächentemperatur besteht. Somit erfolgt ein Wärmeentzug des Umgebungsraumes auch unterhalb der operativen Behaglichkeitstemperatur. Neben der „sensiblen Wärmespeicherung“ wird vor allem in Leichtbauweisen die „latente Wärmespeicherung“ durch die Integration von Latentwärmemedien oder sogenannten PCM (Phase Change Material) eingesetzt. Diese sorbieren die Wärme erst oberhalb der Behaglichkeitstemperatur und dämpfen den Temperaturanstieg mit einer höheren Speicherdichte bei geringerer Schichtdicke wesentlich effektiver, als massive Bauteile dies tun können.

Von weit entscheidender Bedeutung für das sommerliche Raumklima als die thermisch aktivierbare sensible Speichermasse massiver Bauweisen ist der Anteil an Fensterflächen, deren Orientierung, Größe sowie energetische Qualität und Verschattungsmöglichkeiten. Schon durch die direkte solare Einstrahlung, die durch eine kleine vertikale Glasfläche von ca. 2,5 m² in einen 20 m² großen Raum eintritt, sind die theoretischen Bauteil-Speichereffekte massiver Bauteiloberflächen zu träge, als dass eine merkliche Behaglichkeitsverbesserung durch die erhöhte sensible Speichermasse gegenüber einer Leichtbauweise nachweisbar wäre. Die thermische Speicherfähigkeit ist daher für die vorliegende Ökobilanzierung von untergeordneter Bedeutung.

Die **Sensitivität** der Endergebnisse wurde dahingehend geprüft, ob Unsicherheiten in den Daten, der Allokation oder der Berechnung der Wirkungsindikatorwerte Einfluss auf die Ergebnisse der vergleichenden Studie haben.

Dazu wurde der Einfluss der zugrunde gelegten, mittleren Transportstrecke untersucht. Die zugehörigen Ergebnisse sind für die nichttragenden Innenwände in Kapitel 3.3.4, Seite 40 sowie für die tragenden Außenwände in Kapitel 3.3.5, Seite 43 aufgeführt.

Der Einfluss der Lebensdauer des WDVS-Systems ist in Kapitel 3.3.1, Seite 27 dokumentiert. Begründungen zur angesetzten Lebensdauer sind in Kapitel 1.3, Seite 8 enthalten.

Die Nutzungsdauer der verschiedenen Wandsysteme und deren Auswirkungen auf die betrachteten Umweltindikatoren beziehungsweise Ergebnisse der vergleichenden Untersuchung sind in Kapitel 1.2, Seite 8 aufgeführt.

Auch bei Variation der vorgenannten Parameter bleibt die Kernaussage der Untersuchungsergebnisse erhalten.

Die **Konsistenz** des Untersuchungsrahmens wurde durch Übereinstimmung der Methoden und Annahmen mit dem Ziel der Studie gewährleistet. Dabei wurden in der Untersuchung die untersuchten Wirkungskategorien getrennt voneinander bewertet und untereinander nicht gewichtet, um eine Konsistenz der Ergebnisse zu gewährleisten. Die unterschiedliche Qualität der Daten ist aus der Dokumentation ersichtlich, siehe hierzu u. a. auch Ausführungen in Kapitel 1.6. Demnach sind einige Datensätze der Ökobau.dat ungeprüft und mit einem Sicherheitsaufschlag von 10 % behaftet. Die unterschiedliche Datenqualität betrifft jedoch alle Wandsystem gleichermaßen und befindet sich bei dieser vergleichenden Studie dadurch im Einklang mit dem Ziel der Untersuchung.

1.9 Kritische Prüfung

Um die Anforderungen der DIN EN ISO 14040/14044 an die vergleichende Ökobilanzierung zu erfüllen, soll das kritische Prüfungsverfahren unter anderem sicherstellen, dass die angewendeten Methoden mit der Norm übereinstimmen, wissenschaftlich und technisch gültig sowie in Bezug auf das Ziel der Untersuchung hinreichend und zweckmäßig sind.

Hierzu wurde das Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement (IBI) des Departements Bau, Umwelt und Geomatik (DBAUG) der ETH Zürich von der Saint-Gobain Isover G+H AG beauftragt, eine externe, kritische Prüfung der Studie durchzuführen. Die Prüfung wurde durch Prof. Dr.-Ing. Holger Wallbaum, Lehrstuhl Nachhaltiges Bauen, sowie der Forschungsassistentin Dipl.-Ing. Viola John durchgeführt.

Das Gutachten bestätigt, dass die Anforderungen der DIN EN ISO 14040: 2009-11 sowie der DIN EN ISO 14044: 2006-10 erfüllt werden.

Das vollständige Gutachten der ETH Zürich ist dem Anhang (Kapitel 11, Seite 176f.) dieser Studie beigelegt.

2 Stand der Bewertung

In der Fachliteratur existieren zahlreiche vergleichende Bewertungen zur ökologischen Lebenszyklusanalyse. Eine vergleichbare Untersuchung zur Bewertung zwischen massiven Wänden und Leichtbausystemen, welche in Beziehung auf die hier untersuchten Wandsystemen einen identischen oder ähnlichen Wandaufbau haben, ist in der „ÖkoPot-Studie“ sowie die Datenbank „www.bauteilkatalog.ch“ dokumentiert. Sowohl die Studie „Ökologische Potenziale durch Holznutzung gezielt fördern“ (ÖkoPot-Studie) als auch der „Schweizer Bauteilkatalog“ (www.bauteilkatalog.ch) repräsentieren jedoch nur einen Ausschnitt der wissenschaftlichen Untersuchungen zum Stand der Bewertung zwischen Massivwänden und Wandsystemen in Trockenbauweise. Nachfolgend wird geprüft, ob und inwiefern die beiden Studien bei der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt werden können.

2.1 Verbundprojekt: ÖkoPot

Die Ergebnisse des Forschungsberichtes „Ökologische Potenziale durch Holznutzung gezielt fördern - Endbericht“ weisen Ungenauigkeiten auf und sind bei dieser Studie aufgrund der nachfolgend dargelegten Punkte nicht verwendbar.

Wesentliches Ziel des Forschungsberichtes war es, mittels einer produktbezogenen ökologischen Potenzialanalyse Holzprodukte zu identifizieren, die die größten ökologischen Marktpotentiale haben sowie konkrete Handlungsempfehlungen für Unternehmen mit Holzprodukten zu liefern.

Als Innenwandssystem wurde dort neben anderen Wandaufbauten auch eine Metallständerwand betrachtet (vgl. ÖkoPot, Kap.5.2.1.2). Diese Wand hat im Vergleich zum Wandaufbau dieser Studie eine differierende Wanddicke. Weiterhin hat sie eine kleinere Feuerwiderstandsdauer (F 30-AB) und weist mit $R_{w,R}=38\text{dB}$ auch einen deutlich geringeren Schallschutz auf. Die Massivbauvarianten aus Kalksandstein (vgl. ÖkoPot, Kapitel 5.2.1.3) und Porenbeton sind dort nicht separat bilanziert, sondern im Verhältnis 58:42 (vgl. ÖkoPot, Kap. 5.3.1.1 „Herstellung und Nutzung/Instandhaltung“) als „Mischwand“ verrechnet.

Die Außenwand wurde in der ÖkoPot-Studie mit einer Nutzungsdauer von 100 Jahren hinterlegt und weicht von dem Betrachtungszeitraum dieser Untersuchung von 80 Jahren mit einer Differenz von 20 Jahren ab. Gemäß ÖkoPot, Kap. 5.3.2 „Außenwände“, sind dort bei den Holzrahmenwänden 75 Prozent ohne und 25 Prozent mit Installationsebene bilanziert. Der Wandaufbau (vgl. auch ÖkoPot, Kap. 5.2.2.1 und 5.2.2.2, Seite 99f.) entspricht nicht den in dieser Studie betrachteten Wandaufbauten. Bei den massiven Wänden aus Hochlochziegel sowie Porenbeton sind in der ÖkoPot-Studie Klinker ohne WDVS untersucht.

Damit ist eine Übernahme der Ergebnisse in diese Untersuchung nicht möglich.

2.2 Datenbank www.Bauteilkatalog.ch

In der Datenbank „www.bauteilkatalog.ch“ sind bereits Wände mit Produkten von Saint-Gobain Isover SA hinsichtlich ihrer Umweltbelastung bilanziert.

Die dort aufgeführte **Innenwand** Nr. 25-310 „Zimmertrennwand, Trockenbauweise“ kommt der hier betrachteten Metallständerwand dabei am nächsten.²² Die vergleichsweise marginalen Abweichungen im Wandaufbau sind bei der Dämmung mit *Isover Isocox* anstelle der *Isover Akustic TF* sowie im geringfügig unterschiedlichen Flächengewicht der Gipskartonplatte (10,60 versus 11,0 kg/m²) zu finden.

²² <http://www.bauteilkatalog.ch/202.asp?id=653658&navid=21&ngid=6&typ=-86656631&lng=DE>

Für die **tragende Holzständer-Außenwand** sind in der Datenbank „www.bauteilkatalog.ch“ ähnliche Wandaufbauten vorhanden (vgl. hierzu die Wandaufbauten 24-200, 24-201 sowie 24-210)²³. Der Unterschied im Wandaufbau zum untersuchten System liegt im Fehlen eines Wärmedämmverbundsystems sowie in der Verwendung anderer Beplankungsmaterialien.

Trotz des auf den ersten Blick zumindest im Innenbereich ähnlichen Wandaufbaus sind die Ergebnisse der Datenbank „www.bauteilkatalog.ch“ weder für die Außen- noch die Innenwand im Rahmen dieser Studie verwendbar. Dies liegt zum einen an der fehlenden Bilanzierung für die massiven Wandsysteme, zum anderen an dem besonderen „Strom-Mix“ der Schweiz, welcher für die Energieaufwände berücksichtigt wurde. Dort beträgt der Anteil an Strom, der durch erneuerbare Energien wie Wasserkraft, Sonne, Holz, Biomasse und Wind erzeugt wird, ca. 55,6 Prozent (vgl. hierzu die Statistik aus dem Jahr 2007 des Bundesamtes für Energie BFE der Schweizerischen Eidgenossenschaft²⁴). 96,5 Prozent dieser Energiegewinne stammen wiederum aus Wasserkraft. Gemäß dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Deutschland beträgt der Anteil an erneuerbaren Energien hierzulande im vergleichbaren Jahr 2007 hingegen nur knapp 10 Prozent.²⁵ Diese Unterschiedlichkeit führt zu stark abweichenden Bilanzfaktoren.

Der Datenbank liegt weiterhin eine andere Vorgehensweise zugrunde, die mit Hilfe der Umweltbelastungspunkte (UBP) bilanziert. So genannte Ökofaktoren wurden mit den physischen Größen der Sachbilanz multipliziert und münden dann in der dimensionslosen Einheit „UBP“. Eine anschließende Abschätzung der Umwelteinwirkung erfolgt daraufhin im Nachgang durch das Aggregieren aller Stoff- und Energieflusspositionen. Dieses Verfahren bezieht sich nur auf die Schweiz und bildet die dortigen Umweltbelastungen und politischen Ziele zur Sicherung der Umwelt ab. Problematisch ist bei dieser Methode der enthaltene kritische Fluss²⁶, der keine definierte Systemgrenze aufweist, sodass sich die mit dieser Methode ermittelten Ergebnisse einer vergleichenden Bewertung entziehen. Weiterhin trägt die bei diesem Verfahren hinterlegte Reduktion der Umweltbelastung auf eine oder wenige Zahlen zudem der Komplexität ökologischer Einflussfaktoren nicht ausreichend Rechnung.

Aus genannten Gründen lässt sich die „Bauteildatenbank“ bei dieser Studie nicht verwenden.

Die Aussagen und Ergebnisse der angeführten „ÖkoPot-Studie“ sowie der Datenbank „www.Bauteilkatalog.ch“ bestätigen zwar qualitativ die Kernaussagen der Studie hinsichtlich der Umweltindikatoren. Bewertungsimmanent können sich jedoch aufgrund der differierenden Konstruktionen und somit nicht direkt vergleichbaren Bauteilaufbauten quantitativ nicht die gleichen Ergebnisse einstellen.

²³ <http://www.bauteilkatalog.ch/202.asp?id=956338&navid=21&ngid=6&typ=-78886877&lng=DE>

²⁴ <http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/index.html?lang=de>

²⁵ <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/print/45798>

²⁶ Der kritische Fluss beschreibt den Grenzwert an Schadstoffemissionen, unterhalb dessen keine schädlichen Belastungen für die Umwelt zu erwarten sind (vgl. <http://www.visumsurf.ch>): Der kritische Fluss benennt einen spezifischen ökologisch motivierten Grenzwert und ist für einen definierten geographischen Raum sowie eine bestimmte Umweltwirkung bestimmbar, sodass die Ressourcen der Natur so beansprucht werden, dass gerade noch keine Schädigung der Umwelt anzunehmen ist. Er ist keine einheitliche Größe, sondern obliegt örtlichen Gegebenheiten, Bestimmungen usw.

3 Durchgeführte Untersuchungen

Untersucht wurden bei den **nichttragenden Innenwänden** a) die Variante in Trockenbauweise als *Metallständerwand (Montagewand) Rigips 3.45.05* und b) als massive Mauerwerkswand aus *Kalksandlochstein* mit einer Dicke von 115 mm.

Die vergleichende Betrachtung bei den **tragenden Außenwänden** erfolgt zwischen der *Holzständerwand mit einer Beplankung Rigidur H* von Rigips und den massiven 240 mm dicken Wänden aus *Kalksandstein* bzw. *Porenbeton*. Alle tragenden Außenwände erhalten dabei ein *Wärmedämmverbundsystem (WDVS)*, bei dem die Dämmschichtdicke zur Erzielung eines identischen Wärmedurchgangskoeffizienten U entsprechend variiert. Referenz für den U-Wert ist hierbei die Kalksandsteinwand mit einer Dämmschicht im WDVS von 280 mm.

Für die tragende Außenwand sollten für die Systemkomponenten des Wärmedämmverbundsystems die Produkte des Herstellers Weber verwendet werden. In deren Zulassung ist dabei eine Steinwolldämmung mit maximal 200 mm hinterlegt, sodass bei den hier vorliegenden größeren Dämmdicken der Kalksandstein- sowie Porenbetonwand von einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) auszugehen ist.

Wie zuvor schon erläutert, liegt für das Wärmedämmverbundsystems von Weber keine Umweltdeklaration vor, weshalb hierfür die entsprechenden Umweltindikatoren aus einem vergleichbaren WDVS-System der Datenbank Ökobau.dat verwendet wurden. Die geringfügige Abweichung der Gesamtmasse des WDVS wird durch entsprechende Faktorisierung der Umweltindikatoren ausgeglichen. Dämmung ist in dem dort bilanzierten Wärmedämmverbundsystem nicht berücksichtigt und wurde in der Untersuchung somit separat erfasst.

Bei dem Kalksandstein und Porenbeton liegt der Unterschied im WDVS der Ökobau.dat zum untersuchten System in der fehlenden Grundierung, die mit $0,21 \text{ kg/m}^2$ jedoch gering ausfällt. Für das Wärmedämmverbundsystem der Holzständerwand kumuliert der Massenunterschied durch den leichteren Klebemörtel weber.therm 309 auf insgesamt $2,21 \text{ kg/m}^2$. Beide Punkte wurden jedoch durch die prozentuale Anpassung der Datensätze der Ökobau.dat hinreichend genau erfasst.

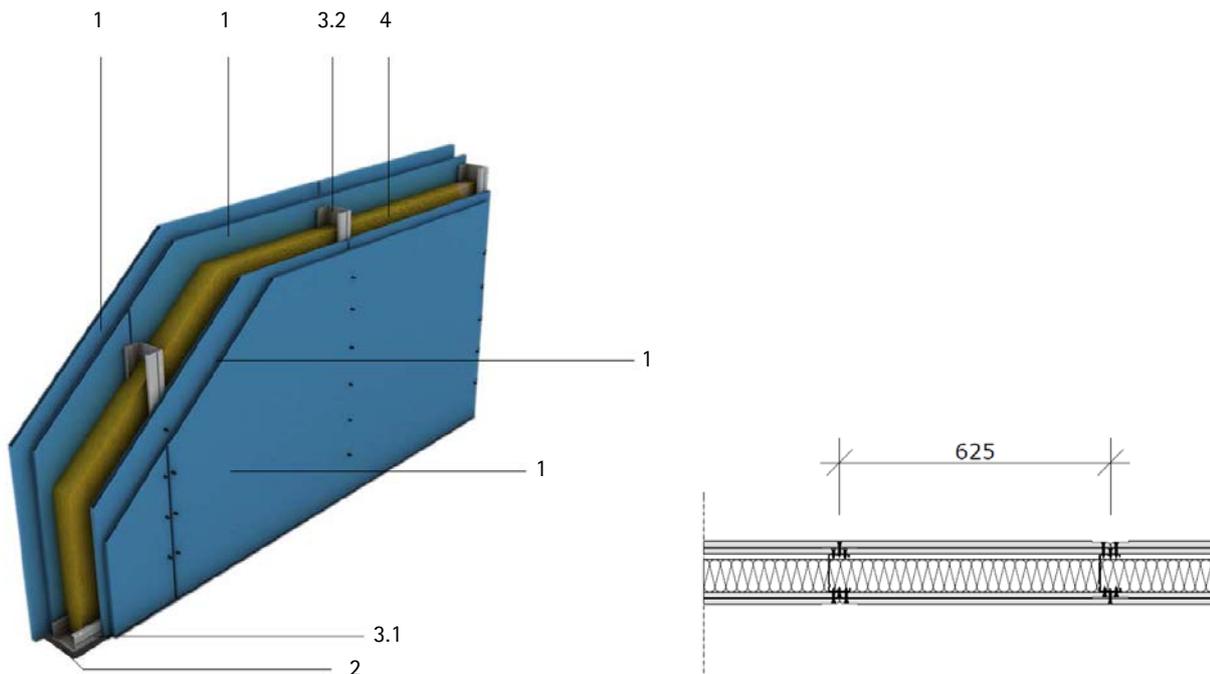
Bei den verwendeten Umwelt-Produktdeklarationen wurde die Software GaBi der Firma PE International in der Regel zur Berechnung der Umweltindikatoren verwendet. In dieser Studie erfolgt die Ermittlung der Ökobilanz ohne GaBi, da nicht in die Prozess- bzw. Vernetzungsketten der verwendeten Produkte eingegriffen werden muss.

Nachfolgend werden die technischen Eigenschaften der zu untersuchenden Wände dargestellt bzw. anhand von Grafiken illustriert. Außerdem werden die verwendeten Produkte und Baustoffe aufgeführt sowie die zugehörigen Massen in Materiallisten für jedes Wandsystem zusammengestellt.

3.1 Nichttragende Innenwand

Verglichen wurde eine Metallständerwand (Montagewand) des Typs Rigips 3.45.05 in Trockenbauweise mit einer massiven Mauerwerkswand aus Kalksandlochstein.

3.1.1 Trocken- und Leichtbauweise Variante Rigips Montagewand



Kerndaten:

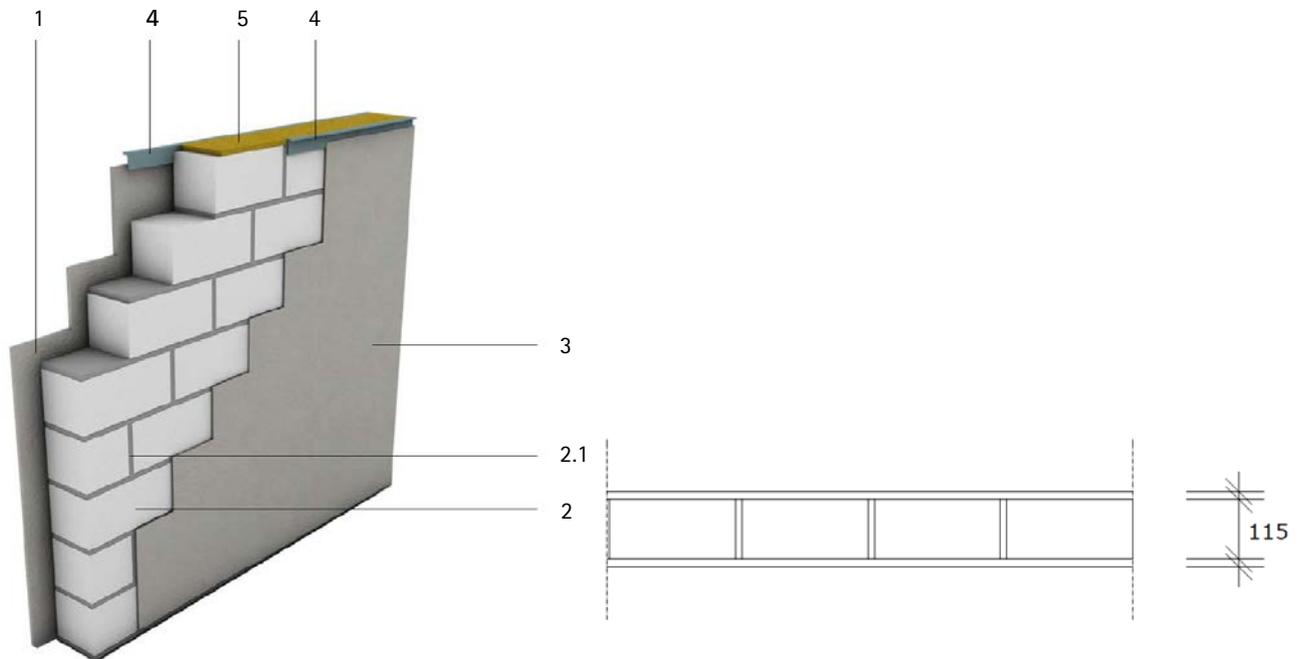
1	Bepankung	„Rigips Die Blaue RF“ , 2 x 12,5 mm
	Verspachtelung	Rigips VARIO Fugenspachtel
2	Anschlussdichtung	Filz (75/5 mm)
4	Dämmung	unkaschierte Mineralwolle ISOVER Akustic TF (60 mm)

Unterkonstruktion:

3.2	Boden- und Deckenanschluss	Rigips Wandprofil UW 75
3.1	Ständer	Rigips Wandprofil CW 75 (75x50x0,6 mm), e=625 mm

Abbildung 3.1.1: Wandaufbau der nichttragenden Innenwand (Perspektive und horizontaler Schnitt) für die Metallständerwand bzw. Montagewand von Rigips 3.45.05, $R'_{w,R}=50\text{dB}$

3.1.2 Massivbauweise Variante Kalksandstein



Kerndaten:

1	Gipsputz	d=10 mm (Dichte 1.200 kg/m ³)
2	Kalksandstein Mauerwerk	KS L - 12 - 1,6 - 2DF d=115 mm
2.1	Normal-Mörtelfugen	12mm
3	Gipsputz	d=10 mm (Dichte 1.200 kg/m ³)
4	Halterung Wandkopf	Stahlwinkel 35x4 mm St-37-2
5	Anschlussdichtung	Mineralwolle d=20 mm

Abbildung 3.2.2: Wandaufbau der nichttragenden Innenwand (Perspektive und horizontaler Schnitt) für die Kalksandsteinwand mit einer Dicke von $d=115\text{mm}$ inklusive des Putzes, $R'_{w,R}=45\text{dB}$

3.1.3 Materialübersichten Innenwand

Metallständerwand, Rigips Montagewand System 3.45.05

Pos.	Materialbezeichnung	n	Menge		Gewicht/Einheit		Gewicht kg je 18m ²	
1	Bepankung GKF des Typs „Rigips Die Blaue RF“, 2 x 12,5mm Dicke beidseits	4	19,80	m ²	11,00	kg/m ²	871,2	(1)
	Schnellbauschrauben TN; 2 Stck-625/250 mm ²⁷	2	26,00	Stck/m ²	1,93	kg/1.000 Stck	1,8	(2)
2	Anschlussdichtung ²⁸ (Boden/Decke) Filz (75/5)	2	6,00	m	3,98	kg/100m	0,5	
3.1	Metall-Wandprofil UW 75 (Boden-, Deckenanschluss) ²⁹	2	6,00	m	0,71	kg/m	8,5	(3)
	M6x35 als Metallspreizdübel, e = 500mm	2	12,00	Stck/6m	2,00	kg/100 Stck	0,5	
3.2	Metall-Wandprofil CW 75 (75x50x0,6mm), e = 625mm ³⁰	1	28,80	m	0,84	kg/m	24,2	
4	Unkaschierte Glaswolle-Filz (60 mm) Typ ISOVER Akustic TF ³¹	1	18,00	m ²	14,00	kg/m ³	15,1	(5)
5	Rigips VARIO Fugenspachtel ³²	1	18,00	m ²	0,30	kg/m ²	5,4	(4)
Summe:							927,2	

n = Anzahl

(1) Bei der Bepankung sind 10 Prozent Verschnitt über den Flächenansatz eingerechnet; Schnellbauschrauben TN - Länge 35mm

Das Flächengewicht der Bepankung „Rigips Die Blaue RF“ wurde gemäß der Angabe des Herstellers Saint-Gobain Rigips GmbH angesetzt

(2) Stahl, spezialbehandelt, schwarz phosphatiert, nach DIN 18182-2 und DIN EN 14566

(3) Stahlblech nach DIN EN 10327

(4) Hoch kunststoffvergütetes Material nach EN 13963

(5) Es wird der üblicherweise verwendete Klemmfilz mit der Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG040 zugrunde gelegt

Massivwand aus Kalksandstein

Pos	Materialbezeichnung	n	Menge		Gewicht/Einheit		Gewicht kg je 18m ²	
1	10 mm Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200 \text{ kg/m}^3$) ³³	1	18,00	m ²	12,00	kg/m ²	216,0	
2	Kalksandstein KS L-12-1,6-2DF 115 mm (Dichte $\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$) ³⁴	18	32,00	Stck/m ²	4,70	kg/Stck	2.707,2	
	zugehörige Normal-Mörtelfugen 12mm ³⁴	18	18,89	Liter/m ²	1,00	kg/Liter	340,0	
3	10mm Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200 \text{ kg/m}^3$) ³³	1	18,00	m ²	12,00	kg/m ²	216,0	
4	horizontale Halterung am Wandkopf (Stahlwinkel 35x4mm St-37-2)	2	6,00	m	2,09	kg/m	25,1	
	M6x35 als Metallspreizdübel, e = 500mm	2	12,00	Stck/6m	2,00	kg/100Stck.	0,5	
5	Mineralwolle b/d = 115/20mm als Anschlussdichtung	1	6,00	m	60,00	kg/m ³	0,8	
Summe:							3.505,6	

n = Anzahl

Tabelle 1.12.3: Materialliste der nichttragenden Kalksandsteinwand mit einer Dicke von 115mm

²⁷ Vertikaler Abstand der Verbindungsmittel beträgt maximal 250mm (750mm für die 1. Bepankungslage, 250mm für die 2. Lage). Es wird ein Ansatz von 26 Stck./m² verwendet. Schraubengewicht, Artikelnummer 5200446092 siehe Rigips Herstellerdatenblatt vom 01.02.2010

²⁸ Gewicht der Anschlussdichtung mit der Artikelnummer 52004461005 ist dem Rigips Herstellerdatenblatt vom 01.02.2010 entnommen

²⁹ Gewicht des UW-Wandprofils mit der Artikelnummer 5200482710 ist dem Rigips Herstellerdatenblatt vom 01.02.2010 entnommen

³⁰ Gewicht des CW-Wandprofils mit der Artikelnummer 5200482508 ist dem Rigips Herstellerdatenblatt vom 01.02.2010 entnommen

³¹ Die Raumdichte des üblicherweise verwendeten Filzes mit der WLG 040 beträgt nach Angabe des Herstellers Isover 14kg/m³

³² Materialverbrauch gemäß „product data sheet“ VARIO Fugenspachtel (joint filler), Ausgabe 02. Jan. 2007, entspricht 300g/m²

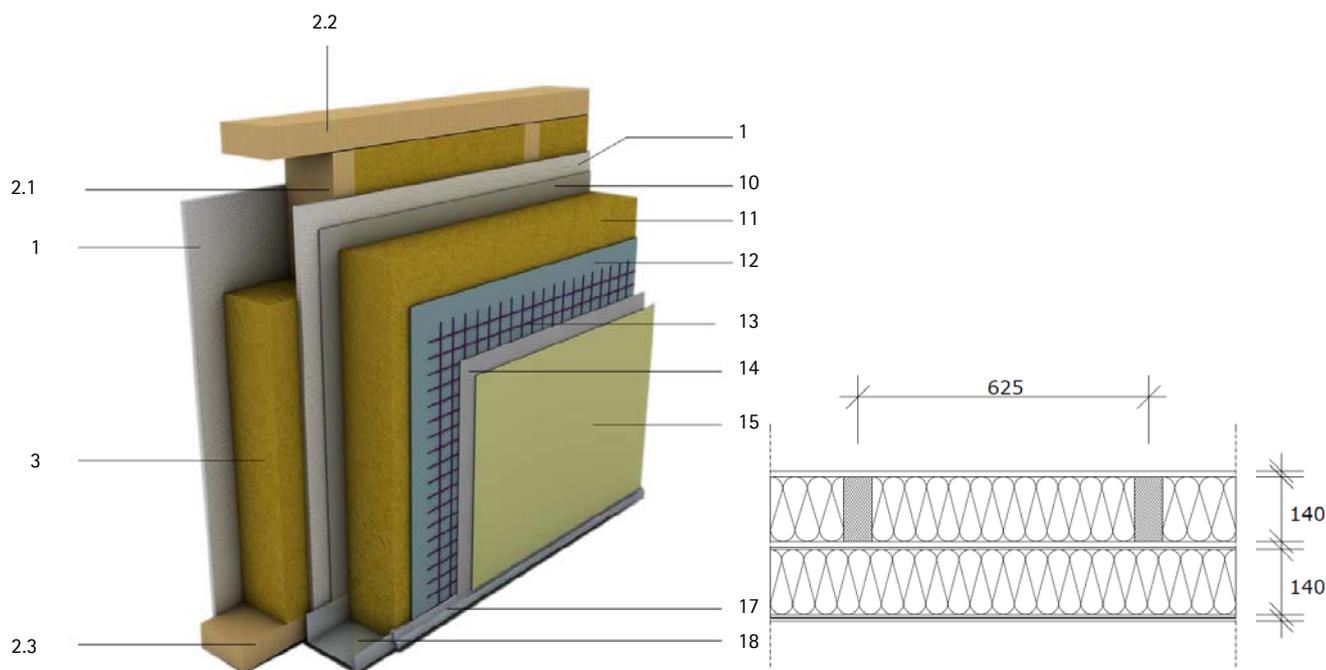
³³ Flächengewicht von Gipsputz wie in DIN-4108-4:2002-02 Tab. 1 bzw. DIN-1055-1:2002-06 Tab. 7 hinterlegt

³⁴ Steingewicht und Mörtelverbrauch gemäß „Kalksandstein Produktprogramm für Architekten...“ der Kalksandsteinwerk Wemding GmbH vom März 2007 beträgt 17 Liter je m² zuzüglich 10 % „Verlust“ für Lochsteine, jedoch ohne weitere „Verluste“ für Baustellenbedingungen

3.2 Tragende Außenwand

Verglichen wurde die Holzständerwand des Typs „Rigidur H“ des Herstellers Rigips mit massiven Wänden aus Kalksandstein und Porenbeton. Allen tragenden Außenwänden wird eine Außendämmung in Form eines Wärmedämmverbundsystems (WDVS) zugrunde gelegt.

3.2.1 Trocken- bzw. Leichtbauweise Variante Holz

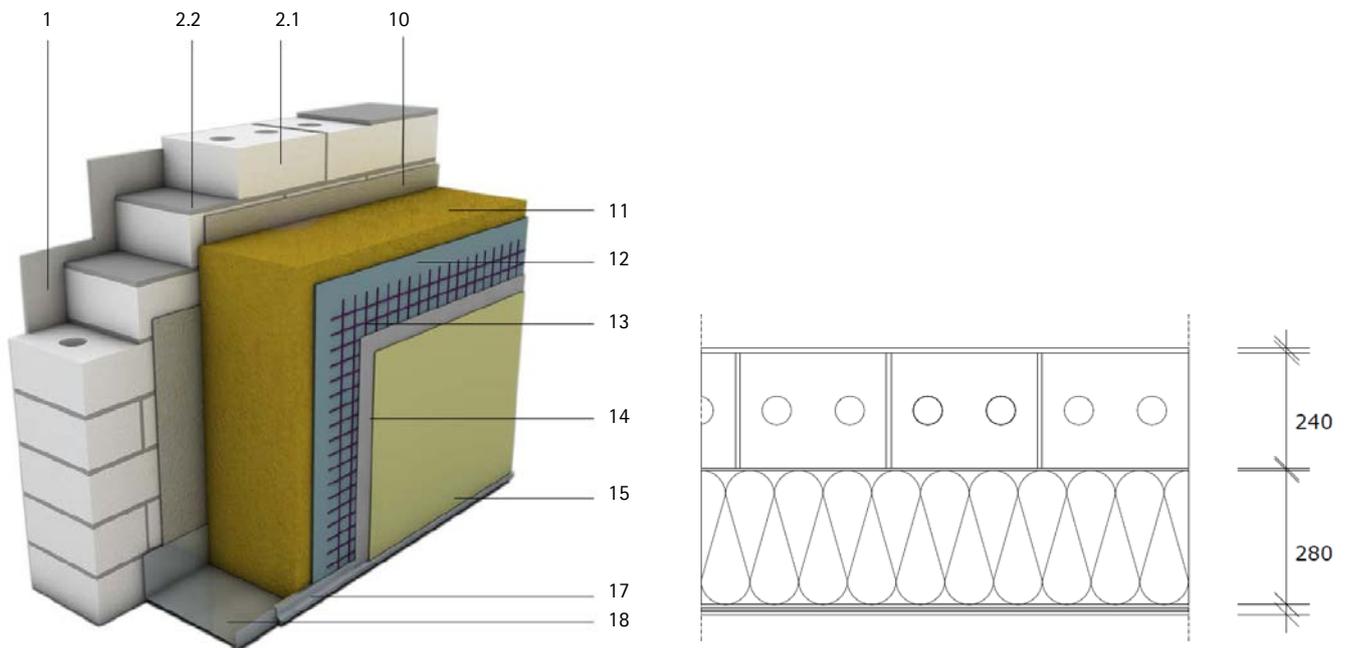


Kerndaten: Dicke = 140 mm

1	Beplankung	Rigidur H 12,5
2.1	Holzständer	KVH 140/60 mm, e = 625 mm
2.2/2.3	Rähm/ Schwelle	KVH 140/60 mm
3	Gefachdämmung	ISOVER Klemmfalz WLG 032
Wärmedämmverbundsystem:		
10	Klebemörtel	weber.therm.309
11	Dämmung	ISOVER Sillatherm (Steinwolle) WVP 1-035 140 mm
12	Armierungsmörtel	weber.therm.300
13	Gewebe	weber.therm 310
14	Grundierung	weber.prim 403
15	Oberputz	mineralischer Tockenmörtel weber.star.220
17	Sockelabschlussprofil	weber.therm Sockelabschlussprofil WDVS Aluminium
18	Aufsteckprofil	weber.therm Sockel Aufsteckprofil WDVS Aluminium

Abbildung 3.2.1: Wandaufbau der tragenden Außenwand (Perspektive und horizontaler Schnitt) für die Holzständerwand mit beidseitiger Beplankung und dem WDVS außen

3.2.2 Massivbauweise Variante Kalksandstein



Kerndaten: Dicke = 240mm

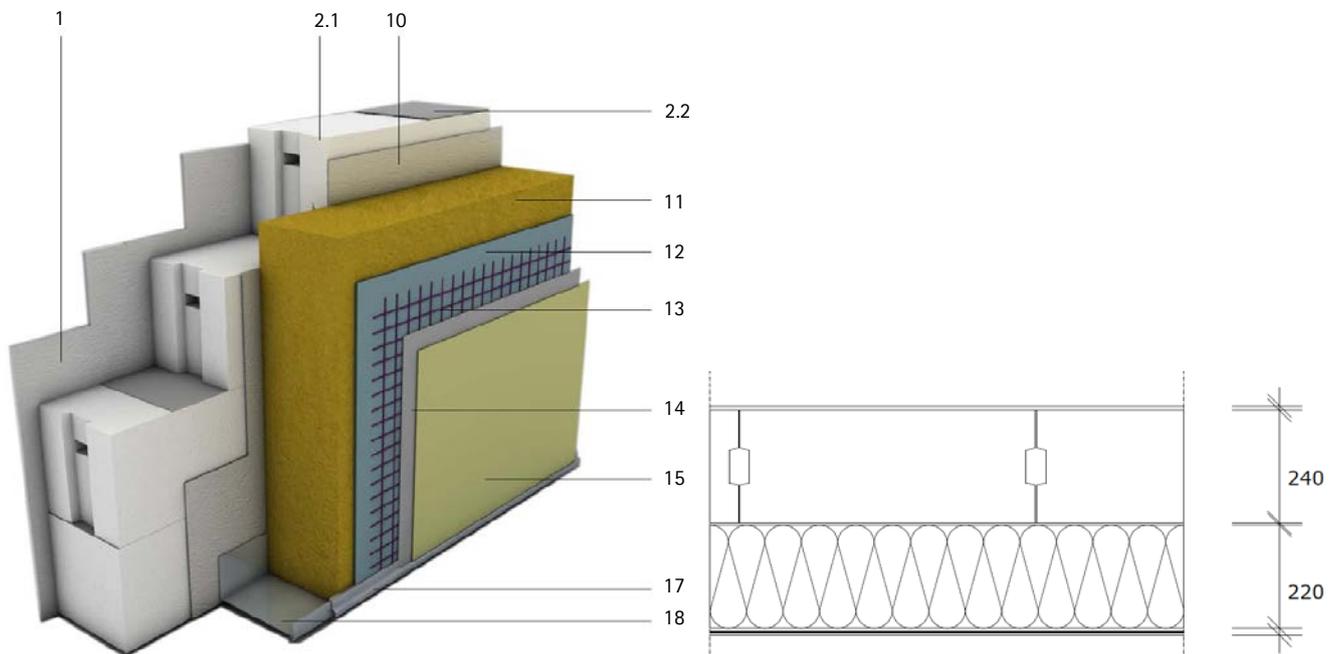
1	Gipsputz	d = 10 mm (Dichte 1.200 kg/m³)
2.1	Kalksandstein	KS L - 12 - 1,4 - 5DF 240 mm
2.2	Normal-Mörtelfugen 12mm	

Wärmedämmverbundsystem:

10	Klebmortel	weber.therm.309
11	Dämmung	ISOVER Sillatherm (Steinwolle) WVP 1-035 280 mm
12	Armierungsmörtel	weber.therm.300
13	Gewebe	weber.therm 310
14	Grundierung	weber.prim 403
15	Oberputz	mineralischer Trockenmörtel weber.star.220
17	Sockelabschlussprofil	weber.therm Sockelabschlussprofil WDVS Aluminium
18	Aufsteckprofil	weber.therm Sockel Aufsteckprofil WDVS Aluminium

Abbildung 3.2.2: Wandaufbau der tragenden Außenwand (Perspektive und horizontaler Schnitt) mit Kalksandstein der Dicke 240 mm und WDVS außen

3.2.3 Massivbauweise Variante Porenbeton



Kerndaten: Dicke = 240mm

1	Gipsputz	d = 10 mm (Dichte 1.200 kg/m³)
2.1	Porenbetonplanstein	PPW4 - 0,50, L / B / H = 624 / 240 / 249 mm
2.2	Dünnbettmörtel	

Wärmedämmverbundsystem:

10	Klebmörtel	weber.therm.309
11	Dämmung	ISOVER Sillatherm (Steinwolle) WVP 1-035 220 mm
12	Armierungsmörtel	weber.therm.300
13	Gewebe	weber.therm 310
14	Grundierung	weber.prim 403
15	Oberputz	mineralischer Tockenmörtel weber.star.220
17	Sockelabschlussprofil	weber.therm Sockelabschlussprofil WDVS Aluminium
18	Aufsteckprofil	weber.therm Sockel Aufsteckprofil WDVS Aluminium

Abbildung 3.2.3: Wandaufbau der tragenden Außenwand (Perspektive und Horizontaler Schnitt) mit Porenbeton der Dicke 240mm und WDVS außen

3.2.4 Materialübersicht Außenwand

Holzständerkonstruktion mit Wärmedämmverbundsystem

Pos.	Materialbezeichnung	n	Menge		Gewicht/Einheit		Gewicht kg je 18m ²
1	Beplankung GF (Gipsfaserplatte) Typ Rigidur H 12,5mm ³⁵	2	19,80	m ²	15,00	kg/m ²	594,0 (10)
	Rigips VARIO Fugenspachtel ³²	2	18,00	m ²	0,30	kg/m ²	10,8 (11)
	Schnellbauschrauben (Länge 35 mm) ²⁷	36	20,00	Stck/m ²	1,93	kg/1.000 St.	1,4
2	Holzständer 60/140 KVH-NSi FI C 24, e=625 mm	1,15	30,53	m	529,00	kg/m ³	156,0 (12)
	Schwellen, 60/140 KVH-NSi FI C 24 ³⁶	1,15	6,00	m	529,00	kg/m ³	30,7 (12)
	Rähm , 60/140 KVH-NSi FI C 24	1,15	6,00	m	529,00	kg/m ³	30,7 (12)
3	Gefachdämmung Mineralwolle Typ ISOVER Klemmfilz WLG 032 ³⁷ d = 140 mm; $\rho = 30 \text{ kg/m}^3$	1	15,55	m ²	30,00	kg/m ³	65,3
	Nägel 4,6x120 DIN EN 10 230-1, 2 je Anschluss	18	6,40	Stück/m ²	18,00	kg/1.000 St.	2,1
Wärmedämmverbundsystem: 15,66 kg/m² (WDVS ohne Dämmung)							
10	mineralischer Klebemörtel Typ weber.therm.309 ³⁸	1	18,00	m ²	3,00	kg/m ²	54,0
11	unkaschierte Steinwollämmplatten Typ ISOVER Sillatherm WVP 1-035 d=140mm ³⁷	1	2,52	m ³	115,00	kg/m ³	289,8
12	mineralischer Armierungsmörtel Typ weber.therm.300 ³⁹	1	18,00	m ²	7,00	kg/m ²	126,0
13	Glasfasergewebe Typ weber.therm 310	1,1	18,00	m ²	0,20	kg/m ²	4,0 (1)
14	Grundierung (Voranstrich), Typ weber.prim 403 ³⁹	1	18,00	m ²	0,25	Liter/m ²	4,5
15	Mineralischer Oberputz Typ weber.star.220 ⁴⁰	1	18,00	m ²	5,00	kg/m ²	90,0
16	Egalisierung (Fassadenfarbe) Typ weber.ton 414	1	18,00	m ²	0,21	Liter/m ²	3,8 (2)
17	Sockelabschlussprofil aus Aluminium, Typ / Hersteller weber.therm	1	6,00	m	0,75	kg/m	4,5 (3)
	zugehörige Profil-Dübel 6x60 (3Stck/m)	1	18,00	Stück	1,00	kg/100 St.	0,2
18	Sockel Aufsteckprofil aus Aluminium Typ / Hersteller weber.therm	1	6,00	m	0,06	kg/m	0,4 (4)
Summe:							1.468,0

n = Anzahl

(1) Verbrauch 1,1m²/m²; Material: Hochreißfeste Glasfasern mit einer alkalibeständigen Appretur

(2) Silikatische Fassadenfarbe auf Kaliumwasserglasbasis

(3) Hersteller Protektor⁴¹: Produktnummer 9218, für Dämmdicken von 200mm: 75,4kg/100m

(4) Hersteller Protektor⁴¹: Produktnummer 9128, verwendbar für Putzdicke 15mm

(10) 10 Prozent Verschnitt eingerechnet

(11) Hoch kunststoffvergütetes Material (Spachtelgips) gemäß DIN EN 13963 / Typ 4B

(12) Inkl. 15 Prozent Verschnitt

Tabelle 3.2.1: Materialliste für die tragende Außenwand als Holzständerkonstruktion mit Wärmedämmverbundsystem

³⁵ Das Flächengewicht, bsp. Artikelnummer 5200444408, ist dem Lieferprogramm „Rigidur-Gipsfaserplatten, Estrichelemente und Zubehör“, 2. Auflage vom April 2010, entnommen

³⁶ Das Raumgewicht wurde analog dem Datensatz 3.1.2 der Datenbank Ökobau.dat angesetzt

³⁷ Die Rohdichte wurde gemäß der Angabe des Herstellers Saint-Gobain Isover GH AG angesetzt

³⁸ Siehe Produktdatenblatt weber.therm B 200 WDVS der Saint-Gobain Weber GmbH,

http://www.sg-weber.de/uploads/media/TM_B200.pdf

³⁹ Siehe Produktdatenblatt weber.therm A 100 WDVS, http://www.sg-weber.de/uploads/media/TM_A100.pdf

⁴⁰ Siehe Produktdatenblatt weber.star 220 (Schichtdicke 4mm), http://www.sg-weber.de/uploads/tx_weberproductpage/TM_220.pdf

⁴¹ Lieferant der Aluminiumprofile in WDVS-Systemherstellerqualität

Kalksandsteinwand mit Wärmedämmverbundsystem

Pos.	Materialbezeichnung	n	Menge		Gewicht/Einheit		Gewicht kg je 18m ²
1	10mm Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200\text{kg/m}^3$) ³³	1	18,00	m ²	12,00	kg/m ²	216,0
2	Kalksandstein KS L-12-1,4-5DF 240mm, $\rho = 1.400\text{ kg/m}^3$ ³⁴	18	26,00	Stck./m ²	10,80	kg/Stck.	5054,4
	einschl. Normal-Mörtelfugen 12mm (*) ³⁴	18	37,78	Liter./m ²	1,00	kg/Liter	680,0
Wärmedämmverbundsystem: 17,66kg/m² (WDVS ohne Dämmung)							
10	mineralischer Klebemörtel weber.therm.300 ³⁹	1	18,00	m ²	5,00	kg/m ²	90,0
11	unkaschierte Steinwollämmplatten ISOVER Sillatherm WVP 1-035 d = 280mm ³⁷	1	5,04	m ³	115,00	kg/m ³	579,6
12	mineralischer Armierungsmörtel weber.therm.300 ³⁹	1	18,00	m ²	7,00	kg/m ²	126,0
13	Glasfasergewebe Typ weber.therm 310	1,1	18,00	m ²	0,20	kg/m ²	4,0 (1)
14	Grundierung weber.prim 403 (Voranstrich)	1	18,00	m ²	0,25	Liter/m ²	4,5
15	Oberputz (mineralisch) weber.star.220 ⁴⁰	1	18,00	m ²	5,00	kg/m ²	90,0
16	Egalisierung weber.ton 414 (Fassadenfarbe)	1	18,00	m ²	0,21	Liter/m ²	3,8 (2)
17	weber.therm Sockelabschlussprofil Aluminium	1	6,00	m	1,80	kg/m	10,8 (3)
	zugehörige Profil-Dübel 6x60 (3 Stck/m)	1	18,00	Stck.	2,00	kg/100Stck.	0,36
18	weber.therm Sockel Aufsteckprofil Aluminium	1	6,00	m	0,06	kg/m	0,4 (4)
Summe:							6859,8

n = Anzahl

(*) Inkl. 10 Prozent „Verlust“ für Lochsteine, jedoch ohne weitere "Verluste" für Baustellenbedingungen

(1) Verbrauch 1,1m²/m²

(2) Silikatische Fassadenfarbe auf Kaliwasserglasbasis

(3) Hersteller Protektor: Produktnummer 9141, variabel für Dämmdicken von 200-300mm

(4) Hersteller Protektor: Produktnummer 9128, verwendbar für Putzdicke 15mm

Porenbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem

Pos.	Materialbezeichnung	n	Menge		Gewicht/Einheit		Gewicht kg je 18m ²
1	10 mm Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200\text{kg/m}^3$) ³³	1	18,00	m ²	12,00	kg/m ²	216,0
2	Porenbetonplanstein PPW4 - 0,50 240mm ⁴²	18	6,40	Stck/m ²	18,65	kg/Stck	2147,9
	einschl. Dünnbettmörtel (Schichtdicke 1-3mm)	1	18,00	Liter/m ²	2,88	kg/m ²	51,8
Wärmedämmverbundsystem: 17,66kg/m² (WDVS ohne Dämmung)							
10	mineralischer Klebemörtel weber.therm.300 ³⁹	1	18,00	m ²	5,00	kg/m ²	90,0
11	unkaschierte Steinwollämmplatten ISOVER Sillatherm WVP 1-035 220mm ³⁷	1	3,96	m ³	115,00	kg/m ³	455,4
12	mineralischer Armierungsmörtel weber.therm.300 ³⁹	1	18,00	m ²	7,00	kg/m ²	126,0
13	Glasfasergewebe Typ weber.therm 310	1	19,80	m ²	0,20	kg/m ²	3,96 (1)
14	Grundierung weber.prim 403 (Voranstrich)	1	18,00	m ²	0,25	Liter/m ²	4,5
15	Oberputz (mineralisch) weber.star.220 ⁴⁰	1	18,00	m ²	5,00	kg/m ²	90,0
16	Egalisierung weber.ton 414 (Fassadenfarbe)	1	18,00	m ²	0,21	Liter/m ²	3,8 (2)
17	weber.therm Sockelabschlussprofil Aluminium	1	6,00	m	1,80	kg/m	10,8 (3)
	zugehörige Profil-Dübel 6x60 (3 Stck/m)	1	18,00	Stck	2,00	kg/100Stck	0,4
18	weber.therm Sockel Aufsteckprofil Aluminium	1	6,00	m	0,06	kg/m	0,4 (4)
Summe:							3200,9

n = Anzahl

(1) Verbrauch 1,1m²/m²

(2) Silikatische Fassadenfarbe auf Kaliwasserglasbasis

(3) Hersteller Protektor: Produktnummer 9141, variabel für Dämmdicken von 200-300mm

(4) Hersteller Protektor: Produktnummer 9128, verwendbar für Putzdicke 15mm

Tabelle 3.2.2: Materialliste für die tragenden Außenwände aus Kalksandstein sowie Porenbeton mit Wärmedämmverbundsystem

⁴² Das Gewichts des Porenbetonsteins (Abmessungen 624/240/249mm) wurde mit einer Rohdichte von 500 kg/m³ über die Kubatur ermittelt

3.2.5 Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten U

Wie erläutert, sollten sämtliche untersuchte Wandsysteme annähernd den gleichen Wärmedurchgangskoeffizienten U aufweisen. Nachfolgend die zugehörige Ermittlung: Die Kalksandsteinwand mit einer Dämmstärke von 280 mm im WDVS stellt dabei die Ausgangsbasis dar, die erforderlichen Dämmschichtdicken für die übrigen Wandsysteme wurden entsprechend rückgerechnet.

Kalksandsteinwand mit Wärmedämmverbundsystem	d m	λ W/mK	R m²K/W	U W/m²K	U _m W/m²K
Wärmeübergang innen			0,13		
Gipsputz, Rohdichte ≤ 1.200kg/m³	0,010	0,510	0,02		
MW KSL d = 240mm, Rohdichte 1.400kg/m³	0,240	0,700	0,34		
Wärmedämmverbundsystem:					
mineralischer Klebemörtel weber.therm.300	(*)				
Steinwolleämmplatten ISOVER Sillatherm WVP 1-035	0,280	0,035	8,00		
mineralischer Armierungsmörtel weber.therm.300	(*)				
Glasfasergewebe Typ weber.therm 310	(*)				
Grundierung weber.prim 403 (Voranstrich)	(*)				
Oberputz (mineralischer Tockemörtel) weber.star.220	(*)				
Egalisierung weber.ton 414 (Fassadenfarbe)	(*)				
Wärmeübergang außen			0,04		
Summe R_T =			8,53	0,12	0,12

Holzständerkonstruktion mit Wärmedämmverbundsystem	d m	λ W/mK	R m²K/W	U W/m²K	U _m W/m²K
Wärmeübergang innen			0,13		
Beklankung mit Rigidur H 12,5mm (Gipsfaserplatte)	0,125	0,202	0,62		
Holzständerbereich (KVH 140/60 mm, e = 625mm); 10 Prozent	0,140	0,130	1,08		
Gefachbereich Zwischendämmung WLG 032; 90 Prozent	0,140	0,032	4,38		
Wärmedämmverbundsystem:					
Steinwolleämmplatten ISOVER Sillatherm WVP 1-035	0,140	0,035	4,00		
Wärmeübergang außen			0,04		
Summe R_{T-Holzständerbereich} =			5,87	0,17	0,12
Summe R_{T-Gefachbereich} =			9,16	0,11	

(*) wegen Geringfügigkeit vernachlässigt bzw. bei allen Wandtypen identisch, demnach ohne Relevanz

Porenbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem	d m	λ W/mK	R m²K/W	U W/m²K	U _m W/m²K
Wärmeübergang innen					
Gipsputz	0,010	0,510	0,02		
Porenbetonplanstein PPW4 Rohdichteklasse 0,50 B/L/H=240/624/249mm	0,240	0,120	2,00		
Wärmedämmverbundsystem:					
Steinwolleämmplatten ISOVER Sillatherm WVP 1-035	0,220	0,035	6,29		
Wärmeübergang außen			0,04		
Summe R_T =			8,48	0,12	0,12

Schichtdicke d [m], Wärmeleitfähigkeit λ [W/mK], Wärmedurchlasswiderstand R [m²K/W], Wärmedurchgangskoeffizient U [W/m²K]

Tabelle 3.2.3: Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für die verschiedenen Wandsysteme der Außenwand

3.3 Ökologische Eigenschaften der untersuchten Wandsysteme

3.3.1 Zusammenstellung der Umweltindikatoren

Vor der eigentlichen Ökobilanzierung wurden zunächst die entsprechenden Material -Lebenserwartungen für die einzelnen Wände zusammengestellt und hinsichtlich der erforderlichen Erneuerung bewertet (vgl. nachfolgende Tabellen). Der in diesen Tabellen gewählte „Faktor“ gibt an, wie oft eine Erneuerung des Bauteils im betrachteten Nutzungszeitraum stattfinden muss. Bei einem Wert von 1,0 ist keine Erneuerung notwendig, da die Lebenserwartung größer oder gleich der Nutzungsdauer ist.

Bei dem WDVS der tragenden Außenwand wird für die einzelnen Baustoffe eine einheitliche, baupraktisch sinnvolle Lebensdauer von 40 Jahren gewählt, vgl. Tabelle 3.3.2 sowie Kapitel 1.3, Seite 9. Da das WDVS bei allen 3 Wandsystemen, bis auf den Unterschied der Dämmschichtdicke, gleichermaßen enthalten ist, wäre auch bei einer rein mathematischen Berücksichtigung der Lebensdauer gemäß ID (vgl. Tabelle 3.3.2) der Unterschied zu den hier abgebildeten Ergebnissen vernachlässigbar gering. Dies gilt analog zu Abbildung 3.3.6 Seite 44 für den relativen Vergleich von Leichtbau- und Massivbauvarianten.

3.3.2 Lebenserwartung für die nichttragende Innenwände

Montageständerwand 3.45.05 von Rigips

Pos.	Materialbezeichnung	Lebensdauer nach ID	ID	Sonst. Datenquelle	Angesetzte Lebensdauer	Faktor
1	Beplankung „Rigips Die Blaue RF“, 2x12,5mm beidseits	50	903		50	1,0
	Schnellbauschrauben TN von Rigips	50	-	(A)	50	1,0
2	Filz (75/5mm) als Anschlussdichtung (Boden, Decke)	40	95	(III)	50	1,0
3.1	Rigips Wandprofil UW 75 (Boden-, Deckenanschluss)	90	225		90	1,0
	M6x35 als Metallspreizdübel, e = 500mm	50	58		50	1,0
3.2	Rigips Wandprofil CW 75 (75x50x0,6mm), e = 625mm	90	225		90	1,0
4	unkaschierte Glaswolle-Filz (60mm) ISOVER Akustic TF	40	94	(III)	50	1,0
5	Rigips VARIO Fugenspachtel	50	-	(A)	50	1,0

Kalksandsteinwand

Pos.	Materialbezeichnung	Lebensdauer nach ID	ID	Sonst. Datenquelle	Angesetzte Lebensdauer	Faktor
1	10 mm Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200 \text{ kg/m}^3$)	50	-	(##)	50	1,0
2	Kalksandstein KS L-12-1,6-2DF 115mm, $\rho = 1.600 \text{ kg/m}^3$	120	217		120	1,0
	zugehörige Normal-Mörtelfugen 12mm	120	-	(A)	120	1,0
3	10 mm Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200 \text{ kg/m}^3$)	50	-	(##)	50	1,0
4	horizontale Halterung am Wandkopf (Stahlwinkel 35x4mm St-37-2)	90	225		90	1,0
	M6x35 als Metallspreizdübel, e = 500mm	50	58		50	1,0
5	Mineralwolle b/d = 115/20 mm als Anschlussdichtung	40	95	(III)	50	1,0

ID Zwischenauswertung vom 01.09.2008 zur Überarbeitung der Nutzungsdauerangaben für den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des BMVBS

(A) Ansatz analog dem zugehörigen Bauteil (realistischer Ansatz auf sicherer Seite)

(III) Gemäß Umweltdeklaration liegt die Nutzungsdauer in der Größenordnung des jeweiligen Bauteils bzw. Gebäudes

(##) Baukonstruktionen im Kontext des architektonischen Entwerfens, Birkhäuser-Verlag 1994, Seite 37

Tabelle 3.3.1: Lebenserwartung für die nichttragenden Innenwände als Montageständerwand System 3.45.05 von Rigips sowie als Kalksandsteinwand der Dicke 115mm

3.3.3 Lebenserwartung für die tragenden Außenwände

Holzständerwand

Pos.	Materialbezeichnung	Lebensdauer nach ID	ID	Sonst. Datenquelle	Angesetzte Lebensdauer	Faktor
1	Beplankung Rigidur H 12,5mm (Gipsfaserplatte)	50	-	(**) Pkt. 21.	50	1,60
	Rigips VARIO Fugenspachtel	50	-	(A)	50	1,60
	Schnellbauschrauben Länge 35mm	50	-	(A)	50	1,60
2	Holzständer (KVH 140 / 60mm, e = 625mm)	50	82-84		50	1,60
	Schwellen (KVH 140/60mm)	50	82-84		50	1,60
	Rähm (KVH 140/60mm)	50	82-84		50	1,60
3	Gefachdämmung ISOVER Klemmfilz WLG 032 (d = 140mm; $\rho = 30\text{kg/m}^3$)	40	129	(III)	50	1,60
	Nägel 4,6x120 DIN EN 10 230-1, 2 je Anschluss	50	-	(A)	50	1,60
Wärmedämmverbundsystem → Wie bei Kalksandsteinwand						

Kalksandsteinwand

Pos.	Materialbezeichnung	Lebensdauer nach ID	ID	Sonst. Datenquelle	Angesetzte Lebensdauer	Faktor
1	10 mm Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200\text{kg/m}^3$)	50	-	(##)	50	1,6
2	Kalksandstein KS L-12-1,4-5DF 240mm, $\rho = 1.400\text{kg/m}^3$	100	73		100	1,0
	einschl. Normal-Mörtelfugen 12mm	100	-	(A)	100	1,0
Wärmedämmverbundsystem						
10	mineralischer Klebemörtel weber.therm.300	45	155-162		45	2,0
11	unkaschierte Steinwollgedämmplatten ISOVER Sillatherm WVP 1-035 280mm	40	94	(III)	40	2,0
12	mineralischer Armierungsmörtel weber.therm.300	30	-	(A)	40	2,0
13	Gewebe weber.therm 310	30	-	(A)	40	2,0
14	Grundierung weber.prim 403 (Voranstrich)	30	-	(A)	40	2,0
15	Oberputz (mineralisch) weber.star.220	30	168-171		40	2,0
16	Egalisierung weber.ton 414 (Fassadenfarbe)	15	-	(**) Pkt. 12	40	2,0 ^(B)
17	weber.therm Sockelabschlussprofil Aluminium	40	wie 371		40	2,0
	zugehörige Profil-Dübel 6x60 (3 Stck/m)	40	wie 371		40	2,0
18	weber.therm Sockel Aufsteckprofil Aluminium	40	wie 371		40	2,0

Porenbetonwand

Pos.	Materialbezeichnung	Lebensdauer nach ID	ID	Sonst. Datenquelle	Angesetzte Lebensdauer	Faktor
1	10 mm Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200\text{kg/m}^3$)	50	-	(##)	50	1,60
2	Porenbetonplanstein PPW4 - 0,50 240mm	60	69/72		60	1,33
	einschl. Dünnbettmörtel (Schichtdicke 1-3mm)	60	-	(A)	60	1,33
Wärmedämmverbundsystem → Wie bei Kalksandsteinwand						

ID Zwischenauswertung vom 01.09.2008 zur Überarbeitung der Nutzungsdauerangaben für den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“ des BMVBS

(A) Ansatz analog dem zugehörigen Bauteil (realistischer Ansatz auf sicherer Seite) (B) da gesamtes WDVSystem gemäß Ökobau.dat erfasst

(III) Gemäß Umweltdeklaration liegt die Nutzungsdauer in der Größenordnung des jeweiligen Bauteils bzw. Gebäudes

(##) F. Kölliker, H. Ronner, E. Rysler; Baukonstruktionen im Kontext des architektonischen Entwurfs, Birkhäuser-Verlag 1994, Seite 37

(**) gemäß Leitfaden Nachhaltiges Bauen vom Januar 2001 des BMVBS, Anlage 6

Tabelle 3.3.2: Lebenserwartung für die tragende Außenwand als Holzständerkonstruktion, mit Kalksandstein und Porenbeton

Normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die nichttragende Metallständerwand 3.45.05 von Rigips

Pos.	Materialbezeichnung		PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]
1	Bepankung „Rigips Die Blaue RF“	pro kg	3,35	0,13	0,213	6,92E-09	3,40E-04	8,05E-05	3,87E-05
	Rigips-Schnellbauschrauben TN	pro kg	56,7	8,38	4,43	3,53E-07	2,69E-02	9,34E-03	1,57E-03
2	Anschlussdichtung (Boden, Decke) Filz	pro kg	28,76	1,34	1,77	8,80E-08	6,70E-03	1,10E-03	3,40E-04
3	Rigips Wandprofil UW 75 (Boden-, Deckenanschluss)	pro kg	26,9	0,905	2,025	1,33E-08	5,51E-03	5,17E-04	8,71E-04
	M6x35 als Metallspreizdübel	pro kg	Wie Schnellbauschrauben						
3.1	Rigips Wandprofil CW 75 (75x50x0,6 mm)	pro kg	Wie Pos. 3						
4	Glaswolle ISOVER Akustic TF	pro kg	28,76	1,34	1,77	8,86E-08	6,70E-03	1,10E-03	3,40E-04
5	Rigips VARIO Fugenspachtel	pro kg	1,62	0,02	0,108	3,49E-09	1,40E-04	1,55E-05	1,33E-05
	Transport (Ökobau.dat - 9.3.1 LKW)	1/t*km	1,0066	0,00109	0,072	1,19E-10	0,00044	7,65E-05	3,50E-05
	end-of-life (EOL):								
	Ökobau.dat - 4.8 Recyclingpotenzial Stahl Feinblech	pro kg	-11,9	-0,055	-0,885	2,48E-08	-3,04E-03	-2,80E-04	-4,68E-04
	Ökobau.dat - 9.5 Bauschutt-Deponierung	pro kg	0,16	0,0106	0,0201	1,65E-10	8,25E-05	1,09E-05	1,31E-05
	Umweltdeklaration Gipsprodukte „Ökobilanz Recycling“	pro kg	0,1025	0,0001	0,007	1,00E-11	9,00E-05	1,39E-05	8,80E-06

PE ne Primärenergiebedarf aus Ressourcen [MJ]
 PE e Primärenergiebedarf aus regenerativen Ressourcen [MJ]
 GWP 100 Treibhauspotential [kg Kohlenstoffdioxid-Äquivalent]
 ODP Ozonabbaupotential [kg R11 (Fluorchlorkohlenwasserstoff)- Äquivalent]
 AP Versauerungspotential [kg Schwefeldioxid - Äquivalent]
 EP Eutrophierungspotential [kg Phosphat - Äquivalent]
 POCP Sommersmog- bzw. Photochemisches Oxidantienbildungspotential [kg Ethen - Äquivalent]

Tabelle 3.3.3: normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die nichttragende Metallständerwand 3.45.05 von Rigips

Ökobilanz für die nichttragende Metallständerwand von Rigips, eine Nutzungsdauer von 30 Jahren und eine Wandfläche von 18m²

Pos.	Materialbezeichnung	Masse [kg/18m ²]	J.	F [-]	PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]	Datenherkunft
1	Bepunktung „Die Blaue“	871,2	50	1,0	2918,5	113,3	185,6	6,0E-06	3,0E-01	7,0E-02	3,4E-02	UD „Gips-Feuerschutzplatten“
	Transport zur Baustelle				263,1	0,3	18,8	3,1E-08	1,1E-01	2,0E-02	9,1E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				139,4	9,2	17,5	1,4E-07	7,2E-02	9,5E-03	1,1E-02	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				87,7	0,1	6,3	1,0E-08	3,8E-02	6,7E-03	3,0E-03	OD 9.3.1 LKW
	Schnellbauschrauben	1,8	50	1,0	100,9	14,9	7,9	6,3E-07	4,8E-02	1,7E-02	2,8E-03	OD 7.4 Befestigungsmittel
	Transport zur Baustelle				0,5	0,0	0,0	6,3E-11	2,3E-04	4,1E-05	1,9E-05	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,3	0,0	0,0	2,9E-10	1,5E-04	1,9E-05	2,3E-05	OD 9.5 Bauschutt
(EOL) - Transport				0,2	0,0	0,0	2,1E-11	7,8E-05	1,4E-05	6,2E-06	OD 9.3.1 LKW	
2	Anschlussdichtung Filz	0,5	40	1,0	13,7	0,6	0,8	4,2E-08	3,2E-03	5,3E-04	1,6E-04	UD „Glaswolle-Platten“
	Transport zur Baustelle				0,1	0,0	0,0	1,7E-11	6,3E-05	1,1E-05	5,0E-06	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,1	0,0	0,0	7,9E-11	3,9E-05	5,2E-06	6,3E-06	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				0,0	0,0	0,0	5,7E-12	2,1E-05	3,7E-06	1,7E-06	OD 9.3.1 LKW
3.1	Profil UW 75 (Rigips)	8,5	90	1,0	229,2	7,7	17,3	1,1E-07	4,7E-02	4,4E-03	7,4E-03	OD 4.1.4 Stahl Feinblech
	Transport zur Baustelle				2,6	0,0	0,2	3,0E-10	1,1E-03	2,0E-04	8,9E-05	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) -				-101,4	-0,5	-7,5	2,1E-07	-2,6E-02	-2,4E-03	-4,0E-03	OD 4.8 Recycling Stahl
	(EOL) - Transport				2,6	0,0	0,2	3,0E-10	1,1E-03	2,0E-04	8,9E-05	OD 9.3.1 LKW
	M6x35	0,5	50	1,0	27,2	4,0	2,1	1,7E-07	1,3E-02	4,5E-03	7,5E-04	OD 7.4 Befestigungsmittel
	Transport zur Baustelle				0,1	0,0	0,0	1,7E-11	6,3E-05	1,1E-05	5,0E-06	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,1	0,0	0,0	7,9E-11	4,0E-05	5,2E-06	6,3E-06	OD 9.5 Bauschutt
(EOL) - Transport				0,0	0,0	0,0	5,7E-12	2,1E-05	3,7E-06	1,7E-06	OD 9.3.1 LKW	
3.2	Wandprofil CW 75	24,2	90	1,0	650,8	21,9	49,0	3,2E-07	1,3E-01	1,3E-02	2,1E-02	OD 4.1.4 Stahl Feinblech
	Transport zur Baustelle				7,3	0,0	0,5	8,6E-10	3,2E-03	5,6E-04	2,5E-04	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) -				-287,9	-1,3	-21,4	6,0E-07	-7,4E-02	-6,8E-03	-1,1E-02	OD 4.8 Recycling Stahl
	(EOL) - Transport				7,3	0,0	0,5	8,1E-10	3,2E-03	5,6E-04	2,5E-04	OD 9.3.1 LKW
4	Mineralwolle Isover	15,1	40	1,0	434,9	20,3	26,8	1,3E-06	1,0E-01	1,7E-02	5,1E-03	UD „Glaswolle-Platten“
	Transport zur Baustelle				4,6	0,0	0,3	5,4E-10	2,0E-03	3,5E-04	1,6E-04	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				2,4	0,2	0,3	2,5E-09	1,2E-03	1,7E-04	2,0E-04	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				1,5	0,0	0,1	1,8E-10	6,7E-04	1,2E-04	5,3E-05	OD 9.3.1 LKW
5	Rigips Fugenspachtel	5,4	50	1,0	8,7	0,1	0,6	1,9E-08	7,6E-04	8,4E-05	7,2E-05	UD „Gips-Spachtelmassen“
	Transport zur Baustelle				1,6	0,0	0,1	1,9E-10	7,1E-04	1,2E-04	5,7E-05	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,9	0,1	0,1	8,9E-10	4,5E-04	5,9E-05	7,1E-05	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				0,5	0,0	0,0	6,4E-11	2,4E-04	4,1E-05	1,9E-05	OD 9.3.1 LKW
	Σ Herstellung:				4383,9	182,9	290,1	8,7E-06	6,4E-01	1,3E-01	7,1E-02	
	Σ end-of-life:				-246,2	7,6	-11,0	9,6E-07	-2,6E-02	6,0E-04	-3,6E-03	
	Σ Transport:				379,9	0,4	27,2	4,5E-08	1,7E-01	2,9E-02	1,3E-02	
	Σ Gesamt:	927,2			4517,6	190,9	306,2	9,7E-06	7,8E-01	1,5E-01	8,1E-02	

J. Lebensdauer in Jahren F Anzahl der Erneuerungszyklen EOL end-of-life UD Umweltdeklaration OD Ökobau.dat

Table 3.3.4: Ökobilanz für die nichttragende Metallständerwand von Rigips, eine Nutzungsdauer von 30 Jahren und eine Wandfläche von 18m²

Normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die nichttragende Kalksandsteinwand

Pos.	Materialbezeichnung		PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]
1	Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200\text{kg/m}^3$)	pro kg	2,12	0,05	0,14	7,34E-09	1,90E-04	2,16E-05	1,82E-05
2	Kalksandstein KS L-12-1,6-2DF 115 mm, $\rho = 1.600\text{kg/m}^3$	pro t	1058	47,6	133,5	2,28E-06	0,12	0,017	0,012
2.1	Zugehörige Normal-Mörtelfugen		0,59	0,0106	0,0813	2,05E-09	1,89E-04	3,85E-05	2,12E-05
3	Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200\text{kg/m}^3$)	pro kg	wie Pos. 1						
4	horizontale Halterung am Wandkopf	pro kg	23,2	0,963	1,71	3,87E-08	4,82E-03	4,57E-04	7,38E-04
	M6x35 als Metallspreizdübel	pro kg	56,7	8,38	4,43	0,000000353	2,69E-02	9,34E-03	1,57E-03
5	Anschlussdichtung Decke Mineralwolle	pro kg	28,76	1,34	1,77	8,80E-08	6,70E-03	1,10E-03	3,40E-04
	Transport (Ökobau.dat - 9.3.1 LKW)	1/t*km	1,0066	0,00109	0,072	1,19E-10	0,00044	7,65E-05	3,50E-05
	end-of-life (EOL):								
	Ökobau.dat - 4.8 Recyclingpotenzial Stahl Feinblech	pro kg	-11,9	-0,0554	-0,885	2,48E-08	-3,04E-03	-2,80E-04	-4,68E-04
	Ökobau.dat - 9.5 Bauschutt-Deponierung	pro kg	0,16	0,0106	0,0201	1,65E-10	8,25E-05	1,09E-05	1,31E-05
	Ökobau.dat - 4.8 Recyclingpotential Stahlprofil	pro kg	-7,92	0,284	-0,567	2,78E-08	-2,01E-03	-1,93E-04	-3,31E-04
	Umweltdeklaration Gipsprodukte „Ökobilanz Recycling“	pro kg	0,1025	0,0001	0,007	1,00E-11	9,00E-05	1,39E-05	8,80E-06

PE ne Primärenergiebedarf aus Ressourcen [MJ]
PE e Primärenergiebedarf aus regenerativen Ressourcen [MJ]
GWP 100 Treibhauspotential [kg Kohlenstoffdioxid-Äquivalent]
ODP Ozonabbaupotential [kg R11 (Fluorchlorkohlenwasserstoff)- Äquivalent]
AP Versauerungspotential [kg Schwefeldioxid - Äquivalent]
EP Eutrophierungspotential [kg Phosphat - Äquivalent]
POCP Sommersmog- bzw. Photochemisches Oxidantienbildungspotential [kg Ethen - Äquivalent]

Tabelle 3.3.5: normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die nichttragende Kalksandsteinwand

Ökobilanz für die die nichttragende Kalksandsteinwand, eine Nutzungsdauer von 30 Jahren und eine Wandfläche von 18m²

Pos	Materialbezeichnung	Masse [kg/18m ²]	J.	F [-]	PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]	Datenherkunft
1	Gipsputz innen, d=10mm	216,0	50	1,0	457,9	10,8	30,2	1,6E-06	4,1E-02	4,7E-03	3,9E-03	UD Gipsprodukte „Gipsputz“
	Transport zur Baustelle				65,2	0,1	4,7	7,7E-09	2,9E-02	5,0E-03	2,3E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				34,6	2,3	4,3	3,6E-08	1,8E-02	2,4E-03	2,8E-03	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				21,7	0,0	1,6	2,6E-09	9,5E-03	1,7E-03	7,6E-04	OD 9.3.1 LKW
2	Kalksandstein KSL	2707,2	120	1,0	2864,2	128,9	361,4	6,2E-06	3,2E-01	4,6E-02	3,2E-02	UD „Kalksandstein“
	Transport zur Baustelle				817,5	0,9	58,5	9,7E-08	3,6E-01	6,2E-02	2,8E-02	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				433,2	28,7	54,4	4,5E-07	2,2E-01	3,0E-02	3,5E-02	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				272,5	0,3	19,5	3,2E-08	1,2E-01	2,1E-02	9,5E-03	OD 9.3.1 LKW
	Normal-Mörtelfugen	340,0	120	1,0	200,6	3,6	27,6	7,0E-07	6,4E-02	1,3E-02	7,2E-03	OD 1.4.02 Normalmörtel
	Transport zur Baustelle				102,7	0,1	7,3	1,2E-08	4,5E-02	7,8E-03	3,6E-03	OD 9.3.1 LKW
3	Gipsputz innen, d=10mm	216,0	50	1,0	457,9	10,8	30,2	1,6E-06	4,1E-02	4,7E-03	3,9E-03	UD Gips „QGipsputz“
	Transport zur Baustelle				65,2	0,1	4,7	7,7E-09	2,9E-02	5,0E-03	2,3E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				34,6	2,3	4,3	3,6E-08	1,8E-02	2,4E-03	2,8E-03	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				21,7	0,0	1,6	2,6E-09	9,5E-03	1,7E-03	7,6E-04	OD 9.3.1 LKW
4	horizontale Halterung	25,1	90	1,0	581,9	24,2	42,9	9,7E-07	1,2E-01	1,1E-02	1,9E-02	OD 4.1.3. Stahlprofil
	Transport zur Baustelle				7,6	0,0	0,5	9,0E-10	3,3E-03	5,8E-04	2,6E-04	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Recyclingpotential				-198,6	7,1	-14,2	7,0E-07	-5,0E-02	-4,8E-03	-8,3E-03	OD 4.8 Recclinqpotential
	(EOL) - Transport				7,6	0,0	0,5	9,0E-10	3,3E-03	5,8E-04	2,6E-04	OD 9.3.1 LKW
	M6x35 Metallspreizdübel	0,5	50	1,0	27,2	4,0	2,1	1,7E-07	1,3E-02	4,5E-03	7,5E-04	OD 7.4 Befestigungsmittel
	Transport zur Baustelle				0,1	0,0	0,0	1,7E-11	6,3E-05	1,1E-05	5,0E-06	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,1	0,0	0,0	7,9E-11	4,0E-05	5,2E-06	6,3E-06	OD 9.5 Bauschutt
5	Anschlussdichtung	0,8	40	1,0	23,8	1,1	1,5	7,3E-08	5,5E-03	9,1E-04	2,8E-04	UD „Glaswolle-Platten“
	Transport zur Baustelle				0,3	0,0	0,0	3,0E-11	1,1E-04	1,9E-05	8,7E-06	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,1	0,0	0,0	1,4E-10	6,8E-05	9,1E-06	1,1E-05	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				0,1	0,0	0,0	9,9E-12	3,6E-05	6,3E-06	2,9E-06	OD 9.3.1 LKW
	∑ Herstellung:				4613,5	183,4	496,0	1,1E-05	6,1E-01	8,5E-02	6,7E-02	
	∑ end-of-life:				358,2	44,0	55,7	1,3E-06	2,4E-01	3,3E-02	3,7E-02	
	∑ Transport:				1416,5	1,5	101,3	1,7E-07	6,2E-01	1,1E-01	4,9E-02	
	∑ Gesamt:	3505,6			6388,3	228,9	653,1	1,3E-05	1,5E+00	2,3E-01	1,5E-01	

J. Lebensdauer in Jahren F Anzahl der Erneuerungszyklen EOL end-of-life UD Umweltdeklaration OD Ökobau.dat

Tabelle 3.3.6: Ökobilanz für die die nichttragende Kalksandsteinwand, eine Nutzungsdauer von 30 Jahren und eine Wandfläche von 18m²

Normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Holzständerwand mit WDVS

Pos.	Materialbezeichnung		PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]	
1	Bepankung Rigidur H 12,5 mm (Gipsfaserplatte)	pro kg	4,9	0,06	0,308	1,24E-08	3,90E-04	6,55E-05	3,70E-05	
	Rigips VARIO Fugenspachtel	pro kg	1,62	0,02	0,108	3,49E-09	1,40E-04	1,55E-05	1,33E-05	
	Schnellbauschrauben Länge 35mm	pro kg	56,7	8,38	4,43	3,53E-07	2,69E-02	9,34E-03	1,57E-03	
2	Holzständer, Schwellen, Rähm	1/m ³	5144	10800	-818	2,79E-05	0,456	0,0679	0,0555	
3	Gefachdämmung ISOVER Klemmfilz WLG 032	pro kg	28,76	1,34	1,77	8,80E-08	6,70E-03	1,10E-03	3,40E-04	
	Nägel 4,6x120 DIN EN 10 230-1, 2 je Anschluss	pro kg	56,7	8,38	4,43	3,53E-07	2,69E-02	9,34E-03	1,57E-03	
10,12-16	Wärmedämmverbundsystem (ohne Dämmung)	pro kg	90	3,933	7,749	2,439E-07	0,0261	0,002295	0,003771	
11	ISOVER Sillatherm WVP 1-035 140 mm	pro kg	25,25	1,13	1,61	1,30E-07	4,40E-03	5,04E-04	3,60E-04	
17-18	Sockelabschlussprofil sowie Aufsteckprofil	pro kg	143	43,3	10,6	1,08E-06	0,0471	2,17E-03	2,95E-03	
	zugehörige Profil-Dübel 6x60	pro kg	56,7	8,38	4,43	3,53E-07	2,69E-02	9,34E-03	1,57E-03	
	Ökobau.dat - 2.21 WDVS 17,4 kg/m ²	pro m ²	100	4,37	8,61	2,71E-07	0,029	2,55E-03	4,19E-03	
	Transport (Ökobau.dat - 9.3.1 LKW)	1/t*km	1,0066	0,00109	0,072	1,19E-10	0,00044	7,65E-05	3,50E-05	
	end-of-life (EOL):									
	Ökobau.dat - 4.8 Recyclingpotenzial Stahl Feinblech	pro kg	-11,9	-0,0554	-0,885	2,48E-08	-3,04E-03	-2,80E-04	-4,68E-04	
	Ökobau.dat - 9.5 Bauschutt-Deponierung	pro kg	0,16	0,0106	0,0201	1,65E-10	8,25E-05	1,09E-05	1,31E-05	
	Umweltdeklaration Gipsprodukte „Ökobilanz Recycling“	pro kg	0,1025	0,0001	0,007	1,00E-11	9,00E-05	1,39E-05	8,80E-06	
	Ökobau.dat - 3.4 EOL_Holz, naturbelassen in MVA	pro kg	-13,7	-0,155	0,995	-3,26E-08	-0,000405	2,93E-07	-5,91E-05	
	Ökobau.dat - 4.8 Recyclingpotential Aluminium	pro kg	-109	-37,2	-8,3	-8,46E-07	-0,0379	-1,69E-03	-2,28E-03	

PE ne Primärenergiebedarf aus Ressourcen [MJ]
PE e Primärenergiebedarf aus regenerativen Ressourcen [MJ]
GWP 100 Treibhauspotential [kg Kohlenstoffdioxid-Äquivalent]
ODP Ozonabbaupotential [kg R11 (Fluorchlorkohlenwasserstoff)- Äquivalent]
AP Versauerungspotential [kg Schwefeldioxid - Äquivalent]
EP Eutrophierungspotential [kg Phosphat - Äquivalent]
POCP Sommersmog- bzw. Photochemisches Oxidantienbildungspotential [kg Ethen - Äquivalent]

Tabelle 3.3.7: normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Holzständerwand mit WDVS

Ökobilanz für die tragende Holzständerwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m² - Teil 1/2

Pos.	Materialbezeichnung	Masse [kg/18m ²]	J.	F [-]	PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]	Datenherkunft
1	Beplankung Rigidur H	594,0	50	1,6	4657,0	57,0	292,7	1,2E-05	3,7E-01	6,2E-02	3,5E-02	UD Gipsprodukte
	Transport zur Baustelle				287,0	0,3	20,5	3,4E-08	1,3E-01	2,2E-02	1,0E-02	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				152,1	10,1	19,1	1,6E-07	7,8E-02	1,0E-02	1,2E-02	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				95,7	0,1	6,8	1,1E-08	4,2E-02	7,3E-03	3,3E-03	OD 9.3.1 LKW
	Rigips Fugenspachtel	10,8	50	1,6	28,0	0,3	1,9	6,0E-08	2,4E-03	2,7E-04	2,3E-04	UD Gips „Spachtelmassen“
	Transport zur Baustelle				5,2	0,0	0,4	6,2E-10	2,3E-03	4,0E-04	1,8E-04	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				2,8	0,2	0,3	2,9E-09	1,4E-03	1,9E-04	2,3E-04	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				1,7	0,0	0,1	2,1E-10	7,6E-04	1,3E-04	6,0E-05	OD 9.3.1 LKW
	Schnellbauschrauben	1,4	50	1,6	126,1	18,6	9,8	7,8E-07	6,0E-02	2,1E-02	3,5E-03	OD 7.4 Befestigungsmittel
	Transport zur Baustelle				0,7	0,0	0,0	7,9E-11	2,9E-04	5,1E-05	2,3E-05	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,4	0,0	0,0	3,7E-10	1,8E-04	2,4E-05	2,9E-05	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				0,2	0,0	0,0	2,6E-11	9,8E-05	1,7E-05	7,8E-06	OD 9.3.1 LKW
2	Holzkonstruktion d=140mm	217,3	50	1,6	3381,2	7099,0	-537,7	1,8E-05	3,0E-01	4,5E-02	3,6E-02	OD 3.1.2 KVH
	Transport zur Baustelle				105,0	0,1	7,5	1,2E-08	4,6E-02	8,0E-03	3,7E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - MVA				-4763,7	-53,9	346,0	-1,1E-05	-1,4E-01	1,0E-04	-2,1E-02	OD 3.4 EOL Holz
	(EOL) - zuahöriger				105,0	0,1	7,5	1,2E-08	4,6E-02	8,0E-03	3,7E-03	OD 9.3.1 LKW
3	Gefachdämmung Isover	65,3	50	1,6	3005,7	140,0	185,0	9,2E-06	7,0E-01	1,1E-01	3,6E-02	UD „Glaswolle-Platten“
	Transport zur Baustelle				31,6	0,0	2,3	3,7E-09	1,4E-02	2,4E-03	1,1E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				16,7	1,1	2,1	1,7E-08	8,6E-03	1,1E-03	1,4E-03	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				10,5	0,0	0,8	1,2E-09	4,6E-03	8,0E-04	3,7E-04	OD 9.3.1 LKW
	Nägels 4,6x120	2,1	50	1,6	188,1	27,8	14,7	1,2E-06	8,9E-02	3,1E-02	5,2E-03	OD 7.4 Befestigungsmittel
	Transport zur Baustelle				1,0	0,0	0,1	1,2E-10	4,4E-04	7,6E-05	3,5E-05	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,5	0,0	0,1	5,5E-10	2,7E-04	3,6E-05	4,3E-05	OD 9.5 Bauschutt
(EOL) - Transport				0,3	0,0	0,0	3,9E-11	1,5E-04	2,5E-05	1,2E-05	OD 9.3.1 LKW	

Weitere Positionen siehe Teil 2/2 auf der folgenden Seite

J. Lebensdauer in Jahren F Anzahl der Erneuerungszyklen EOL end-of-life UD Umweltdeklaration OD Ökobau.dat MVA thermische Verwertung

Tabelle 3.3.8: Ökobilanz für die tragende Holzständerwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m² - Teil 1/2

Ökobilanz für die tragende Holzständerwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m² - Teil 2/2

Weitere Positionen siehe Teil 1/2 auf der vorherigen Seite

Pos.	Materialbezeichnung	Masse [kg/18m ²]	J.	F [-]	PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]	Datenherkunft
10, 12-16	WDVS (ohne Dämmung)	282,2	40	2,0	3240,0	141,6	279,0	8,8E-06	9,4E-01	8,3E-02	1,4E-01	OD 2.21 WDVS 17,4kg/m ²
	Transport zur Baustelle				170,5	0,2	12,2	2,0E-08	7,5E-02	1,3E-02	5,9E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				90,3	6,0	11,3	9,3E-08	4,7E-02	6,2E-03	7,4E-03	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				56,8	0,1	4,1	6,7E-09	2,5E-02	4,3E-03	2,0E-03	OD 9.3.1 LKW
11	Isover Sillatherm 140mm	289,8	40	2,0	14634,9	654,9	933,2	7,5E-05	2,6E+00	2,9E-01	2,1E-01	UD „Steinwolle-Platten“
	Transport zur Baustelle				175,0	0,2	12,5	2,1E-08	7,7E-02	1,3E-02	6,1E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				92,7	6,1	11,6	9,6E-08	4,8E-02	6,3E-03	7,6E-03	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				58,3	0,1	4,2	6,9E-09	2,6E-02	4,4E-03	2,0E-03	OD 9.3.1 LKW
17-18	Sockelabschlussprofil	4,9	40	2,0	1402,0	424,5	103,9	1,1E-05	4,6E-01	2,1E-02	2,9E-02	OD 4.3.1 Aluminium Blech
	Transport zur Baustelle				3,0	0,0	0,2	3,5E-10	1,3E-03	2,3E-04	1,0E-04	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Recyclinpotential				-1068,6	-364,7	-81,4	-8,3E-06	-3,7E-01	-1,7E-02	-2,2E-02	OD 4.8 Recycling
	(EOL) - zugehöriger Transport				3,0	0,0	0,2	3,5E-10	1,3E-03	2,3E-04	1,0E-04	OD 9.3.1 LKW
	zugehörige Profil-Dübel	0,2	40	2,0	20,4	3,0	1,6	1,3E-07	9,7E-03	3,4E-03	5,7E-04	OD 7.4 Befestigungsmittel
	Transport zur Baustelle				0,1	0,0	0,0	1,3E-11	4,8E-05	8,3E-06	3,8E-06	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,1	0,0	0,0	5,9E-11	3,0E-05	3,9E-06	4,7E-06	OD 9.5 Bauschutt
(EOL) - Transport				0,0	0,0	0,0	4,3E-12	1,6E-05	2,8E-06	1,3E-06	OD 9.3.1 LKW	
	∑ Herstellung:				30683,3	8566,9	1284,1	1,4E-04	5,5E+00	6,7E-01	4,9E-01	
	∑ end-of-life:				-5476,8	-395,1	309,3	-1,9E-05	-3,3E-01	7,8E-03	-1,4E-02	
	∑ Transport:				1110,7	1,2	79,4	1,3E-07	4,9E-01	8,4E-02	3,9E-02	
	∑ Gesamt:	1468,0			26317,2	8173,0	1672,8	1,2E-04	5,6E+00	7,7E-01	5,1E-01	

J. Lebensdauer in Jahren F Anzahl der Erneuerungszyklen EOL end-of-life UD Umweltdeklaration OD Ökobau.dat

Tabelle 3.3.9: Ökobilanz für die tragende Holzständerwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m² - Teil 2/2

Normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Kalksandsteinwand mit WDVS

Pos.	Materialbezeichnung		PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ - Äquiv.]	ODP [kg R11- Äquiv.]	AP [kg SO ₂ - Äquiv.]	EP [kg PO ₄ - Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]
1	Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200\text{kg/m}^3$)	pro kg	2,12	0,05	0,14	7,34E-09	1,90E-04	2,16E-05	1,82E-05
2	Kalksandstein KS L-12-1,4-5DF 240mm, $\rho = 1.400\text{kg/m}^3$	pro t	1058	47,6	133,5	2,28E-06	0,12	0,017	0,012
	einschl. Normal-Mörtelfugen	pro kg	0,59	0,0106	0,0813	2,05E-09	1,89E-04	3,85E-05	2,12E-05
10,12-16	Wärmedämmverbundsystem (ohne Dämmung)	pro m ²	101,49	4,44	8,74	2,75E-07	2,94E-02	2,59E-03	4,25E-03
11	ISOVER Sillatherm WVP 1-035 280mm	pro kg	25,25	1,13	1,61	1,30E-07	4,40E-03	5,04E-04	3,60E-04
	Sockelabschlussprofil sowie Aufsteckprofil	pro kg	143	43,3	10,6	1,08E-06	0,0471	2,17E-03	2,95E-03
17-18	zugehörige Profil-Dübel 6x60	pro kg	56,7	8,38	4,43	3,53E-07	2,69E-02	9,34E-03	1,57E-03
	Ökobau.dat - 2.21 WDVS 17,4kg/m ²	1m ²	100	4,37	8,61	2,71E-07	0,029	2,55E-03	4,19E-03
	Transport (Ökobau.dat - 9.3.1 LKW)	1/t*km	1,0066	0,00109	0,072	1,19E-10	0,00044	7,65E-05	3,50E-05
	end-of-life (EOL):								
	Ökobau.dat - 9.5 Bauschutt-Deponierung	pro kg	0,16	0,0106	0,0201	1,65E-10	8,25E-05	1,09E-05	1,31E-05
	Umweltdeklaration Gipsprodukte „Ökobilanz Recycling“	pro kg	0,1025	0,0001	0,007	1,00E-11	9,00E-05	1,39E-05	8,80E-06
	Ökobau.dat - 4.8 Recyclingpotential Aluminium	pro kg	-109	-37,2	-8,3	-8,46E-07	-0,0379	-1,69E-03	-2,28E-03

PE ne Primärenergiebedarf aus Ressourcen [MJ]
PE e Primärenergiebedarf aus regenerativen Ressourcen [MJ]
GWP 100 Treibhauspotential [kg Kohlenstoffdioxid-Äquivalent]
ODP Ozonabbaupotential [kg R11 (Fluorchlorkohlenwasserstoff)- Äquivalent]
AP Versauerungspotential [kg Schwefeldioxid - Äquivalent]
EP Eutrophierungspotential [kg Phosphat - Äquivalent]
POCP Sommersmog- bzw. Photochemisches Oxidantienbildungspotential [kg Ethen - Äquivalent]

Tabelle 3.3.10: normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Kalksandsteinwand mit WDVS

Ökobilanz für die die tragende Kalksandsteinwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m²

Pos.	Materialbezeichnung	Masse [kg/18m ²]	J.	F [-]	PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]	Datenherkunft
1	Gipsputz innen, d=10mm	216,0	50	1,6	732,7	17,3	48,4	2,5E-06	6,6E-02	7,5E-03	6,3E-03	UD Gipsprodukte
	Transport zur Baustelle				104,4	0,1	7,5	1,2E-08	4,6E-02	7,9E-03	3,6E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				55,3	3,7	6,9	5,7E-08	2,9E-02	3,8E-03	4,5E-03	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				34,8	0,0	2,5	4,1E-09	1,5E-02	2,6E-03	1,2E-03	OD 9.3.1 LKW
2	Kalksandstein 240mm	5054,4	100	1,0	5347,6	240,6	674,8	1,2E-05	6,1E-01	8,6E-02	6,1E-02	UD „Kalksandstein“
	Transport zur Baustelle				1526,3	1,7	109,2	1,8E-07	6,7E-01	1,2E-01	5,3E-02	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				808,7	53,6	101,6	8,3E-07	4,2E-01	5,5E-02	6,6E-02	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				508,8	0,6	36,4	6,0E-08	2,2E-01	3,9E-02	1,8E-02	OD 9.3.1 LKW
	Normal-Mörtelfugen	680,0	100	1,0	401,2	7,2	55,3	1,4E-06	1,3E-01	2,6E-02	1,4E-02	OD 1.4.02 Normalmörtel
	Transport zur Baustelle				205,3	0,2	14,7	2,4E-08	9,0E-02	1,6E-02	7,1E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				108,8	7,2	13,7	1,1E-07	5,6E-02	7,4E-03	8,9E-03	OD 9.5 Bauschutt
(EOL) - Transport				68,4	0,1	4,9	8,1E-09	3,0E-02	5,2E-03	2,4E-03	OD 9.3.1 LKW	
10, 12-16	WDVS (ohne Dämmung)	318,2	40	2,0	3653,8	159,7	314,6	9,9E-06	1,1E+00	9,3E-02	1,5E-01	OD 2.21 WDVS
	Transport zur Baustelle				192,2	0,2	13,7	2,3E-08	8,4E-02	1,5E-02	6,7E-03	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				101,8	6,7	12,8	1,1E-07	5,3E-02	7,0E-03	8,3E-03	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				64,1	0,1	4,6	7,6E-09	2,8E-02	4,9E-03	2,2E-03	OD 9.3.1 LKW
11	Isover Sillatherm 280mm	579,6	40	2,0	29269,8	1309,9	1866,3	1,5E-04	5,1E+00	5,8E-01	4,2E-01	UD „Steinwolle-Platten“
	Transport zur Baustelle				350,1	0,4	25,0	4,1E-08	1,5E-01	2,7E-02	1,2E-02	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				185,5	12,3	23,3	1,9E-07	9,6E-02	1,3E-02	1,5E-02	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - Transport				116,7	0,1	8,3	1,4E-08	5,1E-02	8,9E-03	4,1E-03	OD 9.3.1 LKW
17-18	Sockelabschlussprofil	11,2	40	2,0	3196,9	968,0	237,0	2,4E-05	1,1E+00	4,9E-02	6,6E-02	OD 4.3.1 Aluminium
	Transport zur Baustelle				6,8	0,0	0,5	8,0E-10	3,0E-03	5,1E-04	2,3E-04	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) -				-2436,8	-831,6	-185,6	-1,9E-05	-8,5E-01	-3,8E-02	-5,1E-02	OD 9.5 Bauschutt
	(EOL) - zugehöriger				6,8	0,0	0,5	8,0E-10	3,0E-03	5,1E-04	2,3E-04	OD 9.3.1 LKW
	zugehörige Profil-Dübel	0,4	40	2,0	40,8	6,0	3,2	2,5E-07	1,9E-02	6,7E-03	1,1E-03	OD 7.4
	Transport zur Baustelle				0,2	0,0	0,0	2,6E-11	9,5E-05	1,7E-05	7,6E-06	OD 9.3.1 LKW
	(EOL) - Deponierung				0,1	0,0	0,0	1,2E-10	5,9E-05	7,9E-06	9,4E-06	OD 9.5 Bauschutt
(EOL) - Transport				0,1	0,0	0,0	8,6E-12	3,2E-05	5,5E-06	2,5E-06	OD 9.3.1 LKW	
	Σ Herstellung:				42642,8	2708,7	3199,5	2,0E-04	8,0E+00	8,5E-01	7,2E-01	
	Σ end-of-life:				-1176,6	-748,2	-27,2	-1,8E-05	-2,0E-01	4,8E-02	5,2E-02	
	Σ Transport:				3184,9	3,4	227,8	3,8E-07	1,4E+00	2,4E-01	1,1E-01	
	Σ Gesamt:	6859,8			44651,0	1964,0	3400,1	1,8E-04	9,2E+00	1,1E+00	8,8E-01	

J=Lebensdauer in Jahren F=Anzahl der Erneuerungszyklen EOL=end-of-life DU=Umweltdeklaration OD=Ökobilau.dat

Tabelle 3.3.11: Ökobilanz für die die tragende Kalksandsteinwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m²

Normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Porenbetonwand mit WDVS

Pos.	Materialbezeichnung		PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]	
1	Gipsputz (Dichte $\rho = 1.200\text{kg/m}^3$)	pro kg	2,12	0,05	0,14	7,34E-09	1,90E-04	2,16E-05	1,82E-05	
2	Porenbetonplanstein PPW4 - 0,50 24mm	pro m ³	1683	76	217	1,09E-05	0,285	0,049	0,042	
	einschl. Dünnbettmörtel (Schichtdicke 1-3mm)	pro kg	3,0	0,166	0,38	9,46E-09	7,21E-04	1,01E-04	9,73E-05	
10,12-16	Wärmedämmverbundsystem (ohne Dämmung)	pro m ²	101,49	4,44	8,74	2,75E-07	2,94E-02	2,59E-03	4,25E-03	
11	ISOVER Sillatherm WVP 1-035 220mm	pro kg	25,25	1,13	1,61	1,30E-07	4,40E-03	5,04E-04	3,60E-04	
	Sockelabschlussprofil sowie Aufsteckprofil	pro kg	143	43,3	10,6	1,08E-06	0,0471	2,17E-03	2,95E-03	
17-18	zugehörige Profil-Dübel 6x60 (3 Stck/m)	pro kg	56,7	8,38	4,43	3,53E-07	2,69E-02	9,34E-03	1,57E-03	
	Ökobau.dat - 2.21 WDVS 17,4kg/m ²	1m ²	100	4,37	8,61	2,71E-07	0,029	2,55E-03	4,19E-03	
	Transport (Ökobau.dat - 9.3.1 LKW)	1/t*km	1,0066	0,00109	0,072	1,19E-10	0,00044	7,65E-05	3,50E-05	
	end-of-life (EOL):									
	Ökobau.dat - 9.5 Bauschutt-Deponierung	pro kg	0,16	0,0106	0,0201	1,65E-10	8,25E-05	1,09E-05	1,31E-05	
	Umweltdeklaration Gipsprodukte „Ökobilanz Recycling“	pro kg	0,1025	0,0001	0,007	1,00E-11	9,00E-05	1,39E-05	8,80E-06	
	Ökobau.dat - 4.8 Recyclingpotenmtial Aluminium	pro kg	-109	-37,2	-8,3	-8,46E-07	-0,0379	-1,69E-03	-2,28E-03	

- PE ne Primärenergiebedarf aus Ressourcen [MJ]
PE e Primärenergiebedarf aus regenerativen Ressourcen [MJ]
GWP 100 Treibhauspotential [kg Kohlenstoffdioxid-Äquivalent]
ODP Ozonabbaupotential [kg R11 (Fluorchlorkohlenwasserstoff)- Äquivalent]
AP Versauerungspotential [kg Schwefeldioxid - Äquivalent]
EP Eutrophierungspotential [kg Phosphat - Äquivalent]
POCP Sommersmog- bzw. Photochemisches Oxidantienbildungspotential [kg Ethen - Äquivalent]

Tabelle 3.3.12: Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Porenbetonwand mit WDVS

Ökobilanz für die tragende Porenbetonwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m²

Pos.	Materialbezeichnung	Masse [kg/18m ²]	J.	F [-]	PE ne [MJ]	PE e [MJ]	GWP 100 [kg CO ₂ -Äquiv.]	ODP [kg R11-Äquiv.]	AP [kg SO ₂ -Äquiv.]	EP [kg PO ₄ -Äquiv.]	POCP [kg C ₂ H ₄ -Äquiv.]	Datenherkunft	
1	Gipsputz innen	216,0	50	1,6	732,7	17,3	48,4	2,5E-06	6,6E-02	7,5E-03	6,3E-03	DU Gipsprodukte „Gipsputz“	
	Transport zur Baustelle				104,4	0,1	7,5	1,2E-08	4,6E-02	7,9E-03	3,6E-03	OD 9.3.1 LKW	
	(EOL) – Deponierung				55,3	3,7	6,9	5,7E-08	2,9E-02	3,8E-03	4,5E-03	OD 9.5 Bauschutt	
	(EOL) – Transport				34,8	0,0	2,5	4,1E-09	1,5E-02	2,6E-03	1,2E-03	OD 9.3.1 LKW	
2	Porenbeton 240mm	2147,9	60	1,3	9639,9	435,3	1242,9	6,2E-05	1,6E+00	2,8E-01	2,4E-01	DU „Ytona-Porenbeton“	
	Transport zur Baustelle				864,8	0,9	61,9	1,0E-07	3,8E-01	6,6E-02	3,0E-02	OD 9.3.1 LKW	
	(EOL) – Deponierung				458,2	30,4	57,6	4,7E-07	2,4E-01	3,1E-02	3,8E-02	OD 9.5 Bauschutt	
	(EOL) – Transport				288,3	0,3	20,6	3,4E-08	1,3E-01	2,2E-02	1,0E-02	OD 9.3.1 LKW	
	Dünnbettmörtel	51,8	60	1,3	207,4	11,5	26,3	6,5E-07	5,0E-02	7,0E-03	6,7E-03	OD 1.4.02 Dünnbettmörtel	
Transport zur Baustelle	20,9				0,0	1,5	2,5E-09	9,1E-03	1,6E-03	7,3E-04	OD 9.3.1 LKW		
(EOL) – Deponierung	11,1				0,7	1,4	1,1E-08	5,7E-03	7,6E-04	9,1E-04	OD 9.5 Bauschutt		
(EOL) – Transport	7,0				0,0	0,5	8,2E-10	3,0E-03	5,3E-04	2,4E-04	OD 9.3.1 LKW		
10. 12-16	WDVS (ohne	318,2	40	2,0	3653,8	159,7	314,6	9,9E-06	1,1E+00	9,3E-02	1,5E-01	OD 2.21 WDVS 17,4kg/m ²	
	Transport zur Baustelle				192,2	0,2	13,7	2,3E-08	8,4E-02	1,5E-02	6,7E-03	OD 9.3.1 LKW	
	(EOL) – Deponierung				101,8	6,7	12,8	1,1E-07	5,3E-02	7,0E-03	8,3E-03	OD 9.5 Bauschutt	
	(EOL) – Transport				64,1	0,1	4,6	7,6E-09	2,8E-02	4,8E-03	2,2E-03	OD 9.3.1 LKW	
11	Isover Sillatherm	455,4	40	2,0	22997,7	1029,2	1466,4	1,2E-04	4,0E+00	4,6E-01	3,3E-01	DU „Steinwolle-Platten“	
	Transport zur Baustelle				275,0	0,3	19,7	3,3E-08	1,2E-01	2,1E-02	9,6E-03	OD 9.3.1 LKW	
	(EOL) – Deponierung				145,7	9,7	18,3	1,5E-07	7,5E-02	1,0E-02	1,2E-02	OD 9.5 Bauschutt	
	(EOL) – Transport				91,7	0,1	6,6	1,1E-08	4,0E-02	7,0E-03	3,2E-03	OD 9.3.1 LKW	
17-18	Sockelabschlussprofil	11,2	40	2,0	3196,9	968,0	237,0	2,4E-05	1,1E+00	4,9E-02	6,6E-02	OD 4.3.1 Aluminium Blech	
	Transport zur Baustelle				6,8	0,0	0,5	8,0E-10	3,0E-03	5,1E-04	2,3E-04	OD 9.3.1 LKW	
	(EOL) –				-2436,8	-831,6	-185,6	-1,9E-05	-8,5E-01	-3,8E-02	-5,1E-02	OD 9.5 Bauschutt	
		(EOL) – zugehöriger				6,8	0,0	0,5	8,0E-10	3,0E-03	5,1E-04	2,3E-04	OD 9.3.1 LKW
		zugehörige Profil-Dübel	0,4	40	2,0	40,8	6,0	3,2	2,5E-07	1,9E-02	6,7E-03	1,1E-03	OD 7.4 Befestigungsmittel
	Transport zur Baustelle	0,2				0,0	0,0	2,6E-11	9,5E-05	1,7E-05	7,6E-06	OD 9.3.1 LKW	
	(EOL) – Deponierung	0,1				0,0	0,0	1,2E-10	5,9E-05	7,9E-06	9,4E-06	OD 9.5 Bauschutt	
(EOL) – Transport	0,1	0,0				0,0	8,6E-12	3,2E-05	5,5E-06	2,5E-06	OD 9.3.1 LKW		
	∑ Herstellung:				40469,1	2627,0	3338,7	2,2E-04	7,9E+00	9,0E-01	8,0E-01		
	∑ end-of-life:				-1664,5	-780,5	-88,5	-1,8E-05	-4,5E-01	1,5E-02	1,2E-02		
	∑ Transport:				1956,9	2,1	140,0	2,3E-07	8,6E-01	1,5E-01	6,8E-02		
	∑ Gesamt:	3200,9			40761,5	1848,6	3390,2	2,0E-04	8,3E+00	1,1E+00	8,8E-01		

J. Lebensdauer in Jahren F Anzahl der Erneuerungszyklen EOL end-of-life UD Umweltdeklaration OD Ökobau.dat

Tabelle 3.3.13: Ökobilanz für die tragende Porenbetonwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m²

3.3.4 Auswertung der Ergebnisse für die nichttragenden Innenwände

Bei der massiven Innenwand ist im Vergleich zur Innenwand in Metallständerbauweise ca. 40% mehr Primärenergie aufzuwenden. Hierzu trägt der berücksichtigte Transport wesentlich bei, da bei der massiven Bauweise der Anteil am Primärenergieverbrauch mit ca. 22 Prozent relativ hoch ist (siehe hierzu Abbildung 3.3.1). Die mittlere Transportstrecke inklusive An- und Abfahrt ist bei einer angenommenen Entfernung Werk-Baustelle von 150 km mit insgesamt 300 km berücksichtigt. Es liegt gemäß der Datenbank Ökobau.dat der Lastkraftwagen mit einer Nutzlast von 14,5 Tonnen zugrunde.

Der „break-even-point“, ab dem bei der Kalksandsteinwand im Vergleich zur Trockenbauweise wegen einer kürzeren Transportstrecke weniger Primärenergie im Lebenszyklus verbraucht würde, wird nicht erreicht. Auch ohne Berücksichtigung der Umweltwirkungen infolge des Transports ergibt sich für die Herstellung der massiven Innenwand ein um ca. 20% (siehe Abbildung 3.3.2) größerer Primärenergiebedarf als für die Metallständerwand.

Der Anteil an erneuerbaren Energieträgern ist bei beiden Wandsystemen gering und nahezu ohne Einfluss. Abbildung 3.3.2 ist zu entnehmen, dass bei der Metallständerwand das Recyclingpotential der Wandprofile mit ca. -250 MJ zu einer Reduktion des Primärenergieaufwands beiträgt.

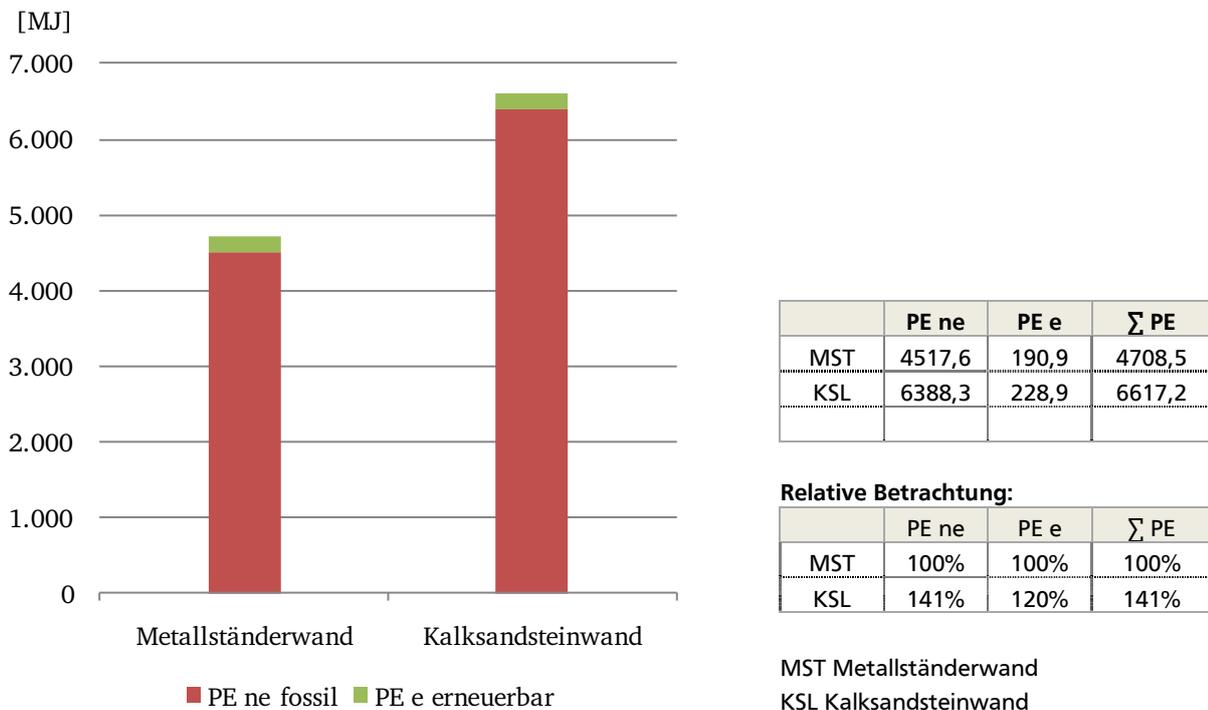


Abbildung 3.3.1: Primärenergiebedarf (PE) für den Gesamtlebenszyklus der Innenwände

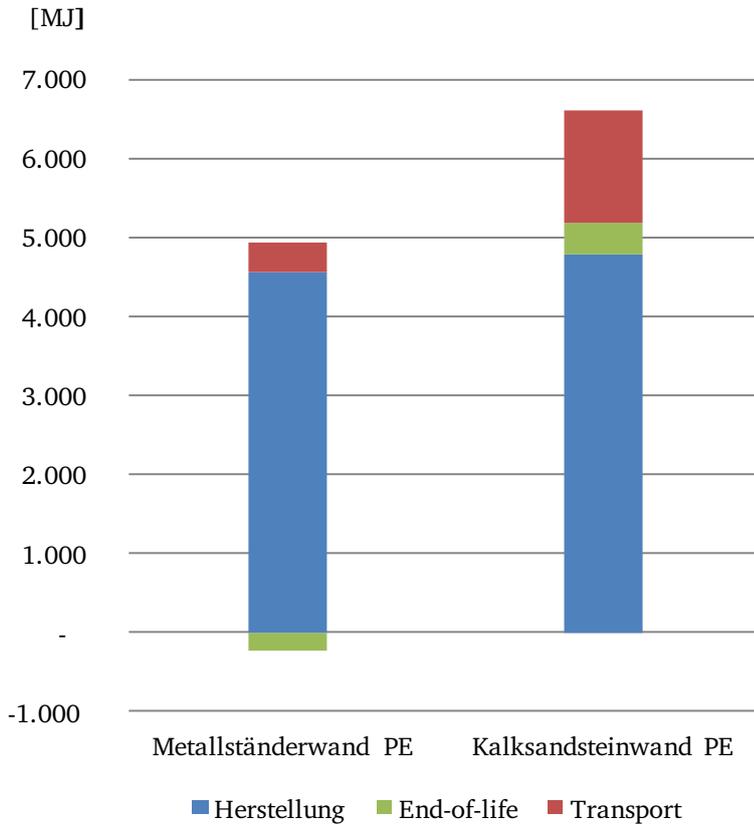


Abbildung 3.3.2: Primärenergiebedarf (PE) der nichttragenden Innenwände, aufgeschlüsselt nach Herstellung, Transport sowie „end-of-life“

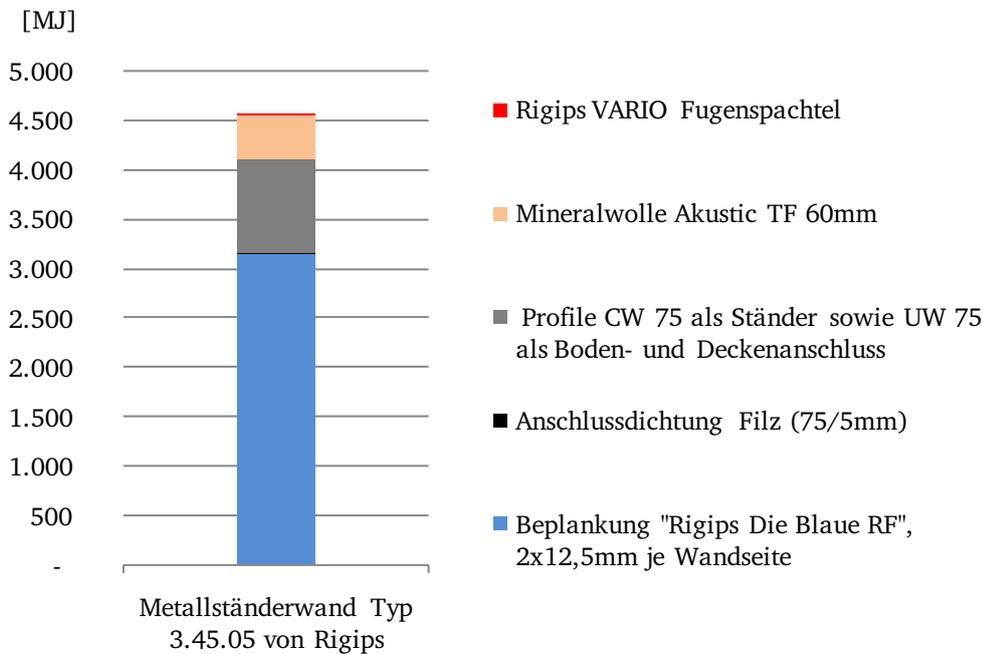


Abbildung 3.3.3: Primärenergiebedarf (PE) zur Herstellung der einzelnen Komponenten der Metallständerwand Typ 3.45.05 von Rigips

In Abbildung 3.3.3 ist der Primärenergieanteil, welcher für die Herstellung der leichten Metallständerwand benötigt wird, nach einzelnen Wandsystem-Komponenten aufgeschlüsselt. Die Befestigungsmittel wurden dabei dem jeweils zugehörigen Bauteil, also beispielsweise die Schnellbauschrauben der Beplankung, zugeschlagen. Es zeigt sich, dass für die Herstellung der Beplankung (beidseits jeweils 2 x 12,5 mm) ca. 65 Prozent des Primärenergiebedarfs zur Herstellung der gesamten Wand benötigt werden.

	GWP 100 kg CO ₂ -Äquiv.	ODP kg R11-Äquiv.	AP kg SO ₂ -Äquiv.	EP kg PO ₄ -Äquiv.	POCP kg C ₂ H ₄ -Äquiv.
Metallständerwand	306,2	9,7E-06	7,8E-01	1,5E-01	8,1E-02
Kalksandsteinwand	653,1	1,3E-05	1,5E+00	2,3E-01	1,5E-01

Relative Betrachtung:

Metallständerwand	100%	100%	100%	100%	100%
Kalksandsteinwand	213%	131%	187%	146%	190%

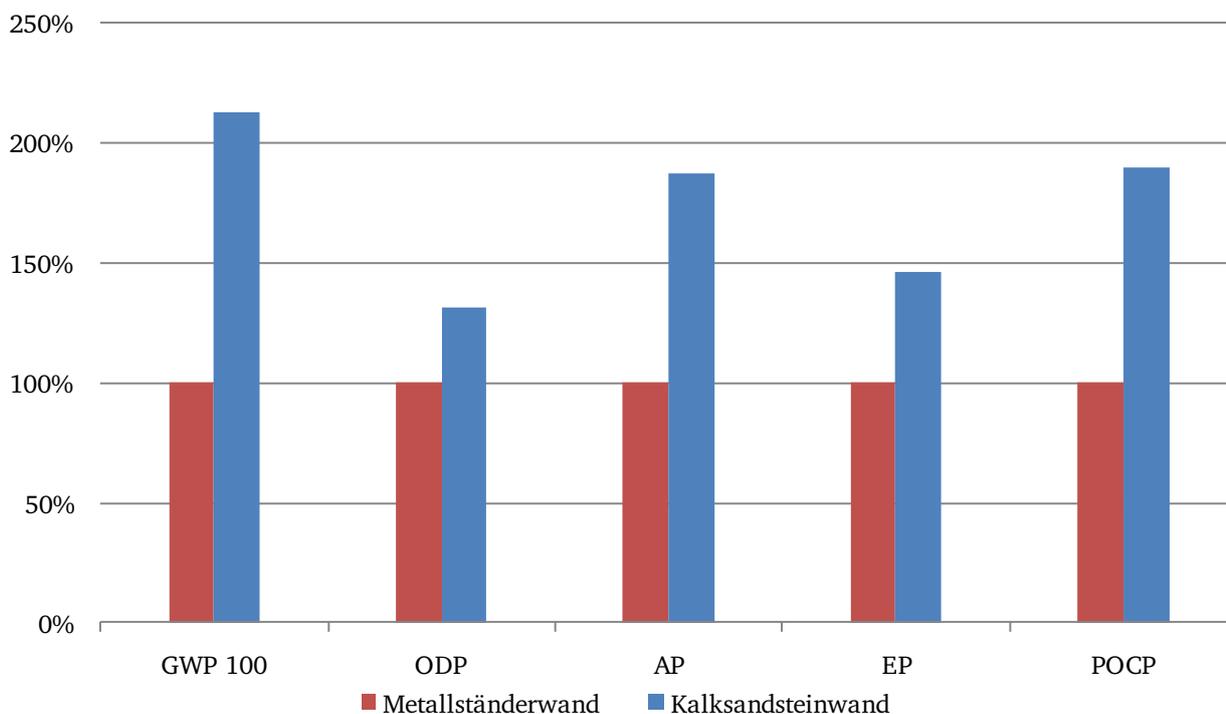


Abbildung 3.3.4: relativer Vergleich weiterer Wirkungskategorien für den Gesamtlebenszyklus der Innenwände, inklusive des Transportanteils

Die weiteren Wirkungskategorien (vgl. Abbildung 3.3.4) bestätigen durchgängig den ökologischen Vorteil der Trockenbauwand.

Auch bei Betrachtung der weiteren Wirkungskategorien ohne den Anteil aus Transport (vgl. Abbildung 3.3.5), wird deutlich, dass bis auf den Wirkungsmechanismus des Überdüngungspotentials (EP) bei der Herstellung der Trockenbauvariante weniger Schadstoffe emittiert werden. Im Vergleich zur massiven Innenwand werden für die reine Herstellung der Metallständerwand nur ca. die Hälfte der Treibhausgase (GWP100) an die Umwelt abgegeben.

	GWP 100 kg CO ₂ -Äquiv.	ODP kg R11-Äquiv.	AP kg SO ₂ -Äquiv.	EP kg PO ₄ -Äquiv.	POCP kg C ₂ H ₄ -Äquiv.
Metallständerwand	279,0	9,6E-06	6,2E-01	1,3E-01	6,8E-02
Kalksandsteinwand	551,7	1,3E-05	8,5E-01	1,2E-01	1,0E-01

Relative Betrachtung:

Metallständerwand	100%	100%	100%	100%	100%
Kalksandsteinwand	198%	130%	137%	94%	155%

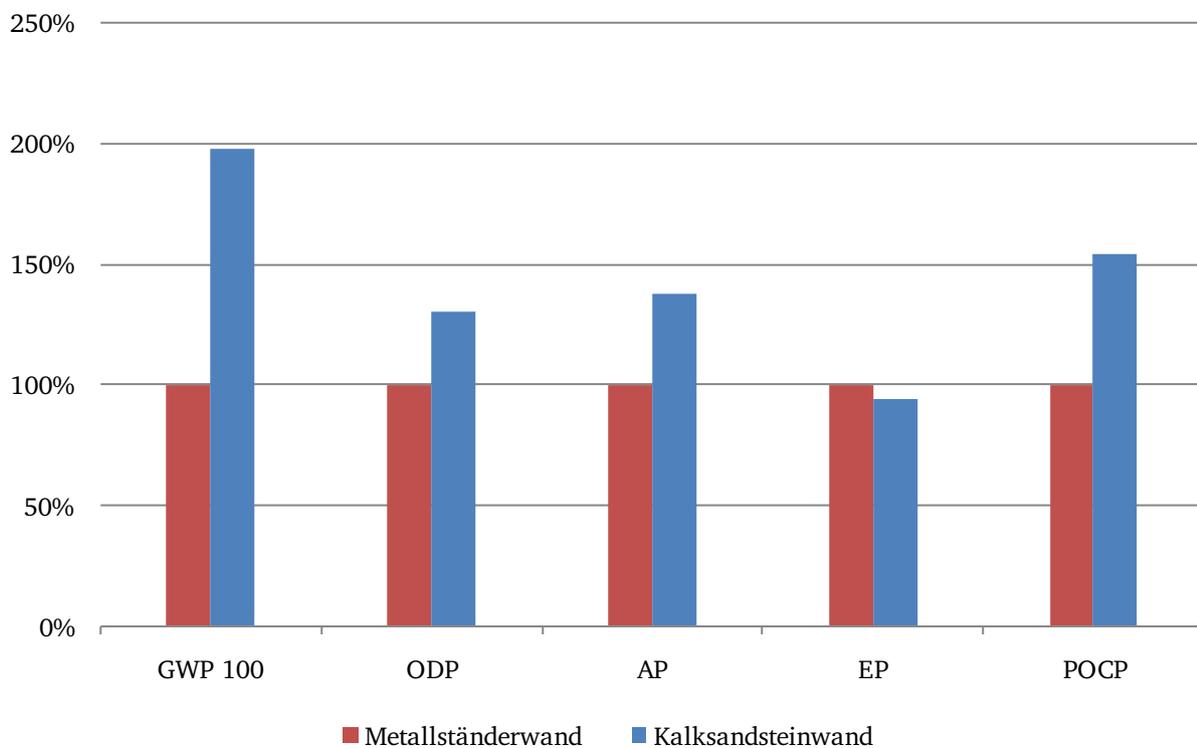
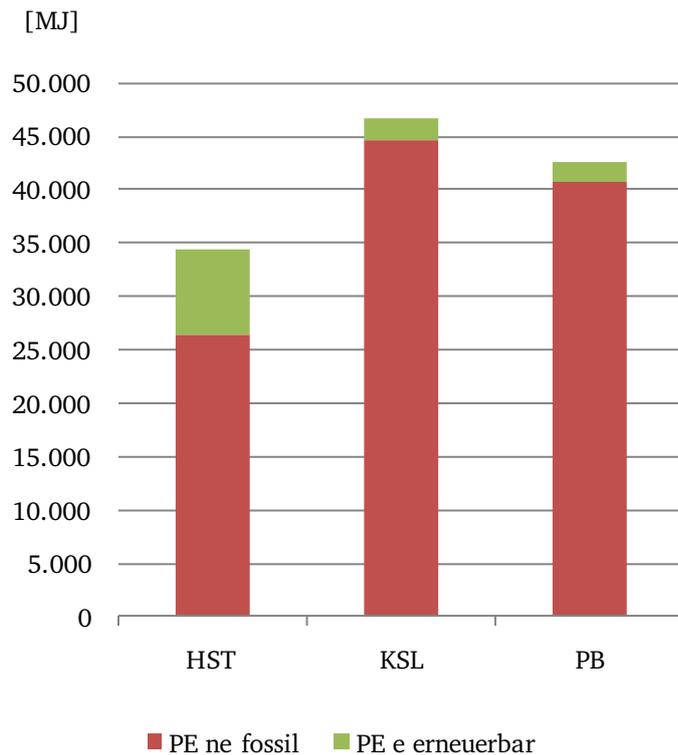


Abbildung 3.3.5: relativer Vergleich weiterer Wirkungskategorien für den Gesamtlebenszyklus der Innenwände, ohne Transport

3.3.5 Auswertung der Ergebnisse für die tragenden Außenwände

Für die tragenden Außenwände wurde die Holzständerwand mit den massiven Außenwänden aus Kalksandstein sowie Porenbeton, die beide jeweils mit einem Wärmedämmverbundsystem gedämmt sind, verglichen.

Trotz des deutlich höheren Anteils an erneuerbaren Energieträgern bei dem Trockenbausystem ist bei den massiven Bauweisen insgesamt, bei Betrachtung des gesamten Primärenergiebedarfs (fossil und erneuerbar), ca. 24-35 % mehr Primärenergie aufzuwenden als für die Leichtbauweise (vgl. hierzu Abbildung 3.3.6).



	PE ne	PE e	Σ PE
HST	26317,2	8173,0	34490,2
KSL	44651,0	1964,0	46615,0
PB	40761,5	1848,6	42610,1

Relative Betrachtung:

	PE ne	PE e	Σ PE
HST	100%	100%	100%
KSL	170%	24%	135%
PB	155%	23%	124%

HST Holzständerwand
 KSL Kalksandsteinwand
 PB Porenbetonwand

Abbildung 3.3.6: Primärenergiebedarf (PE) für den Gesamtlebenszyklus der tragenden Außenwände

Der Einfluss des Transports auf den Primärenergiebedarf ist bei den massiven Außenwänden mit ca. 5-7 Prozent gering und ohne Einfluss auf die vergleichende Bewertung (siehe 3.3.7). Entlastend wirkt bei der Holzständerwand der Energiegewinn (ca. -4750 MJ) infolge der thermischen Verwertung durch Verbrennung in der Müllverbrennungsanlage (MVA). Bei allen drei Wandtypen resultieren am „end-of-life“ energetische Gewinne aus dem Recyclingpotential der unteren Aluminium-Sockelprofile bzw. Aluminium-Abschlussprofile des Wärmedämmverbundsystems.

In Abbildung 3.3.8 ist für die Holzständeraußenwand der Primärenergieanteil, welcher für die Herstellung benötigt wird, nach einzelnen System-Komponenten aufgeschlüsselt. Im Datensatz „WDVS ohne Dämmung“ sind dabei der Klebe- und Armierungsmörtel, das Metallgewebe, die Grundierung sowie der Oberputz einschließlich Egalisierung enthalten. Die Befestigungsmittel wurden dem jeweils zugehörigen Bauteil, z.B. die Nägel den Holzständern, zugeschlagen.

Der vorgenannten Abbildung ist zu entnehmen, dass der Anteil am Primärenergiebedarf zur Herstellung der gesamten Wand für die unkaschierten Steinwollgedämmplatten ca. 39 % ausmacht, für den Klemmfalz im Gefach hingegen nur ca. 8 %. Bei der Herstellung des Glaswolle-Klemmfalzes ist somit deutlich weniger Energie aufzuwenden als für die Steinwollgedämmplatte.

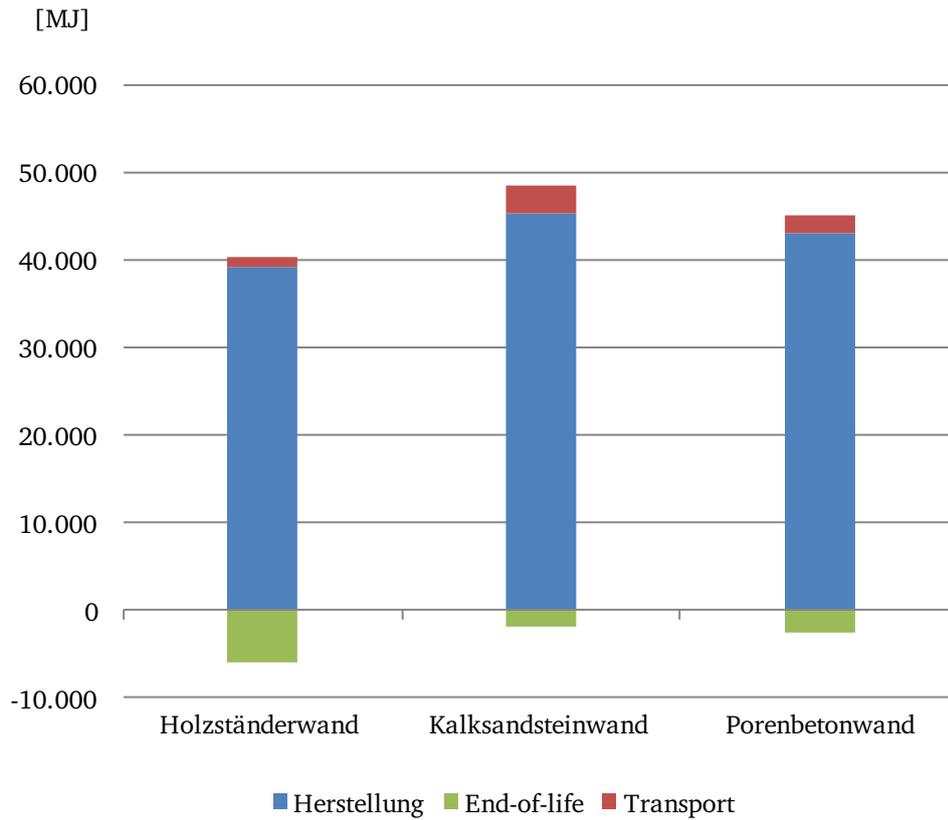


Abbildung 3.3.7: Primärenergiebedarf (PE) der tragenden Außenwände, aufgeschlüsselt nach Herstellung, Transport sowie „end-of-life“

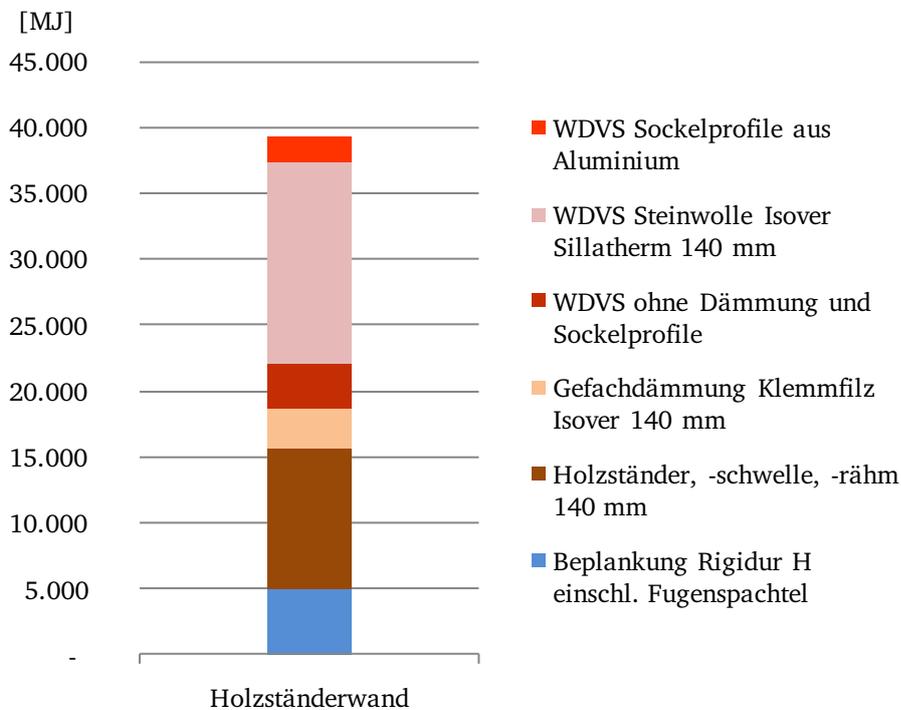


Abbildung 3.3.8: Primärenergiebedarf (PE) zur Herstellung der Holzständerwand für die einzelnen Komponenten

Auch bei allen anderen hier betrachteten Wirkungskategorien emittiert die Holzständerwand die kleinste Menge an Umweltschadstoffen. Hervorzuheben ist insbesondere das Treibhauspotential mit nur halb so viel anfallendem CO₂ im Vergleich zur Kalksandstein- als auch zur Porenbetonwand.

	GWP 100 kg CO ₂ -Äquiv.	ODP kg R11-Äquiv.	AP kg SO ₂ -Äquiv.	EP kg PO ₄ -Äquiv.	POCP kg C ₂ H ₄ -Äquiv.
Holzständerwand	1672,8	1,2E-04	5,6E+00	7,7E-01	5,1E-01
Kalksandsteinwand	3400,1	1,8E-04	9,2E+00	1,1E+00	8,8179E-01
Porenbetonwand	3390,2	2,0E-04	8,3E+00	1,1E+00	8,8194E-01
Relative Betrachtung:					
Holzständerwand	100%	100%	100%	100%	100%
Kalksandsteinwand	203%	157%	164%	149%	171%
Porenbetonwand	203%	171%	147%	139%	171%

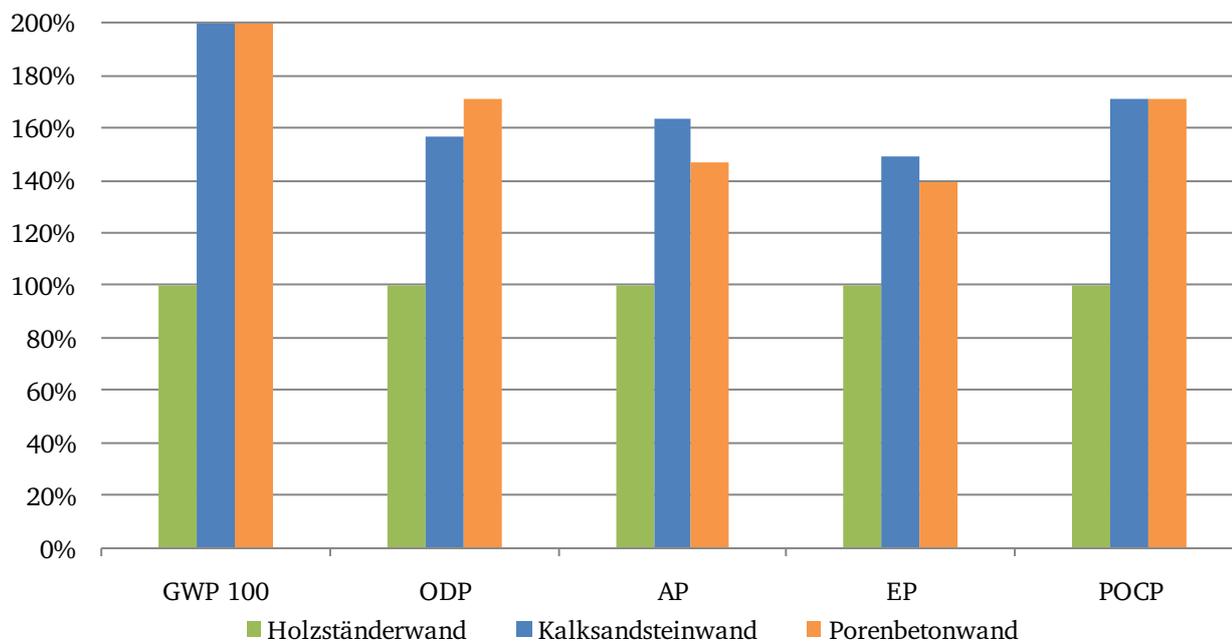


Abbildung 3.3.9: Weitere Wirkungskategorien für den Gesamtlebenszyklus der tragenden Außenwände

4 Zusammenfassung Ökobilanzbetrachtung

In dieser Studie wurden unterschiedliche Bauarten nichttragender Innen- und tragender Außenwände in Leichtbauweise mit Wänden in massiver Bauweise verglichen. Das Trockenbausystem sowie die massiven Kalksandstein- und Porenbetonwände wurden dabei mit verbreiteten und marktüblichen Wandaufbauten untersucht. Die Wandaufbauten wurden bei den Innenwandkonstruktionen auf Basis äquivalenter Brand- und Schallschutzeigenschaften gewählt. Die Außenwandaufbauten orientieren sich in dem Aufbau an vergleichbaren Wärmedurchgangskoeffizienten. Die Außenwand in Holzständerbauweise ist durch die geltenden Brandschutzanforderungen der Landesbauordnungen ohne besondere Maßnahmen auf Bauwerke der Gebäudeklasse 1-3 beschränkt,⁴³ dieser Einschränkung unterliegen die Massivbauweisen nicht.

Als Nutzungszeitraum liegen der Studie 30 Jahre für die Innenwände und 80 Jahre für die Außenwände zugrunde. Der Einfluss des Transports auf die Umweltindikatoren wurde in Abhängigkeit der jeweiligen Masse des Baustoffs berücksichtigt. Dabei wurde eine mittlere Entfernung zwischen Werk und Baustelle von 150 km sowie am „end-of-life“ zwischen Baustelle und Deponie oder weiterverarbeitendem Werk von im Mittel 50 km zugrunde gelegt. Dies entspricht den mittleren Transportstrecken inkl. An- und Abfahrt von 300 bzw. 100 km.

Die Nachnutzung oder Deponierung am „end-of-life“ wird in der Ökobilanzierung ebenfalls erfasst. Hinsichtlich des Anteils am gesamten Primärenergieverbrauch, einschließlich Herstellung sowie den notwendigen Transporten, ist der Einfluss gering. Für die Nachnutzungsphase konnte bis auf das Recyclingpotential von Stahl und Aluminium sowie der Produktion von Strom und thermischer Energie aus der Verbrennung von Holz kein Recycling-Ansatz berücksichtigt werden. Dies resultiert aus den nicht vorliegenden Daten zu dem Anteil des Abrissguts, welches tatsächlich dem Recycling zugeführt wird.

Die ökologischen Auswirkungen, welche sich aus der Deponierung der einzelnen Baustoffe und Produkte ergeben, wurden in dieser Studie nicht bewertet und könnten bzw. sollten in Zukunft Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Abfälle aus Gipsprodukten können gemäß Umweltdeklaration auf Deponien der Klasse 1 bis 3 entsorgt werden. Mineralische Dämmstoffe, welche nach 1993 produziert wurden, können wie Siedlungsabfälle auf Deponien der Klasse 1 entsorgt werden. Chargen älteren Datums sind als „Sondermüll“ zu behandeln und einer gesicherten Entsorgung zuzuführen. Dies trifft auch auf kaschierte Klemmfilze zu. Nach Herstellerangaben wird Porenbeton in der Regel auf Sondermülldeponien entsorgt, der zugehörigen Umweltdeklaration zufolge können Porenbetonsteine hingegen Deponien der Klasse 1 als normaler Bauschutt zugeführt werden. Die Divergenz zwischen den Angaben der Entsorgung in den Umweltdeklarationen einiger Bauprodukte und der heutigen Praxis der Entsorgung lässt eine Bewertung nur bedingt zu und zeigt den oft nur theoretisch möglichen Ansatz der Entsorgung auf.

Die **nichttragende Innenwandbauart** in Trockenbauweise ist im Vergleich zur massiven Variante ressourcenschonender, da für die massive Innenwand ca. 40 Prozent mehr Primärenergie im Laufe des Lebenszyklus aufgewendet werden muss.

Weiteres Potential zur Ressourcenschonung und Reduktion des Primärenergiebedarfs liegt in den Einsparungen bei a) den sekundären Tragstrukturen, beispielsweise durch schlankere Deckenkonstruktionen oder geringeren Bewehrungsgehalt und b) den tertiären Strukturen, beispielsweise durch reduzierte Stützenquerschnitte und Fundamentierungen infolge der leichteren Konstruktion der Innenwand. Aufgrund ihres geringen Eigengewichts können Leichtbauwände im Gebäudegrundriss beliebig angeordnet werden und bieten somit eine erhöhte Flexibilität, was wiederum längere Nutzungsdauern ermöglicht. Die massiven Innenwände mit einer Raumhöhe von 3,0 m und einem Gewicht von mehr als 500 kg/m Wandlänge können statisch nicht mehr durch einen pauschalen Trennwandzuschlag erfasst werden, sondern sind bei der Tragwerksplanung als diskrete Last zu berücksichtigen. Mit den dieser Studie zugrunde liegenden Trennwänden führt eine massive Ausbaubauweise im Vergleich zur Leichtbauweise zu einem gesteigerten Primärenergieaufwand in der Tragkonstruktion von ca. 7-12 %. Die absolute Größe hängt dabei entscheidend von der Art des Tragsystems sowie dessen Strukturkorrespondenz zum Ausbauraster ab. Die Quantifizierung der Interaktion zwischen dem Primärenergieverbrauch der Tragkonstruktion und der Bauart des Ausbaus war nicht Gegenstand dieser Studie.

⁴³ Vergleiche hierzu Ausführungen in Kapitel 1.2

Die ökologisch positiven Eigenschaften des leichten Innenausbaus mit Trockenbauwänden wurden durch weitere Wirkungskategorien bestätigt. Im Vergleich zu den massiven Innenwänden wird im gesamten Lebenszyklus bei der Leichtbauweise beispielsweise nur ca. die Hälfte der Treibhausgase (GWP100) in die Umwelt emittiert.

Der Einfluss der zugrunde gelegten Transportstrecken ist gegeben, verändert jedoch auch bei Ansatz einer kürzeren Wegstrecke den Kern der vorangestellten Aussagen nicht. Im Rahmen einer Prüfung der Sensitivität zum Einfluss der aus dem Transport resultierenden Umweltindikatoren hat sich gezeigt, dass der ökologische Vorteil hinsichtlich des Primärenergieverbrauchs auch ohne Ansatz des Transports erhalten bleibt.

Nicht untersucht und bewertet wurden in dieser Studie technische und baupraktische Aspekte der unterschiedlichen Bauweisen. So weist die hier betrachtete Metallständer-Innenwand bei vergleichbarer Flankensituation mit $R'_{w,R}=50$ dB einen höheren Schallschutz gegenüber der massiven Innenwand mit ca. $R'_{w,R}=45$ dB auf. Das Umsetzen einer Montagewand ist darüber hinaus weniger energiereich zu bewerkstelligen.

In ökologischer Hinsicht ist bei den untersuchten **Außenwandssystemen** die Trockenbauvariante vorteilhafter, da bei den massiven Wandaufbauten ca. 24-35 % mehr Primärenergie aufzuwenden ist. Dies wird bestätigt durch den bei den Massivbauvarianten um ca. 39-103 Prozent größeren Ausstoß an Umweltschadstoffen der Wirkungskategorien Treibhausgas- (GWP100), Ozonabbau- (ODP), Versauerungs- (AP), Überdüngungs- (EP) und Sommersmogpotential (POCP). Maßgeblichen Einfluss auf die Erderwärmung haben Treibhausgasemissionen, von denen im Lebenszyklus der Kalksandstein- bzw. Porenbetonwand ca. 103% mehr in die Umwelt emittieren als bei der Leichtbauwand.

Analog zu den Innenwänden wurden bei den Außenwänden für die Leichtbauweise keine Materialeinsparungen bei der anschließenden Sekundär- und Tertiärkonstruktion infolge des geringen Eigengewichts gegenüber den massiven Bauweisen einbezogen. Dieses Potential an weitergehender Einsparung an Primärenergie könnte noch einmal in der gleichen Größenordnung wie der infolge des leichten Ausbaus liegen.

Auch die höhere Flächennutzungseffizienz infolge schlanker Wände bzw. die mögliche Reduktion der Geschossgrundfläche (Versiegelte Grundfläche) sowie der Grundstücksfläche blieb unberücksichtigt. Bei Betrachtung von üblichen Wohnhäusern mit Geschossgrundflächen zwischen 75 und 100 m² sind mögliche Flächeneinsparungen je Geschoss von ca. 5-10 % der Gebäudegrundfläche bzw. entsprechende Vergrößerungen der Nettowohnfläche erzielbar. Hier wäre zur umfassenden Quantifizierung und Bewertung die Betrachtung eines als exemplarisch zu bewertenden gesamten Gebäudes sinnvoll, bei der auch die tertiären Tragstrukturen sowie technische und soziale Qualitäten zu betrachten wären. Infolge der geringeren Abmessungen des Bauwerks beziehungsweise im Besonderen der Geschossdecken ergeben sich weitere Material- und Ressourceneinsparungen.

Die Studie liefert Ansätze zur Nutzung weiterer Potenziale, die zu einer Reduktion der Umweltindikatoren führen. Die Quantifizierung dieser Potentiale bzw. der daraus resultierenden Minderung der Ressourcenintensität und Umweltwirkungen könnte bzw. sollte das Ziel weiterer Untersuchungen Betrachtungen sein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl bei den nichttragenden Innenwänden, als auch bei den tragenden Außenwänden die untersuchten Leichtbausysteme hinsichtlich der untersuchten Umweltwirkungen und unter Berücksichtigung der gewählten Rahmenbedingungen als deutlich vorteilhafter zu beurteilen sind.

4.1 Summary

This study compared different types of non-bearing interior and load-bearing exterior walls in light-weight design with walls built in massive design. The dry construction system as well as the massive sand-lime brick and aerated concrete walls were examined with popular and commercially available wall structures. The wall structures for the interior wall constructions were selected based on equivalent fire and sound insulation properties. The design of the outer wall structures was based on comparable heat transfer coefficients. Without any special measures taken, the external wall in frame construction is limited by the existing national fire safety requirements to buildings of the building class 1-3. The massive constructions are not subject to this restriction. A useful life of 30 years for the interior walls and 80 years for the outer walls were accounted for as a basis for the study. The influence of transport on the environmental indicators was taken into account depending on the respective mass of material. As an average distance between work and construction site we have assumed an average distance of 150 km, and for the "end of life" an average distance of 50 km between the site and the landfill or the processing plant. This corresponds to medium transport routes including arrival and departure of 300 and 100 km respectively.

The after-use, or disposal, at the "end of life" is also accounted for in the eco-balance. With regard to the portion of total primary energy consumption, including production and the necessary transports, the impact is small. For the after-use phase, no recycling approach was considered except of the recycling potential of steel and aluminium, as well as the production of electricity and thermal energy from the combustion of wood. This is due to the lack of data on the share of the demolition material which is actually fed into the recycling.

The environmental impact resulting from the disposal of individual building materials and products was not assessed in this study. Waste of gypsum products can be disposed of in landfills of class 1 to 3, in accordance with environmental declaration⁴⁷. Mineral insulating materials which have been produced after 1993 can be disposed in landfills of class 1, just as municipal waste.

Batches of older date are to be treated as "special waste", and a secure disposal must be ensured. This applies also to laminated clamping felts. According to information provided by the manufacturer, aerated concrete is usually disposed of on special waste deposit sites. However, according to the associated environmental declaration, aerated concrete stones can be deposited on deposit sites of class 1, as normal construction debris. The divergence between the disposal recommendations in the environmental declarations of some construction products and today's practice of disposal allows only a limited assessment and often only stands for a theoretically possible approach to the disposal.

The **non-bearing interior wall type** in dry construction rather saves resources, as compared to the massive variant, since the massive internal wall requires approximately 40 per cent more primary energy to be consumed in the course of its life cycle. Another potential for the conservation of resources and reduction of primary energy demand exists in the savings of:

1. Secondary load-bearing structures, for example, through more streamlined ceiling constructions or lower content of reinforcement,
2. Tertiary structures, for example, through reduced column cross-sections and foundations as a result of the lighter construction of the inner wall.

Due to their low weight, lightweight walls can be included in the building layout anywhere and, therefore, provide more flexibility which in turn allows for longer useful lives. The massive interior walls with a ceiling height of 3.0 m and a weight of more than 500 kg/m length of the wall can no longer be considered statically with a flat-rate partition fee in the construction plan, but must be taken into account in the structural engineering planning as a discrete load. With the partition walls that this study is based on, in a first qualitative consideration, a massive construction expansion, as compared to the light-weight design, will result in an increased primary energy input in the supporting structure of approx. 7-12%. The absolute value is crucially dependent on the type of mounting system and its structural correspondence to the upgraded grid. The quantification of the interaction between the primary energy consumption of the supporting structure and the construction type of the expansion was not the subject of this study.

The ecologically positive properties of light interior expansion with dry construction walls have been confirmed by more impact categories. For example, only about half of the greenhouse gases (GWP100) are released into the environment throughout the life cycle of the lightweight construction compared to the massive walls. The influence of the underlying transport routes remains, however, a shorter distance does not change the core message of the preceding statements. In the context of an examination of the sensitivity of the impact resulting from the transport in terms of environmental indicators, it was obvious that the ecological advantage in terms of primary energy consumption remains valid even without counting in the transport.

Not examined and evaluated in this study were the technical and construction-related practical aspects of the different construction methods. For example, the metal stand inside wall considered here provides, with about $R'_{w,R} = 45$ dB, for a higher sound insulation than the massive inner wall with $R'_{w,R} = 50$ dB, with a comparable boundary situation. Furthermore, the moving of a mounting wall requires less energy.

In ecological terms, in the examined **exterior wall systems** the dry construction variant has more advantages, as about 24-35% more primary energy has to be consumed for the massive wall structures.

This is confirmed by the emission values of environmentally hazardous substances belonging to impact categories (GWP100) greenhouse gas pollutants, ozone depletion (ODP), acidification (AP), overfertilisation (EP) and summer smog potential (POCP), which is about 39-103% larger in the solid construction variants. Greenhouse gas emissions have significant influence on global warming. Within the life cycle of the sand-lime brick and aerated concrete wall, approximately 103% more of such emissions are released into the environment, as compared to the light-weight wall.

Analogue to the interior walls, also in the exterior walls no material savings were considered in the subsequent secondary and tertiary structures as a result of the low weight, as compared to the massive construction methods. This potential for further savings of primary energy may be at the same level of magnitude as the savings resulting from the light-weight construction expansion.

Also the higher land use efficiency - or the possible reduction of the floor surface area (sealed surface area), as well as the lot size - as a result of leaner walls was not taken into account. When looking at usual houses with floor areas between 75 and 100 sqm, possible savings of area per floor of approx. 5-10 % of the building floor area can be achieved, with the corresponding enlargements of net living space. Also other savings of materials and resources result from the smaller dimensions of the building and in particular the floor ceilings.

The study thus provides approaches to the use of other potentials, which lead to a reduction of the environmental indicators. The quantification of the resulting reduction of the intensity of resource and environmental impacts can form the basis for further consideration. IN this respect, it would make sense to examine to what extent the lower load of own weight of the non-load bearing walls leads to reduced costs of materials in the ceiling constructions, for example, as a result of the reduction of the concrete steel needed for concrete ceilings.

Another question that is interesting for further comparisons between the massive construction and the dry construction variants is the question about the influence of the reduced wall thickness on the resource productivity as a result of increased net living area and the lower floor space consumption. Here, the exemplary view of the entire building would make sense for comprehensive evaluation and quantification, which should also consider the higher load-bearing structures, as well as technical and social qualities. For the future, further investigation is also needed to assess the environmental impact resulting from the disposal.

5 Ableitung ökologischer Potenziale auf übergeordnete Ziele

5.1 Grundlagen und Ziel der Betrachtung

Das Bauwesen ist ein maßgebender volkswirtschaftlicher Faktor. Es hat unmittelbaren Einfluss auf die Ökologie unserer Umwelt, den Verbrauch von nicht-regenerativen Ressourcen, das kulturelle und soziale Klima eines Landes und das persönliche Wohlbefinden eines jeden Einzelnen.⁴⁴

Vor diesem Hintergrund spielt die Auswahl der Baustoffe und Konstruktionsarten eine immer größer werdende Rolle. Auf Grundlage der vorangegangenen vergleichenden Ökobilanz-Betrachtung und Lebenszyklusanalyse für Konstruktionen nichttragender Innenwände und tragender Außenwände^[1] erfolgt bei der nachfolgenden Betrachtung eine Hochrechnung des ökologischen Potentials der untersuchten Innen- und Außenwandkonstruktionen. Diese wird anhand von Referenzgebäuden (Einfamilien-, Doppel- und Mehrfamilienhäuser) vorgenommen, die mithilfe statistischer Auswertungen der Wohnungsneubauten im Jahre 2009 entwickelt wurden.

Darauf aufbauend werden Szenarien von Marktanteilsverschiebungen zwischen Leichtbau- und Massivbaukonstruktionen definiert und ausgearbeitet. Weiterhin wird abgeschätzt, inwieweit die Marktanteilsverschiebungen die übergeordneten Klimaschutzziele beeinflussen könnten, bzw. inwiefern die übergeordneten Klimaschutzziele einen Einfluss auf den Marktanteil von Leichtbausysteme haben müssten.

5.2 Darstellung der übergeordnete Ziele

Spätestens seit dem Weltgipfel in Rio de Janeiro 1992 ist es ein erklärtes Ziel der Staatengemeinschaft, die globale Erhöhung der Durchschnittstemperatur auf höchstens 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen und die Treibhausgasemissionen weltweit zu stabilisieren. Nach dem Kyoto-Protokoll von 1997 haben sich die beteiligten Industriestaaten verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen von 2008–2012 um durchschnittlich 5,2 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 zu reduzieren. Für die Europäische Union ist hierbei eine Senkung der Emissionen um 8 Prozent vorgesehen. Deutschland verpflichtete sich in diesem Kontext sogar zu einer Verringerung der Emission klimaschädlicher Gase um 21 Prozent gegenüber dem Stand des Jahres 1990. Darüber hinaus versicherte Deutschland, seine Treibhausgasemissionen bezogen auf das Niveau von 1990 bis zum Jahre 2020 um 40 Prozent zu senken und dies unabhängig von den notwendigen Anstrengungen anderer Staaten.

Dabei ist das Ziel der internationalen Klimapolitik die Abwehr von Gefahren durch den verstärkten anthropogenen Treibhauseffekt, nicht dessen Verhinderung.

⁴⁴ Quelle: Entwicklungswandel Wohnungsbau

5.3 Basisdaten der entwickelten Referenzgebäude

Es gibt eine geradezu unüberschaubare Vielzahl an Möglichkeiten, Wohngebäude in ihrem äußeren Erscheinungsbild und ihrer inneren Grundrissorganisation zu entwerfen. Vor diesem Hintergrund wurden bei den in dieser Ausarbeitung entwickelten Referenzgebäuden besonderes Augenmerk auf einfache und sinnhafte Raumanordnungen gelegt, ohne dabei weitere Überlegungen hinsichtlich gestalterischer Aspekte durchzuführen. Entwurfsparameter wie z.B. Wohnraumvarianten im Sinne einer flexiblen Nutzung, Beständigkeit der Architekturform, Erweiterbarkeit oder Teilungsmöglichkeiten der Grundrissstrukturen wurden nicht näher betrachtet.

Der größte Teil der Wohnungsgrundrisse in deutschen Haus- und Geschosswohnungsbauten orientiert sich an einer klassischen Grundrissorganisation mit voneinander abgeteilten Einzelräumen. Um ein möglichst repräsentatives Ergebnis für die Größe der Wandflächen in den einzelnen Gebäudetypen zu erhalten, wurde für die Referenzgebäude daher ein solch klassischer Grundriss gewählt. Offene Grundrissstrukturen, wie beispielsweise die des „Durchwohnens“, bleiben in der Betrachtung unberücksichtigt. Die Ausstattung aller Aufenthaltsräume mit großflächigen Fensterformaten wird dem erhöhten Komfortbedürfnissen nach natürlicher Belichtung geschuldet. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde ein Fassadenflächenanteil der Tür- und Fensteröffnungen von 30 % in Ansatz gebracht.

Im Jahr 2009 wurden laut statistischem Bundesamt (Stand 26.11.2010) 79.454 Wohngebäude fertiggestellt. Davon entfielen 63.323 – was einem Anteil von ca 80 % entspricht – auf Gebäude mit je einer Wohneinheit, d.h. auf Einfamilienhäuser. Die Wohnfläche der Einfamilienhäuser lag bei durchschnittlich 154,45 m².

10.343 Wohngebäude wurden mit zwei Wohneinheiten und insgesamt einer mittleren Wohnfläche von 247,22 m² realisiert. Das Neubauvolumen von Wohngebäuden mit mehr als zwei Wohneinheiten wurde mit 5.788 Einheiten und einer mittleren Wohnfläche von 705,25 m² ermittelt. Dies entspricht ca. 7,2 % der 79.454 Einheiten, welche insgesamt in 2009 erbaut wurden. Das Neubauvolumen von Sonder- und Gewerbebauten wurde nicht ermittelt und bleibt bei den nachfolgenden Auswertungen unberücksichtigt.

Mit Hilfe dieser Datenerhebung sind repräsentative zweigeschossige Einfamilien- und Doppelhäuser in unterschiedlichen Bauweisen leicht (Holz) und massiv (Mauerwerk) entwickelt worden, die mit ihrem Raumprogramm, Raumkonfigurationen und Bauteilaufbauten der Ausführung durchschnittlicher Wohngebäude in der Bundesrepublik Deutschland entsprechen. Da in den statistischen Werten nicht näher auf die unterschiedlichen Geschossigkeiten der Gebäude mit mehr als zwei Wohneinheiten eingegangen wird, wurde für die folgenden Betrachtungen vereinfachend eine Zweigeschossigkeit mit der genannten Wohnfläche von 705,25 m² angesetzt. Die Dachkonstruktion, Decken und Fundamente werden dabei als „bauweisenneutral“ zugrunde gelegt; es erfolgt somit eine Betrachtung ohne lastweiterleitende, sekundäre und tertiäre Tragstrukturen.

5.3.1 Basisdaten und Beurteilungsgrundlagen für Einfamilienhäuser

Das als Referenzgebäude entwickelte zweigeschossige, quadratische Einfamilienhaus mit Satteldach weist eine Kantenlänge von 8,80 m auf. Die Brutto-Grundfläche beträgt rund 78,00 m². Die Geschosshöhen belaufen sich auf 2,80 m, dadurch ergibt sich bei einem Bodenaufbau einschließlich Geschossdecke von 30 cm eine lichte Raumhöhe von 2,50 m. Der Grundriss ist anhand eines Raumprogrammes organisiert, der alle funktionalen Einheiten eines Einfamilienhauses berücksichtigt. Küche, Diele, Wohnzimmer, Hauswirtschaftsraum und Gäste-WC werden im Erdgeschoss positioniert. Private Räume wie das Badezimmer, das Schlafzimmer der Eltern und die beiden Kinderzimmer sind im Obergeschoss untergebracht.

Hieraus ergibt sich auf Grundlage des in Abbildung 5.3.1 dargestellten exemplarischen Grundrisses für die nichttragenden Innenwände eine durchschnittliche Wandfläche von ca. 39,0 m², für die tragenden Innenwände ca. 61,8 m² und für die tragenden Außenwände eine Wandfläche von ca. 203,6 m².⁴⁵



Abbildung 5.3.1: Referenzgebäude Einfamilienhaus (EFH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in den Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss

⁴⁵ Unter Abzug aller Tür- und Fensteröffnungen

5.3.2 Basisdaten und Beurteilungsgrundlagen für Doppelhäuser

Das Referenzgebäude des zweigeschossigen freistehenden Doppelhauses mit Satteldach weist eine Gebäudelänge von 14,00 m und eine Gebäudebreite von 12,00 m auf. Die Brutto-Grundfläche beträgt rund 168 m². Die Geschosshöhen belaufen sich auf 2,80 m, dadurch ergibt sich bei einem Bodenaufbau einschließlich Geschossdecke von 30 cm eine lichte Raumhöhe von 2,50 m. Küche, Diele, Wohnzimmer, Hauswirtschaftsraum und Gäste-WC bilden das Erdgeschoss aus. Private Räume wie das Badezimmer, das Schlafzimmer der Eltern und die beiden Kinderzimmer sind im Obergeschoss untergebracht.

Hieraus ergibt sich auf Grundlage der in Abbildung 5.3.2 dargestellten exemplarischen Grundrisse für die nichttragenden Innenwände eine durchschnittliche Wandfläche von ca. 70,8 m², für die tragenden Innenwände ca. 142,2 m² und für die tragenden Außenwände eine Wandfläche von ca. 355,2 m².

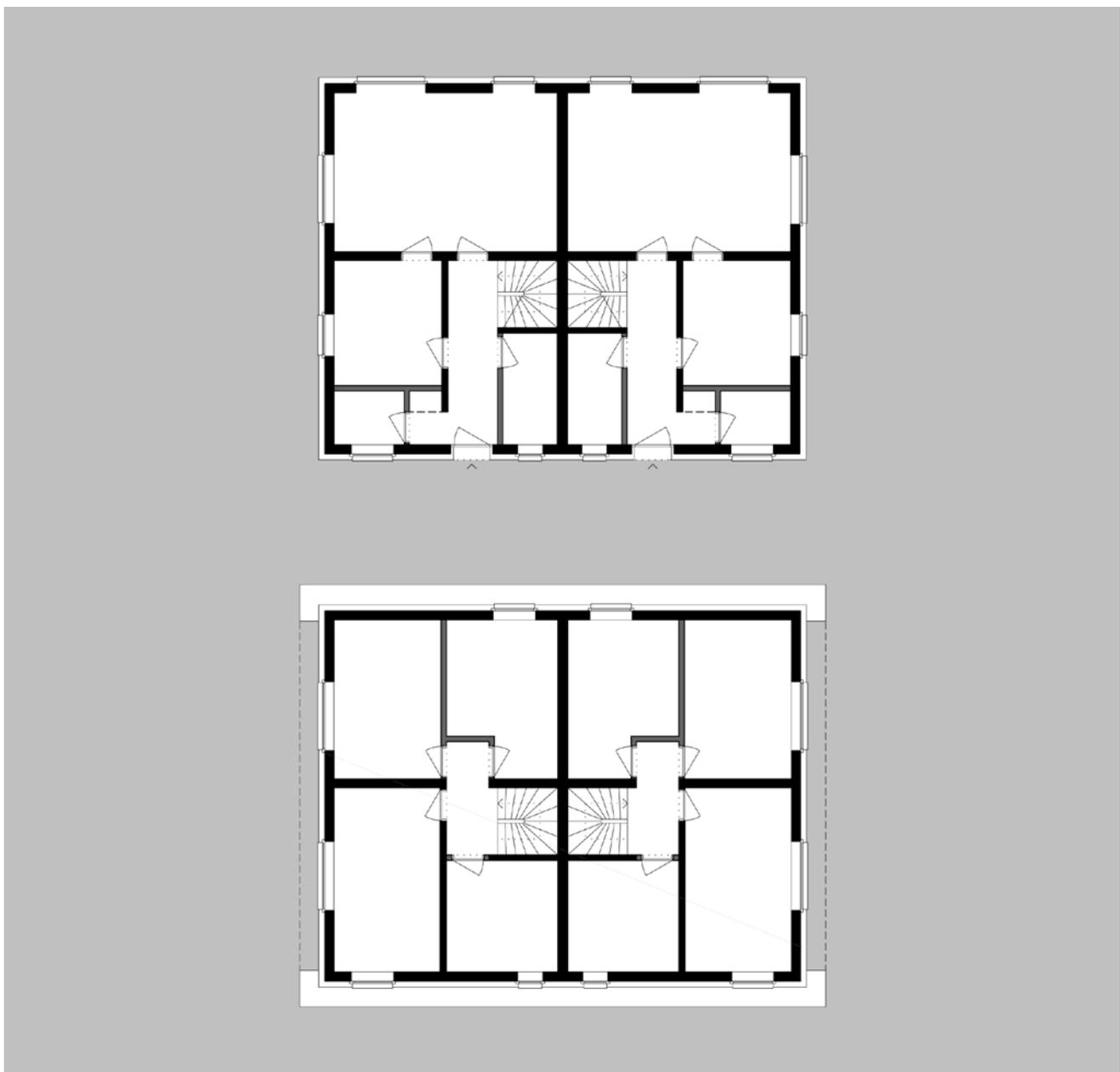


Abbildung 5.3.2: Referenzgebäude Doppelhaus (DH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in den Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss

5.3.3 Basisdaten und Beurteilungsgrundlagen für Mehrfamilienhäuser

Das Referenzgebäude des zweigeschossigen freistehenden Mehrfamilienhauses mit Flachdach weist eine Gebäudelänge von 29,00 m und eine Gebäudebreite von 14,25 m auf. Die Brutto-Grundfläche beträgt demnach 413,25 m². Die Geschosshöhen belaufen sich auf 2,80 m, dadurch ergibt sich bei einem Bodenaufbau einschließlich Geschossdecke von 30 cm eine lichte Raumhöhe von 2,50 m. Das Referenzgebäude ist als Dreispänner mit maximalen Deckenspannweiten von 7,0 m organisiert. Das Gebäude wird über einen Laubengang erschlossen. Der Dreispänner gliedert sich in eine 79,00 m² Wohneinheit für zwei Personen, eine 50,00 m² große Single-Wohnung und eine familiengerechte, 103,22 m² große Einheit auf. Die Raumprogramme beinhalten alle grundlegenden, funktional wichtigen Einheiten einer Wohnung. Küche, Wohnzimmer, Hauswirtschaftsraum, Badezimmer und Schlafzimmer der Eltern sind die grundlegenden Räume der Wohneinheiten. Die größeren Wohnungen werden nach Platzbedarf der Familienmitglieder in Anzahl der Schlafzimmer und Ergänzung eines Badezimmers angepasst. Mit diesem Raumprogramm und der Anordnung der Zimmer und die Flexibilität im Grundriss entspricht die Ausführung derjenigen eines zeitgerechten Mehrfamilienhauses in der Bundesrepublik Deutschland.

Hieraus ergibt sich auf Grundlage der in Abbildung 5.3.3 dargestellten exemplarischen Grundrisse für die nichttragenden Innenwände eine Wandfläche von ca. 692,9 m², für die tragenden Innenwände ca. 255,4 m² und für die tragenden Außenwände eine Wandfläche von ca. 953,7 m².

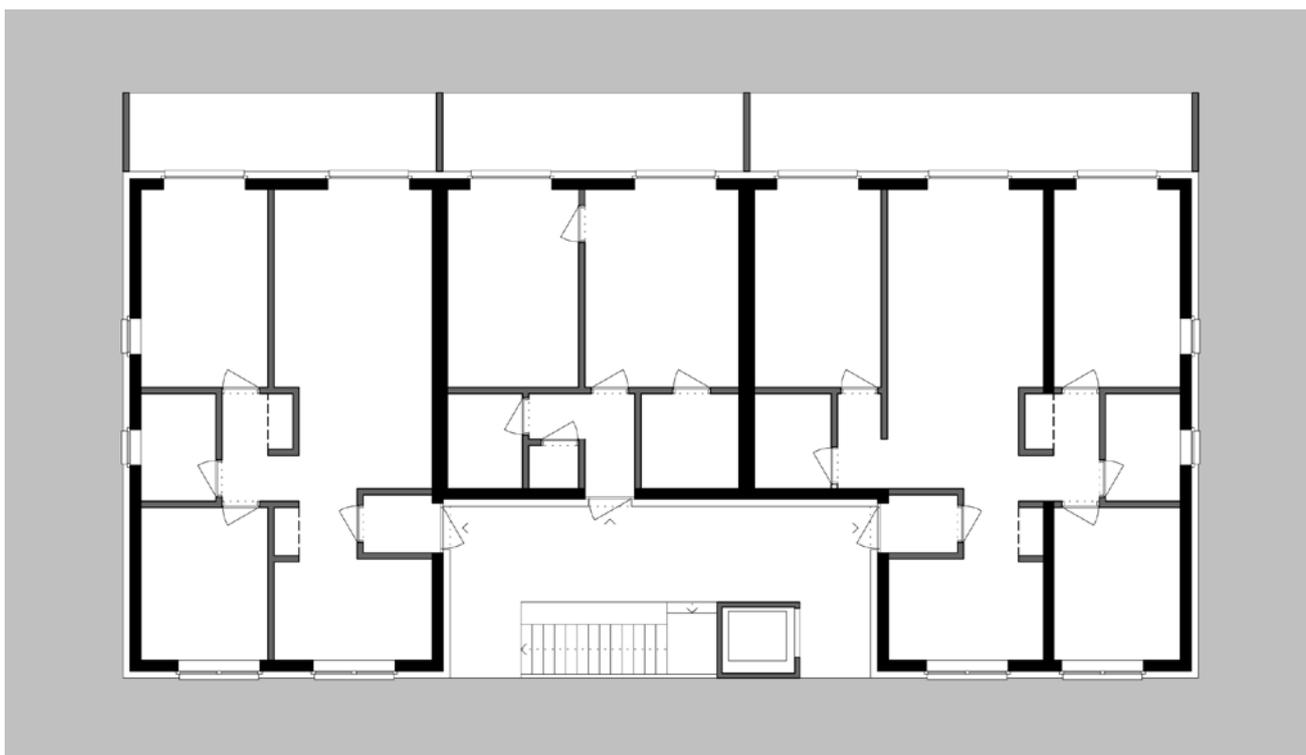


Abbildung 5.3.3: Referenzgebäudes Mehrfamilienhaus (MFH) mit zwei Stockwerken, dargestellt im Grundriss für Erdgeschoss und Obergeschoss

5.4 Hochrechnung ökologischer Potentiale

5.4.1 Grundlagen der betrachteten Wirkungskategorie

Die nachfolgenden Hochrechnungen ökologischer Potentiale erfolgen anhand von Wirkungsabschätzungen. In Wirkungsabschätzungen wird der Beitrag der Sachbilanzergebnisse zu bestimmten potentiellen Umweltwirkungen ermittelt und mit Wirkungskategorien verknüpft. Wirkungskategorien beschreiben jeweils eine bestimmte potentielle Umweltwirkung (z.B. Treibhauspotential) und werden anhand eines Stoffäquivalents (z.B. CO₂-Äquivalent) dargestellt. Alle Stoffströme der Sachbilanz und deren Beitrag zu einer bestimmten Wirkungskategorie werden mittels festgelegter Charakterisierungsfaktoren in das jeweilige Stoffäquivalent umgerechnet und zusammengefasst. Im Bereich der Gebäude werden üblicherweise die folgenden Wirkungskategorien betrachtet:

- Ozonabbaupotenzial ODP [kg R11-Äqui.]
- Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial POCP [kg C₂H₄-Äqui.]
- Versauerungspotenzial AP [kg SO₂-Äqui.]
- Eutrophierungspotenzial EP [kg PO₄₃-Äqui.]
- Primärenergieinhalt PEI [MJ]
- Treibhauspotenzial GWP [kg CO₂-Äqui.]

In der nachfolgenden Untersuchung werden Hochrechnungen in Hinblick auf die übergeordneten Ziele anhand der Treibhausemissionen durchgeführt und bewertet.

Treibhauspotenzial GWP [kg CO₂-Äqui.]

Der Treibhauseffekt beschreibt die Wechselwirkung zwischen Sonneneinstrahlung und Erdatmosphäre. Von der Sonne abgegebene kurzwellige UV- und Lichtstrahlung dringt in die Atmosphäre ein und wird dort durch Absorption in langwellige Wärmestrahlung (Infrarotstrahlung) umgewandelt. Spurengase in der Erdatmosphäre (Wasserdampf, Kohlendioxid) verhindern, dass die entstehende Infrarotstrahlung ungehindert ins Weltall abgestrahlt wird. Durch diesen *natürlichen Treibhauseffekt* wird die Temperatur auf der Erdoberfläche bei durchschnittlich +15°C gehalten, ansonsten läge sie bei -18°C. Durch menschliche Aktivitäten (z.B. Verbrennungsprozesse) werden zusätzliche, so genannte anthropogene Treibhausgase wie z.B. Kohlendioxid, Methan oder FCKW freigesetzt. Diese Gase verstärken den natürlichen Treibhauseffekt und sorgen somit für eine zusätzliche Erwärmung der Atmosphäre. Das Treibhauspotential (Global Warming Potential) beschreibt den Beitrag eines Stoffs zum anthropogenen Treibhauseffekt und wird in kg Kohlendioxid-Äquivalent (kg CO₂-Äqui.) angegeben.

5.4.2 Basisdaten und Beurteilungsgrundlagen

In Tabelle 5.4.1 und 5.4.2 sind die in Kapitel 3 ermittelten Daten zum Treibhauspotential von nichttragenden Innenwänden und tragenden Außenwänden unter Berücksichtigung der Herstellung, des Transports sowie dem „end-of-life“ dargestellt. Dabei wurden die in der Studie auf 18m² Wandfläche bezogene Differenz bereits auf 1m² heruntergerechnet. Um eine ökologische Potentialbetrachtung für die gewählten Referenzgebäude durchzuführen, wird eine Lebensdauer der untersuchten Gebäude auf 80 Jahre festgelegt. Daraus ergibt sich die Konsequenz, dass alle nichttragenden Innenwände mit einer Lebensdauer von 30 Jahren im Lebenszyklus des Gebäudes 2,6 Mal ausgetauscht werden müssten. Da ein anteiliger Austausch von 0,6 Mal bautechnisch nicht möglich ist und die Herstellung, der Transport sowie der „end-of-life“ zu 100% auch bei einer nicht vollständig ausgeschöpften Lebensdauer in der ökologischen Betrachtung anzusetzen ist, werden die Wirkungskategorien mit dem Faktor 3 multipliziert.

	Bezogen auf 18 m ² <i>kg CO₂-Äqui.</i>	normiert auf 1 m ² <i>kg CO₂-Äqui.</i>
Leichte Montagewand (Typ Rigips 3.45.05)	306,2	17,0
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115mm	653,1	36,3
Differenz	346,9	19,3

Tabelle 5.4.1: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren nach [1].

	Bezogen auf 18 m ² <i>kg CO₂-Äqui.</i>	normiert auf 1 m ² <i>kg CO₂-Äqui.</i>
Holzständerwand HST	1.672,8	92,9
Kalksandsteinwand KSL	3.400,1	188,9
Differenz	1.727,3	96,0

Tabelle 5.4.2: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren nach [1].

	Wandfläche [m ²]	Faktor	kg CO ₂ -Äqui bezogen auf 1m ²	kg CO ₂ -Äqui.
Innenwände	39,0	3,0	19,3	2.258,10
Außenwände	203,6	1,0	96,0	19.545,60
Gesamt EFH				21.803,70

Tabelle 5.4.3: Treibhauspotential der **Einfamilien** Referenzgebäude in [kg CO₂-Äquivalent] für nichttragende Innenwände und tragende Außenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren

	Wandfläche [m ²]	Faktor	kg CO ₂ -Äqui bezogen auf 1m ²	kg CO ₂ -Äqui.
Innenwände	70,8	3,0	19,3	4.099,32
Außenwände	355,2	1,0	95,4	33.886,08
Gesamt DH				37.985,40

Tabelle 5.4. 4: Treibhauspotential der **Doppelhaus** Referenzgebäude in [kg CO₂-Äquivalent] für nichttragende Innenwände und tragende Außenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren

	Wandfläche [m ²]	Faktor	kg CO ₂ -Äqui bezogen auf 1m ²	kg CO ₂ -Äqui.
Innenwände	692,9	3,0	19,3	40.118,91
Außenwände	953,7	1,0	95,4	90.982,98
Gesamt MFH				131.1001,89

Tabelle 5.4.5: Treibhauspotential der **Mehrfamilien** Referenzgebäude in [kg CO₂-Äquivalent] für nichttragende Innenwände und tragende Außenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren

	Neubauten	Wandfläche [m ²]	BRD-weit Bezogen auf Φ- Neubau 2009 [in to CO ₂ Äqui.]
Innenwände			
EFH	63.323	2.469.597	142.989,66
DH	10.343	732.284	42.399,24
MFH	5.788	4.010.505	232.208,23
Summe Innenwände	79.454	7.212.386	417.597,13
Außenwände			
EFH	63.323	12.892.56	1.229.950,51
DH	10.343	3.673.83	350.483,72
MFH	5.788	5.520.02	526.609,52
Summe Außenwände	79.454	22.086.41	2.107.043,75
Gesamt		29.298.80	2.524.640,88

Tabelle 5.4.6: Treibhauspotential in [to CO₂-Äquivalent] für tragende Außenwände und nichttragende Innenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren **aller Wohnungsneubauten im Jahre 2009.**

5.4.3 Hochrechnung Treibhauspotential

Auf Grundlage der in der Studie erarbeiteten Basisdaten bestehend aus den Umweltindikatoren der nichttragenden Innenwände bzw. tragenden Außenwände wird das jährliche Potenzial zur Reduktion des Treibhauspotential (GWP 100) im Bereich des Neubausektors in der Bundesrepublik Deutschland bestimmt. Zudem wird, unter der Voraussetzung, dass die Anzahl der Neubauten im Zeitraum der nächsten 10 Jahren konstant bei ca. 80.000 Wohneinheiten/Jahr bleibt, das Einsparpotential bis zum Jahre 2020 abgeschätzt. Die Daten wurden unter der Annahme erhoben, dass alle Neubauten mit denen in der Studie untersuchten Wandaufbauten errichtet werden.

	Neubauten	Wandfläche [m ²]	Hochrechnung auf 10 Jahre [in to CO ₂ -Äqui.]
Innenwände			
EFH	633.230	2.469.5970	1.429.896,6
DH	103.430	7.322.840	423.992,4
MFH	57.880	40.105.050	2.322.082,3
Summe Innenwände	794.540	72.123.860	4.175.971,3
Außenwände			
EFH	633.230	128.925.630	12.299.505,1
DH	103.430	36.738.340	3.504.837,2
MFH	57.880	55.200.160	5.266.095,2
Summe Außenwände	794.540	220.864.120	21.070.437,5
Gesamt		292.987.990	25.246.408,8

Tabelle 5.4.7: Treibhauspotential in [to CO₂-Äquivalent] für tragende Außenwände und nichttragende Innenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren **aller Wohnungsneubauten in den nächsten 10 Jahren.**

5.5 Szenarien möglicher Marktanteilverschiebungen

Im folgenden Abschnitt werden drei Szenarien möglicher Marktanteilverschiebungen dargestellt. Dabei werden die tragenden Außenwände und nichttragenden Innenwände in Holzbauweise innerhalb ihres Gesamtlebenszyklus betrachtet und mit den massiven Wänden unter Anwendung der Ergebnisse der vorliegenden Ökobilanzierungsstudie miteinander verglichen. Diese Ergebnisse werden mit Auswertungen des statistischen Bundesamtes für Baufertigstellungen von Wohngebäuden nach Gebäudearten, Anzahl der Wohnungen und überwiegend verwendetem Baustoff (gültig für Deutschland, Stand 03.06.2011) multipliziert, um einen ökologischen IST-Zustand für dieses Marktsegment für Deutschland zu berechnen. Anschließend werden Szenarien mit variierenden Marktanteilen der holzbasierten Wandtypen im entsprechenden Marktsegment bestimmt. Hierdurch können ökologische Einsparpotenziale bezüglich des Treibhauspotenzials durch Substitution von umwelttechnisch unvorteilhaften Produkten identifiziert werden.

Die Festlegung der Marktszenarien ist nicht mit einer Prognose zu verwechseln. Vielmehr wurden unter verschiedenen qualitativen Abwägungen maximale Marktanteilsgewinne der Massivbauweise sowie der Holzbauweise angenommen. Diese maximalen Marktanteilverschiebungen stellen hierbei nur theoretische Kennwerte dar, die insbesondere dazu dienen sollen, das Einsparpotential der Holzbauweisen aufzuzeigen.

Unter Einbeziehung von Wohnheimen wurden im Jahr 2009 laut dem Statistischen Bundesamt 82.595 Wohngebäude errichtet.⁴⁶ Die Statistik unterscheidet zwischen Gebäuden mit einer, zwei, drei oder mehr als drei Wohneinheiten. Das Marktvolumen von Neubauten in Holzbauweise beläuft sich auf 11.597 Einheiten bzw. 14,04 % für den Raum der Bundesrepublik Deutschland (Stand Dezember 2009). Rückblickend auf den Zeitraum der Jahre 2000–2009 zeichnete sich ein Wachstumstrend der Holzbauweise von 11,87 % auf 14,04 % ab. Dies entspricht einem Wachstum von 18,28 % in 10 Jahren. Auf Grundlage dieser Tendenz wurde ein drittes Szenario entwickelt, in dem ein Marktanteil von 20 % der Holzbauweise zugeschrieben wird. Dieses Szenario scheint aus heutiger Sicht für Deutschland ein ambitioniertes Ziel zu sein, das jedoch in Anbetracht zurückliegender Marktentwicklungen in Deutschland und in anderen Ländern sowie aktueller umweltpolitischer Aspekte für realistisch gehalten werden kann. Zwar wird für nahezu alle betrachteten Bauweisen ausgehend von dem Stand des letzten Quartals 2009 ein Stagnieren des Neubauvolumens prognostiziert. Diese Tendenz begründet sich insbesondere durch den Wandel der Gesellschaft. Dennoch können Zuwächse des Innenausbaus durch Umnutzung von Bestandsgebäuden und Reaktivierung von Brachflächen eine Egalisierung bzw. Überkompensation der Verluste im Neubausektor bewirken.

⁴⁶ Quelle: Statistisches Bundesamt: Baufertigstellungen von Wohngebäuden (Neubau) nach Gebäudearten, Anzahl der Wohnungen und überwiegend verwendetem Baustoff, Deutschland Stand: 03.06.2011

Marktanteile Holzbauweise Stand 2009

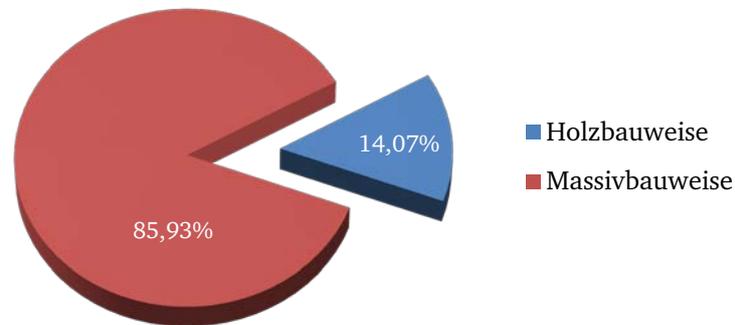


Abbildung 5.5.1: Marktanteile Massiv- und Holzbauweise Deutschland, Stand 2009.

Gebäudeart	Insgesamt	Davon nach überwiegend verwendetem Baustoff					
		Stahl	Stahlbeton	Ziegel	sonstiger Mauerstein	Holz	sonstiger Baustoff
Wohngebäude insgesamt	82.595	5	5.520	28.861	35.650	11.600	959
davon: mit 1 Wohnung	69.078	1	4.120	23.778	29.881	10.454	844
mit 2 Wohnungen	7.410	-	432	2.947	2.931	1.023	77
mit 3 Wohnungen oder mehr	5.956	4	912	2.107	2.776	120	37

Tabelle 5.5.1: Baufertigstellungen von Wohngebäuden (Neubau) nach Gebäudearten, Anzahl der Wohnungen und überwiegend verwendetem Baustoff, Deutschland, Stand: 03.06.2011.

Ausgehend von den ermittelten Daten in Kapitel 3 lässt sich überschlägig ein Gesamt-CO₂-Ausstoß der betrachteten Gebäudetypen im Jahre 2009 von 4.744.050 to ermitteln. Der CO₂-Ausstoß von Gebäuden in Leichtbauweise beträgt mit 14,07 % des Neubauvolumens rund 270.847 to, was einem Anteil von 5,7 % des CO₂-Ausstoßes entspricht.

Szenario 1: maximale Verschiebung in Richtung Holzbauweise

Eine maximale Steigerung des Marktanteils der Holzbauweise von aktuell 14,07 % bei Annahme eines gleichbleibenden Marktvolumens würde einen Gesamt-CO₂-Ausstoß von 2.453.406 to CO₂/a ergeben. Bezogen auf das Neubauvolumen im Jahr 2009 entspricht dies einer Einsparung von rund 2.290.644 to CO₂/a. Gegenüber der derzeitigen Markterhebung ließe sich so eine prozentuale Reduzierung des CO₂-Ausstoßes von 52 % realisieren.

Szenario 2: maximale Verschiebung in Richtung Massivbauweise

Eine maximale Zunahme des Marktanteils der Massivbauweise bei der Annahme eines gleichbleibenden Marktvolumens führt hingegen zu einer Erhöhung des CO₂-Ausstoßes von 4.744.050 to/a auf 5.026.864 to/a bezogen auf das Neubauvolumen im Jahr 2009. Dies entspricht einer Steigerung der CO₂ Emissionen von 282.813 to/a, bzw. einem prozentualen Anstieg von 6 %.

Szenario 3: Verschiebung zugunsten der Holzbauweise auf einen Marktanteil von 20%

Die Steigerung des Marktanteils der Holzbauweise von derzeit 14,07% auf 20% bewirkt bei gleichbleibendem Marktvolumen eine Reduzierung der treibhausrelevanten Emissionen von rund 231.877,75 to CO₂-Äquivalent. Dies entspricht einer Einsparung von mehr als 5 % gegenüber der aktuellen Situation.

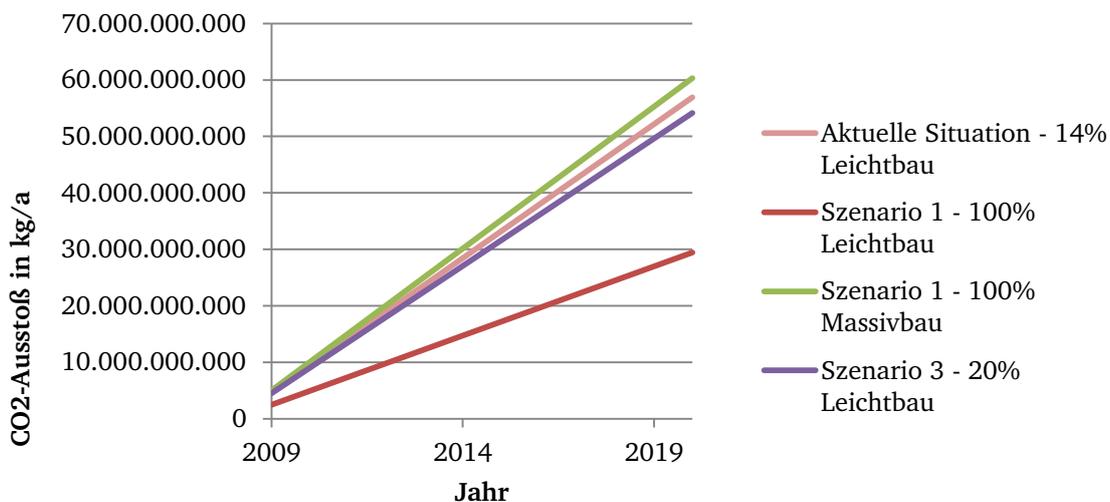


Abbildung 5.5.2: Szenarien: CO₂-Ausstoß in Tonnen/Jahr bei gleichbleibenden Marktvolumen im Betrachtungszeitraum von 10 Jahren

5.6 Einfluss der Marktanteilverschiebung auf die übergeordneten Ziele

Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie „Vergleichende Ökobilanzbetrachtung und Lebenszyklusanalyse“ und vorstehenden Betrachtungen zeigen, weist die Holz- und Leichtbauweise eine deutlich bessere CO₂-Bilanz auf als ihr Pendant, die Massivbauweise.

Mit der Selbstverpflichtung, Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 40 % gegenüber dem Niveau von 1990 zu senken, ist Deutschland aufgefordert, in allen Bereichen CO₂-Einsparungen zu realisieren. Leichtbauweisen können und müssen hier ihren Beitrag leisten, um auch im Bauwesen diese ambitionierten Ziele zu erreichen. Dies gilt umso mehr, da im Bausektor ein großer Anteil des CO₂-Ausstoßes verursacht wird. Um Einsparungen nicht nur im Betrieb von Gebäuden zu erzielen, sondern bereits bei der Ausführung, zu einem späteren Zeitpunkt jedoch auch an dem „end of life“, müssen hinsichtlich ihrer CO₂-Bilanz deutlich günstigere Leichtbauweisen mehr gefördert werden, um das Potential von rund 52 % CO₂-Einsparung pro Jahr im Neubaubereich in möglichst großem Umfang zu realisieren.

5.7. Zusammenfassung der Klimaschutzziele (global/ europaweit/ deutschlandweit)

Institution	Datum	Inhalte/ Ziele
global		
Klimabündnis	seit 1990	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der CO₂-Emissionen um 10 % alle fünf Jahre • Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen bis spätestens 2030 (Basisjahr 1990) • Schutz der tropischen Regenwälder durch Verzicht auf Tropenholznutzung • Unterstützung von Projekten und Initiativen der indigenen Partner
Agenda 21 und Klima-Rahmenkonvention der UNCED	seit 1992	<ul style="list-style-type: none"> • Verpflichtung zur nachhaltigen Entwicklung mit kommunaler Umsetzung (Lokale Agenda 21) und Freisetzung von Treibhausgasen bis zum Jahr 2000 auf das Niveau von 1990 senken
Weltgipfel Rio +5, New York	1997	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederbelebung und Stärkung der (Selbst)Verpflichtungen für eine nachhaltige Entwicklung • offenes Feststellen von Versagen und Identifizieren der jeweiligen Gründe • Erkennen von Erreichtem und Identifizieren von Aktionen, die in der Sache weiterführen • Festlegen von Prioritäten für die Zeit nach 1997 • Feststellen der Probleme, die in Rio nicht genügend gewürdigt wurden
Kyoto-Protokoll der UN-Klimakonferenz	1997	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhausgasemissionen von 2008–2012 um durchschnittlich 5,2 Prozent gegenüber 1990 reduzieren, für die EU ist eine Senkung der Emissionen um 8 % vorgesehen • Deutschland verpflichtet sich zu einer Verringerung um 21 % , gültig von 2005 – 2012
Weltgipfel Rio +10, Johannesburg	2002	<ul style="list-style-type: none"> • Bis 2010 soll der Rückgang der Biodiversität deutlich reduziert werden • bis 2015 soll die Zahl der Menschen, die in absoluter Armut leben (weniger als 1 € Verdienst pro Tag) um 500 Mio. reduziert werden
Vierter Sachstandsbericht des Weltklimarats IPCC	Feb 07	<ul style="list-style-type: none"> • effiziente Energienutzung und die Nutzung kohlenstoffärmerer und -freier Energiequellen
Klimakonferenz in Bali (COP 13)	Dez 07	<ul style="list-style-type: none"> • Hinweis auf die Untersuchungsergebnisse des Weltklimarates IPCC – dieser fordert den Rückgang des Ausstoßes an CO₂ um 50 Prozent bis 2020
Klimakonferenz in Kopenhagen (COP 15)	Dez 09	<ul style="list-style-type: none"> • "Copenhagen Accord", enthält Kernelemente zur zukünftigen Klimaschutzpolitik
Petersberger Klimadialog	Mai 10	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung des weltweiten Temperaturanstiegs auf die 2-Grad-Temperatur-Obergrenze • die Minderung von Treibhausgasen in Industrie- und Schwellenländern • den Aufbau eines internationalen Systems zur Kontrolle der Minderungsaktivitäten • die Unterstützung von Anpassungsmaßnahmen in

Klimakonferenz in Canún, Mexiko (COP 16)	29. Nov – 10. Dez 2010	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklungsländern und die Finanzierung internationalen Klimaschutzes Kyotoprotokoll als verbindlichen Klimavertrag ergänzt mit unverbindlichen Klimaplänen (USA, Entwicklungsländer) Unverbindlicher Kompromiss, der als historischer Erfolg gewertet wird: USA (Reduktionsvorschlag -17%) und Entwicklungsländer (freiwillige Ziele) werden getrennt betrachtet von den Kyoto-Staaten (CO₂-Emissionen bis 2020 um mindestens 25 bis 40 % senken im Vergleich zu 1990) Einrichten eines Hilfsfonds für arme Länder, besserer Regenwaldschutz)
Weltgipfel Rio +20, Rio de Janeiro	2012	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung einer "grünere" Wirtschaft Kampf gegen die Armut institutioneller Rahmen der nachhaltigen Entwicklung

europaweit

Klimapolitik der Europäischen Union, Klimapakete, Europäisches Programm für den Klimaschutz ECCP	seit 2000	<ul style="list-style-type: none"> Ausstoß von Treibhausgasen vermindern (z.B. durch Emissionshandelssystem) Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur nicht über 2 Grad Celsius Treibhausgasemissionen bis 2020 um 20 Prozent gegenüber dem Basisjahr 1990 senken Steigerung der Energieeffizienz und Förderung der Energieträger aus erneuerbaren Quellen
EUROPA 2020, Programm der Europäischen Union	Mrz 10	<ul style="list-style-type: none"> Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 20% im Vergleich zu 1990 die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien auf 20% Steigerung der Energieeffizienz um 20% bis 2020
Europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden	Jun 10	<ul style="list-style-type: none"> Die Neufassung der Richtlinie fordert von den Mitgliedsstaaten u. a.: Einführung eines "Niedrigstenergiegebäudes" als Standard für alle Neubauten ab 2021, für behördliche Bauten bereits ab 2019 Unabhängiges Kontrollsystem für Energieausweise Stärkung der Energieausweise Erweiterung der Aushangspflicht für Energieausweise Energiekennwerte in Annoncen, Ausstellerlisten

deutschlandweit

Nationales Klimaschutzprogramm	seit 2000	<ul style="list-style-type: none"> Reduktion der Treibhausgasemissionen in Deutschland um 21% im Zeitraum 2008–2012, bezogen auf 1990 Maßnahmenkatalog mit den Schwerpunkten Verkehr und private Haushalte
Rat für Nachhaltige Entwicklung (RNE)	seit 2001	<ul style="list-style-type: none"> Gutachten „Sustainability – Made in Germany. We know you can do it“, Indikatorenbericht 2010: Positiver Trend im Bezug auf erneuerbare Energien und Reduktion von Treibhausgasen
Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP)	Aug 2007	<ul style="list-style-type: none"> Reduktion der deutschen Treibhausgasemissionen um 40 % gegenüber 1990 als Beitrag zur globalen



		Emissionsminderung
		<ul style="list-style-type: none">• Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung soll bei mindestens 30 % liegen• Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeerzeugung soll 14 % betragen• Ausbau von Biokraftstoffen, ohne die Gefährdung von Ökosystemen und Ernährungssicherheit
	2008	<ul style="list-style-type: none">• Bundesumweltministerium fördert durch verschiedene Programme und Aktionen wirksame Klimaschutzmaßnahmen in Einzel- und Modellprojekten
BMU-Klimaschutzinitiative Energieeinsparungsgesetz EnEG	seit 2009	<ul style="list-style-type: none">• Anforderungen an den Wärmeschutz bei zu errichtenden Gebäuden, an heizungs- und raumluftechnische Kühl-, Beleuchtungs- sowie an Warmwasserversorgungsanlagen und -einrichtungen, an den Betrieb von heizungs- und raumluftechnischen Kühl-, Beleuchtungs- und Warmwasserversorgungsanlagen und -einrichtungen• Inhalte und die Verwendung von Energieausweisen auf Bedarfs- und Verbrauchsgrundlage
Novellierung der Energieeinsparungsverord- nung EnEV	seit 2009	<ul style="list-style-type: none">• erhöhte Anforderungen an den Primärenergiebedarf• Verschärfung der Anforderungen von 2007 um etwa 30%
Forschung für nachhaltige Entwicklungen	Feb 10	<ul style="list-style-type: none">• Hightech-Strategie im Bereich Klimaschutz, Ressourcenschutz und Energie

6 Argumentationskatalog

6.1 Inhalte und Ziel des Argumentationskataloges

Mit diesem Argumentationskatalog werden die wesentlichen Elemente der Studie möglichst prägnant zusammengefasst. Hierbei werden diskussionsfähige, angreifbare Punkte herausgestellt und aufgearbeitet. Kritische Faktoren werden benannt und erläutert, um Argumentationshilfen zu liefern, die eine Diskussion im Projektumfeld, in Zielgruppen oder bei Vorträgen versachlicht.

6.2 Grundlage der Studie

Die im Auftrag des Baustoff- und Bauproduktherstellers Saint-Gobain erstellte gutachterliche Studie bewertet und vergleicht sowohl nichttragende Innenwände als auch tragende Außenwände in Trocken- bzw. Leichtbauweise mit Konstruktionen in massiver Bauweise hinsichtlich ihrer ökologischen Eigenschaften und Auswirkungen. Detaillierte Angaben zu den Wandaufbauten der untersuchten Wandkonstruktionen sind im Kapitel 3.1 und 3.2 dargestellt. Bei der Wahl der Wandkonstruktionen wurde darauf Wert gelegt, dass es sich hierbei um marktübliche und verbreitete Systeme handelt. Für die tragenden Außenwände wurde die Holzständerwand mit den massiven Außenwänden aus Kalksandstein sowie Porenbeton jeweils mit einem Wärmedämmverbundsystem verglichen.

Nicht untersucht und bewertet wurden in dieser Studie technische und baupraktische Aspekte der unterschiedlichen Bauweisen.

Ziel der Studie ist es, Herstellern neben einer ökonomischen auch eine ökologische Quantifizierung zu bieten, welche zu wichtigen Herausstellungsmerkmalen in einem zunehmend vom Wettbewerb verdichteten Markt werden.

Die Studie wurde mit der Methode der Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040: 2009-11 sowie DIN EN ISO 14044: 2006-10 untersucht.

6.3 Grundlage Festlegung der Systemgrenzen

Als **Nutzungszeitraum** liegen der Studie 30 Jahre für die Innenwände und 80 Jahre für die Außenwände zugrunde. Der Einfluss des Transports auf die Umweltindikatoren wurde in Abhängigkeit der jeweiligen Masse des Baustoffs berücksichtigt. Dabei wurde eine mittlere Entfernung zwischen Werk und Baustelle von 150 km sowie am „end-of-life“ zwischen Baustelle und Deponie oder weiterverarbeitendem Werk von im Mittel 50 km zugrunde gelegt. Dies entspricht den mittleren Transportstrecken inkl. An- und Abfahrt von 300 bzw. 100 km.

Die **Nachnutzung** oder Deponierung am „end-of-life“ wird in der Ökobilanzierung ebenfalls erfasst. Für die Nachnutzungsphase konnte bis auf das Recyclingpotential von Stahl und Aluminium sowie der Produktion von Strom und thermischer Energie aus der Verbrennung von Holz kein Recycling-Ansatz berücksichtigt werden.

Die ökologischen Auswirkungen, welche sich aus der **Deponierung** der einzelnen Baustoffe und Produkte ergeben, wurden in dieser Studie nicht bewertet. Die Divergenz zwischen den Angaben der Entsorgung in den Umweltdeklarationen einiger Bauprodukte und der heutigen Praxis der Entsorgung lässt eine Bewertung nur bedingt zu und zeigt den oft nur theoretisch möglichen Ansatz der Entsorgung auf.

6.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

In Kapitel 3.3.4 und Kapitel 3.3.5 wurden die Ergebnisse der Studie für die nichttragenden Innenwände und die tragenden Außenwände dargestellt und die ökologisch positiven Eigenschaften des Leichtbaus wurden neben den Berechnungen des Primärenergiebedarfs durch weitere Wirkungskategorien bestätigt.

Insgesamt hat sich herausgestellt, dass Trockenbaukonstruktionen in Holz oder Metallständerbauweise sich aufgrund ihrer spezifischen Materialien gegenüber herkömmlichen Massivbauweisen durch einen geringeren Primärenergiebedarf pro Quadratmeter hergestellter Wandfläche auszeichnen.

Bei klassischen Massivbauweisen werden die Anforderungen des Wärmeschutzes, des Feuchteschutzes und des Schallschutzes durch einen additiven Schichtenaufbau erfüllt. In der Regel erfüllt hierbei jeweils eine Schicht eine der zuvor genannten Anforderungen. Bei Leichtbauweisen hingegen erfüllen die Bauteilkomponenten in der Regel mehrere Aufgaben. Aus diesem integralen Charakter der Leichtbauweisen ergeben sich weitere Vorteile.

Unter der Nutzung von Synergieeffekten erreicht das Bauteil seine Leistungsfähigkeit durch Zusammenspiel der einzelnen Bauteilkomponenten. Hierdurch lassen sich deutlich geringere Konstruktionsdicken erzielen. So sind bei üblichen Wohnhausgrundrissen mit 75 bis 100 m² Grundfläche Flächeneinsparungen von 5-10 % möglich. Die Reduktion der Bauteildicken ermöglicht hierbei eine Optimierung der Nettonutzfläche. Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und im Hinblick auf eine höhere Flächennutzungseffizienz lässt sich bei konstant vorgegebener Nutzfläche genauso gut die Flächenversiegelung reduzieren.

Während die vorliegende Studie allein auf das Bauteil Wand als solches abstellt, ergeben sich weitere Potentiale aus dem reduzierten Eigengewicht im Hinblick auf die Auslegung der Tragkonstruktion von Stützen und Deckensystemen. Durch Verringerung der Lasten aus der Konstruktion lassen sich so auch zum Beispiel die Dicken von Betondecken und deren Bewehrungsgrade reduzieren.

Die Quantifizierung dieser daraus resultierenden Minderung der Ressourcenintensität und Umweltwirkungen könnte Inhalt weiterer Betrachtungen sein.

6.5 Kritische Fragestellungen – Argumentationskatalog

6.5.1 Einleitung

- Wieso wurde die Studie mit der Methode der Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040: 2009-11 sowie DIN EN ISO 14044: 2006-10 untersucht?

Die Bilanzierung wurde nach DIN EN ISO 14040: 2009-11 sowie DIN EN ISO 14044: 2006-10 durchgeführt, da diese Methoden in der Angebotserstellung vom Auftraggeber gewünscht wurden.

6.5.2 Funktionseinheiten

- Begründung für die Wahl des deutlich besseren U-Wertes der Außenwandkonstruktionen als in EnEV 2009 gefordert (vgl. Seite 6, Absatz 6).

Durch die im Rahmen der Energieeinsparverordnung (EnEV) verschärften Anforderungen an den Wärmeschutz von Bauobjekten müssen Bauteile, die an Außenluft angrenzen, bezüglich des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) verbessert werden. Um diesen Verschärfungen bereits heute gerecht zu werden, wurden die jeweiligen U-Werte erhöht angesetzt. Dabei stellt die Kalksandsteinwand mit einer Dämmstärke von 280 mm im WDVS die Ausgangsbasis dar.

- Wieso wurde eine Holzständerwand-Konstruktion gewählt, die für eine maximale Bauwerkshöhe von 7m zulässig ist (vgl. Seite 7, Absatz 1-2).

Die Wahl der Holzständerwand für eine maximale Bauwerkshöhe begründet sich durch den zusätzlichen konstruktiven Aufwand, der hätte betrieben werden müssen, um die brandschutztechnischen Anforderungen der HBO zu erfüllen.

- Aus welchem Grund wurde als funktionale Einheit eine Fläche von 18qm zur Berechnungsgrundlage der Studie gewählt (vgl. Seite 7, Absatz 4-5)?

Oftmals wird bei Untersuchungen zur Ressourcenintensität eine funktionale Einheit eine Fläche von 1 m² zugrunde gelegt. Diese Funktionseinheit liefert jedoch nur in begrenzten Bereichen hinreichend prüffähige Ergebnisse der einzelnen Wirkstoffgrößen. Die gewählte Funktionseinheit mit einer Wandfläche von 18 m² begründet sich in dem vertikal wie horizontal inhomogenen Wandaufbau.

- Der obere und untere Anschluss der Konstruktion wurde mit in die Berechnungen einbezogen, die seitlichen Anschlüsse hingegen nicht (vgl. Seite 7, Ansatz 5).

Bei homogenen Konstruktionen, die einen regelmäßigen Aufbau in ihrer Schichtung sowie geringe konstruktive Störungen durch die Anschlussbereiche aufweisen, kann eine funktionale Einheit bezogen auf 1 m² zugrunde gelegt werden. Bei den betrachteten hybriden Ständerwandkonstruktionen nehmen der Ständerabstand, die Anzahl der Verbindungsmittel, der Einfluss der Anschlussausbildung an Boden und Decke sowie die seitlichen Wände Einfluss auf die Wirkbilanz. Aus diesem Grund wurde eine repräsentative Wandfeldfläche A_{rep} von 18 m² zugrunde gelegt. Damit werden die Einflussgrößen, die sich aus den Anschlussausbildungen ergeben, hinreichend genau erfasst.

- Weshalb wurde für Innenwände eine Nutzungsdauer von 30 Jahren und abweichend davon bei den Außenwänden die Nutzungsdauer von 80 Jahren gewählt (vgl. Seite 8, Absatz 2-3).

Für die **nichttragenden Innenwände** wurde dieser Ansatz gewählt, da im Zuge zunehmender Flexibilisierung ein frühzeitiger Austausch zu erwarten ist. Gründe hierfür können technischen oder gestalterischen Aspekten geschuldet sein.

Bei den **tragenden Außenwänden** wurde unter Berücksichtigung der Langlebigkeit von Gebäuden sowie der verwendeten Baustoffe wie Kalksandstein (100-150 Jahre) und Porenbeton (80-120 Jahre) anstelle der üblicherweise verwendeten 50 Jahre eine Nutzungsdauer von 80 Jahren gewählt.

- Wie wurde der Erneuerungszyklus in der Sachbilanzierung berücksichtigt (vgl. Seite 8, Absatz 6-7)?

Bei der Erstaufstellung wurde für jedes Bauteil der volle Wert der Umweltindikatoren angesetzt. Für den Erneuerungszyklus nach dem Ende der ersten Lebensdauer wurden die Primärenergieaufwände sowie Wirkgrößen jeweils anteilig angesetzt. Beispielsweise wurde bei einer Nutzungsdauer von 50 Jahren und einer

Lebenserwartung des Produktes von 40 Jahren die verbleibenden 10 Jahre zu 25 % anteilig an den Wirkungsgrößen angesetzt.

6.5.3 Systemgrenzen und Annahmen

- Welche Systemgrenzen wurden gewählt (vgl. Seite 8, Absatz 1)?

Sämtliche Vorketten (Energiegewinnung, Rohstofftransporte, eigentliche Herstellung) wurden erfasst. Der Transport vom Werk zur Baustelle, als auch jener vom Objekt zur Deponie, Müllverbrennungsanlage oder dem entsprechenden Werk zur Weiterverarbeitung sind in die Bilanzierung mit einbezogen worden. Weiterhin wurden auch eine mögliche Erneuerung infolge einer kürzeren Lebensdauer und die anschließende Weiterverarbeitung mitberücksichtigt; ebenso die eigentliche Entsorgung oder Nachnutzung am „end-of-life“.

- Woher stammen die Ansätze des Ressourcenverbrauchs (vgl. Seite 9, Absatz 1)?

Die Daten wurden aus den Datenblättern der einzelnen Baustoffe und Produkte der jeweiligen Hersteller entnommen. Sonstige notwendige Umweltindikatoren, die nicht aus Produktdatenblättern entnommen werden konnten, wurden aus der Datenbank ökobau.dat ermittelt.

- Der Energieaufwand für den Einsatz verschiedener elektrischer Geräte bleibt nicht berücksichtigt, trotz des Einsatzes von Kränen und Hubmaschinen auf der Baustelle (vgl. Seite 9, Absatz 2).

Der Energieaufwand für den Einsatz verschiedener elektrischer Geräte zum Einbau der jeweiligen Materialien wurde bei der Betrachtung nicht berücksichtigt, da dieser bei den vorliegenden Rahmenbedingungen als geringfügig und ohne Einfluss auf die Kernaussage dieser Studie einzustufen ist.

- In der Studie ist die Lebensdauer des WDVS von 40 Jahren auf Grundlage der Daten ökobau.dat gewählt worden. Gibt es eine Begründung, weshalb die Produktdaten vom Produkthersteller Weber nicht verwendet worden sind?

Weshalb ist die Lebensdauer auf 40 Jahre festgesetzt worden (vgl. Seite 9, Absatz 3)?

Zur Betrachtung der Lebensdauer der Baustoffe wurden beim Wärmedämmstoffverbundsystem (WDVS) wegen der derzeit noch nicht bereitliegenden Umweltdeklarationen von Weber die Daten ersatzweise aus der Ökobau.dat entnommen. Die Annahme der Lebensdauer von 40 Jahren wurde auf Grundlage vorliegender Langzeituntersuchungen und Studien getätigt.

- In der Studie ist die Deponierung als Bauschutt vorausgesetzt. Lässt sich hierzu keine genauere Betrachtung durchführen (vgl. Seite 10, Absatz 4 – Seite 11, Absatz 4)?

Deponien sind extrem heterogene Systeme mit komplexen chemischen und hydrologischen Prozessen. Die oft nur lückenhaft vorhandenen Informationen über die Abfallzusammensetzung, -Qualität und -Entsorgungswege führen dazu, dass die Prozesse in der Deponie bei weitem noch nicht völlig erforscht oder verstanden worden sind. Während die Betriebsdauer einer Deponie z.B. 30 Jahre dauern kann, dauern die verursachten Emissionen bis in die ferne Zukunft. Grundsätzliche Schwierigkeit ist, dass jeder künftige Prozess heute nicht gemessen werden kann. Deponiemodelle müssen immer auf gewisse Annahmen abgestützt werden und sind so in inhärenter Weise nicht validierbar oder beweisbar.

6.5.4 Wahl der Wirkungskategorien

- Wie begründet sich die Beschränkung auf die in der Studie betrachteten Wirkungskategorien (vgl. Seite 12, Absatz 3)?

Diese Beschränkung begründet sich zunächst darin, dass die einzelnen Wirkungskategorien untereinander nicht gewichtet werden, sondern getrennt voneinander bewertet werden. Außerdem steht in der öffentlichen Diskussion sowie in der Literatur neben dem Primärenergiebedarf insbesondere das Treibhauspotential im Fokus des Interesses.

6.5.5 Datenqualität und Datenvalidierung

- Ist der Sicherheitszuschlag von 10 % auf die nicht geprüften Daten der Ökobau.dat rechnerisch nachvollziehbar (vgl. Seite 13, Absatz 2)?

Dieser Aufschlag ist rein rechnerisch nicht nach zu vollziehen, vielmehr wurde eine Festlegung auf 10 Prozent am „Runden Tisch“ zwischen den beteiligten Parteien wie dem BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), dem BBSR (Bundesinstituts für Bau- Stadt und Raumforschung), dem Forschungsnehmer PE-International sowie verschiedenen Bundesverbänden der Baustoffindustrie vereinbart.

- Weshalb sind diese Wandaufbauten miteinander verglichen worden? Ist solch eine vergleichende Betrachtung noch nicht erstellt worden (vgl. Seite 16, Absatz 4)?

Obwohl in der Datenbank „bauteilkatalog.ch“ nahezu gleichwertige Wandaufbauten untersucht worden sind, sind diese Ergebnisse im Rahmen dieser Studie aus zwei Gründen nicht verwendbar. Zum einen fehlt dort eine Bilanzierung der massiven Wandsysteme und zum anderen stellt der „Strom-Mix“ der Schweiz eine Besonderheit dar, die für die Bundesrepublik Deutschland nicht zu vergleichbaren Ergebnissen führt. In der Schweiz lag z.B. 2007 der durch die erneuerbaren Energien erzeugte Anteil an Strom bei ca. 56,6 Prozent, wohingegen in Deutschland dieser Anteil im selben Jahr bei nur knapp 10 Prozent lag. Zudem liegt der Datenbank eine andere Vorgehensweise zugrunde, die mit Hilfe der Umweltbelastungspunkte bilanziert. Dieses Verfahren bezieht sich nur auf die Schweiz und bildet die dortigen Umweltbelastungen und politischen Ziele zur Sicherung der Umwelt ab. Zudem wird in der Schweizer Studie der Komplexität der ökologischen Einflussfaktoren durch die Reduktion auf eine oder wenige Zahlen nicht angemessen begegnet.

- Ergibt sich für die Kalksandstein-Wandkonstruktion bei kurzer bzw. keiner Transportstrecke ein erweiterter ökologischer Vorteil?

Der Einfluss der zugrunde gelegten Transportstrecken ist gegeben, verändert jedoch auch bei Ansatz einer kürzeren Wegstrecke den Kern der vorangestellten Aussagen nicht. Im Rahmen einer Prüfung der Sensitivität zum Einfluss der aus dem Transport resultierenden Umweltindikatoren hat sich gezeigt, dass der ökologische Vorteil hinsichtlich des Primärenergieverbrauchs auch ohne Ansatz des Transports erhalten bleibt.

- Ist die ökologische Bewertung sekundärer und tertiärer Tragstrukturen von Relevanz?

Die Betrachtung von sekundären bzw. tertiären Tragstrukturen weist mögliche Potentiale zur Ressourcenschonung und Reduktion des Primärenergiebedarfs auf. Sekundäre Strukturen wie beispielsweise Deckenkonstruktionen können ressourcenschonender ausgeführt werden, indem sie dünner dimensioniert werden bzw. der Bewehrungsgehalt reduziert wird. Zudem lassen sich weitere Einsparungen durch reduzierte Stützenquerschnitte und eine kleinere Fundamentierung erreichen.

7 Potenzialbetrachtung für Einfamilienhäuser

7.1 Ziel der Betrachtung und Grundlagen

Aufbauend auf den Ergebnissen der Studie erfolgt die Potentialabschätzung der Umweltindikatoren und ökologischen Eigenschaften anhand eines durchschnittlichen Einfamilienhauses in den unterschiedlichen Bauweisen leicht (Holz) und massiv (Mauerwerk). Dabei wird ein repräsentatives Einfamilienhaus in zweigeschossiger Bauweise zugrunde gelegt, welches in Kapitel 5.3.1 ausführlich erläutert und dargestellt ist. Die Dachkonstruktion, Decken und Fundamente werden dabei als „bauweisenneutral“ betrachtet; es erfolgt somit eine Betrachtung ohne lastweiterleitende, sekundäre und tertiäre Tragstrukturen. Die Massen der zu betrachtenden Wände wurden überschlägig anhand der Gebäudedaten und den daraus resultierenden laufenden Meter der Grundrisse ermittelt.

Auf der Grundlage der berechneten Daten wird so das jährliche Potenzial zur Einsparung von Ressourcen und der Reduktion von Emissionen im Bereich des Neubausektors an Einfamilienhäusern in der Bundesrepublik Deutschland abgeschätzt. Beides erfolgt auf der Basis von Datenmaterial für das Jahr 2009.



Abbildung 7.1.1: Referenzgebäude als Einfamilienhaus (EFH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in den Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss

7.2 Basisdaten der Umweltindikatoren der nichttragenden Innenwände | tragenden Außenwände

Die folgenden Ökobilanzierungsdaten: Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar) in [MJ], Primärenergiebedarf erneuerbar in [MJ], Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent], Ozonabbaupotential (ODP, katalytisches) [kg R11-Äqv.], Versauerungspotential (AP) [kg SO₂-Äqv.] – Schwefeldioxid, Eutrophierungspotential (EP) [kg Phosphat-Äqv.], Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP) [kg Ethen-Äqv.] sind der vorangegangenen Untersuchung (vgl. Kapitel 3) entnommen und in den folgenden Tabellen aufgelistet. Dabei wurde bereits die Differenz hinsichtlich der potentiellen Umweltwirkungen zwischen der jeweiligen Leicht- und Massivbauweise ermittelt.

Bauteil	PE ne	PE e	GWP 100	ODP	AP	EP	POCP
	MJ	MJ	kg CO ₂ -Äqui.	kg R11-Äqui.	kg SO ₂ -Äqui.	kg PO ₄ -Äqui.	kg C ₂ H ₄ -Äqui.
Metallständerwand	4517,6	190,9	306,2	9,7E-06	7,8E-01	1,5E-01	8,1E-02
Kalksandsteinwand	6388,3	228,9	653,1	1,3E-05	1,5E+00	2,3E-01	1,5E-01
Differenz	1870,7	38,0	346,9	3,0E-06	6,8E-01	7,1E-02	7,3E-02
Holzständerwand	26317,2	8173,0	1672,8	1,2E-04	5,6E+00	7,7E-01	5,1E-01
Kalksandsteinwand	44651,0	1964,0	3400,1	1,8E-04	9,2E+00	1,1E+00	8,8E-01
Porenbeton	40761,5	1848,6	3390,2	2,0E-04	8,3E+00	1,1E+00	8,8E-01
Differenz Kalksandstein - Leichtbauweise	18333,9	-6209,1	1727,3	6,6E-05	3,6E+00	3,8E-01	3,7E-01
Differenz Porenbeton - Leichtbauweise	14444,3	-6324,4	1717,4	8,3E-05	2,7E+00	3,0E-01	3,7E-01

Tabelle 7.2.1: Ökobilanzdaten bezogen auf 18 m²

Bauteil	PE ne	PE e	GWP 100	ODP	AP	EP	POCP
	MJ	MJ	kg CO ₂ -Äqui.	kg R11-Äqui.	kg SO ₂ -Äqui.	kg PO ₄ -Äqui.	kg C ₂ H ₄ -Äqui.
Metallständerwand	251,0	10,6	17,0	5,4E-07	4,3E-02	8,6E-03	4,5E-03
Kalksandsteinwand	354,9	12,7	36,3	7,1E-07	8,1E-02	1,3E-02	8,5E-03
Differenz	103,9	2,1	19,3	1,7E-07	3,8E-02	4,0E-03	4,1E-03
Holzständerwand	1462,1	454,1	92,9	6,5E-06	3,1E-01	4,3E-02	2,9E-02
Kalksandsteinwand	2480,6	109,1	188,9	1,0E-05	5,1E-01	6,3E-02	4,9E-02
Porenbeton	2264,5	102,7	188,3	1,1E-05	4,6E-01	5,9E-02	4,9E-02
Differenz Kalksandstein - Leichtbauweise	1018,5	-344,9	96,0	3,7E-06	2,0E-01	2,1E-02	2,0E-02
Differenz Porenbeton - Leichtbauweise	802,5	-351,4	95,4	4,6E-06	1,5E-01	1,7E-02	2,0E-02

Tabelle 7.2.2: Ökobilanzdaten bezogen auf 1 m²

7.3 Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenz-Einfamilienhaus

Die Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenzgebäude erfolgt unter der Annahme einer durchschnittlichen Lebensdauer für ein Einfamilienhaus von 80 Jahren.

7.3.1 Berechnung des Umweltindikators Primärenergie für das Referenz-Einfamilienhaus

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	29.367,00	1.859.606.541,00
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	41.523,30	2.629.379.925,90
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	12.156,30	769.773.384,90

Tabelle 7.3.1: Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und einem durchschnittlichen Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	297.683,56	18.850.216.069,88
Kalksandsteinwand KSL	505.050,16	31.981.291.281,68
Porenbetonwand PB	461.052,20	29.195.208.460,60
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	207.366,60	13.131.075.211,80
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	163.389,00	10.346.281.647,00

Tabelle 7.3.2: Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	1.240,20	78.533.184,60
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	1.485,90	94.091.645,70
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	245,70	15.558.461,10

Tabelle 7.3.3: Primärenergie erneuerbar in [MJ] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	92.454,76	5.854.512.767,48
Kalksandsteinwand KSL	22.212,76	1.406.578.601,48
Porenbetonwand PB	20.909,72	1.324.066.199,56
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	-70.221,64	-4.446.644.909,72
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	-71.545,04	-4.530.446.567,92

Tabelle 7.3.4: Primärenergie erneuerbar in [MJ] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

7.3.2 Berechnung des Umweltindikators Treibhauspotential für das Referenz-Einfamilienhaus

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	1.989,0	125.949.447,0
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	4.247,1	268.939.113,3
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	2.258,1	142.989.666,3

Tabelle 7.3.5: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	18.914,4	1.197.719.084,1
Kalksandsteinwand KSL	38.460,0	2.435.405.112,9
Porenbetonwand PB	38.337,9	2.427.669.575,2
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	19.545,6	1.237.686.028,8
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	19.423,4	1.229.950.491,1

Tabelle 7.3.6: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

7.3.3 Berechnung des Umweltindikators Ozonabbaupotential für das Referenz-Einfamilienhaus

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	6,32E-05	4,00
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	8,31E-05	5,26
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	1,99E-05	1,26

Tabelle 7.3.7: Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	1,32E-03	83,80
Kalksandsteinwand KSL	2,04E-03	128,93
Porenbetonwand PB	2,24E-03	141,82
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	7,53E-4	47,70
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	9,37E-04	59,31

Tabelle 7.3.8: Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

7.3.4 Berechnung des Umweltindikators Versauerungspotential für das Referenz-Einfamilienhaus

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	5,03	318.578,01
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	9,48	600.112,07
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	4,45	281.534,06

Tabelle 7.3.9: Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO₂ - Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	63,12	3.996.694,47
Kalksandsteinwand KSL	103,84	6.575.207,03
Porenbetonwand PB	93,66	5.930.578,89
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	40,72	2.578.512,56
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	30,54	1.933.884,42

Tabelle 7.3.10: Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO₂ - Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

7.3.5 Berechnung des Umweltindikators Eutrophierungspotential für das Referenz-Einfamilienhaus

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	1,01	63.715,60
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	1,52	96.314,28
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	0,47	29.635,16

Tabelle 7.3.11: Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO₄- Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	8,75	554.380,20
Kalksandsteinwand KSL	9,98	812.231,46
Porenbetonwand PB	9,98	760.661,21
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	4,07	270.743,82
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	4,07	219.173,57

Tabelle 7.3.12: Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO₄- Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

7.3.6 Berechnung des Umweltindikators Oxidantienbildungspotential für das Referenz-Einfamilienhaus

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	0,53	33.339,56
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	0,99	62.974,72
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	0,48	30.376,04

Tabelle 7.3.13: Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C₂H₄ – Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	5,90	373.884,32
Kalksandsteinwand KSL	9,98	631.735,58
Porenbetonwand PB	9,98	631.735,58
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	4,07	257.851,26
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	4,07	257.851,26

Tabelle 7.3.14: Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C₂H₄ – Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

8 Potenzialbetrachtung für Doppelhäuser

8.1 Ziel der Betrachtung und Grundlagen

Aufbauend auf den Ergebnissen der Studie erfolgt die Potenzialabschätzung der Umweltindikatoren und ökologischen Eigenschaften anhand eines durchschnittlichen Doppelhauses in den unterschiedlichen Bauweisen leicht (Holz) und massiv (Mauerwerk). Dabei wird ein repräsentatives Doppelhaus in zweigeschossiger Bauweise zugrunde gelegt, welches in Kapitel 5.3.2 ausführlich beschrieben und dargestellt ist. Die Dachkonstruktion, Decken und Fundamente werden dabei als „bauweisenneutral“ zugrunde gelegt; es erfolgt somit eine Betrachtung ohne lastweiterleitende, sekundäre und tertiäre Tragstrukturen. Die Massen der zu betrachtenden Wände wurden überschlägig anhand der Gebäudedaten und den daraus resultierenden laufenden Meter der Grundrisse ermittelt.

Auf der Grundlage der berechneten Daten wird so das jährliche Potenzial zur Einsparung von Ressourcen und der Reduktion von Emissionen im Bereich des Neubausektors an Doppelhäusern in der Bundesrepublik Deutschland abgeschätzt. Beides erfolgt auf der Basis von Datenmaterial für das Jahr 2009.

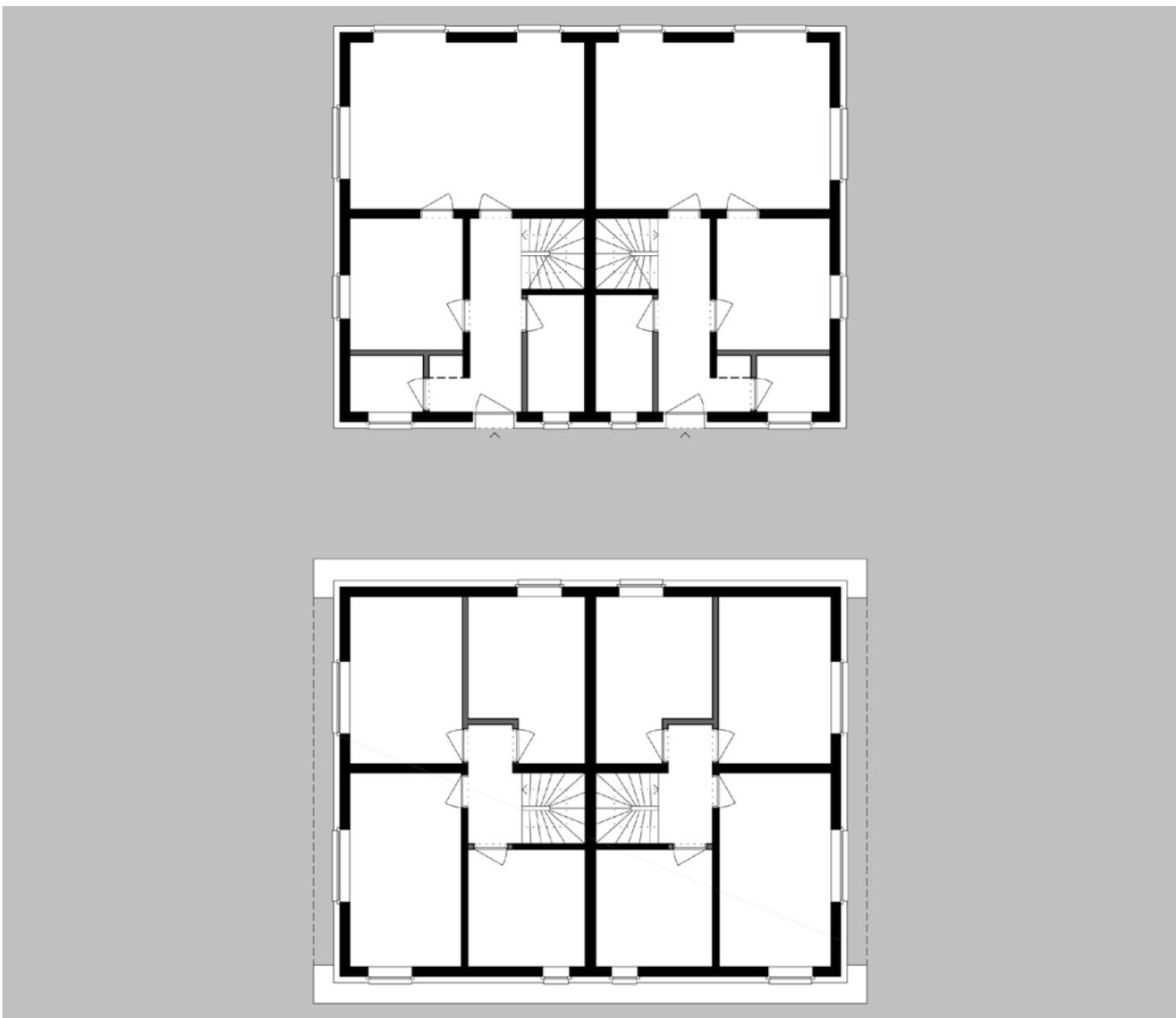


Abbildung 8.1.1: Referenzgebäude als Doppelhaus (DH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in den Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss

8.2 Basisdaten der Umweltindikatoren der nichttragenden Innenwände | tragenden Außenwände

Die folgenden Ökodaten: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent], Ozonabbaupotential (ODP, katalytisches) [kg R11-Äqui.], Versauerungspotential (AP) [kg SO₂-Äqv.] – Schwefeldioxid, Eutrophierungspotential (EP) [kg Phosphat-Äqui.], Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (POCP) [kg Ethen-Äqv.] sind der vorangegangenen Untersuchung (vgl. Kapitel 3) entnommen und in den folgenden Tabellen aufgelistet. Dabei wurde bereits die Differenz hinsichtlich der potentiellen Umweltwirkungen zwischen der jeweiligen Leicht- und Massivbauweise ermittelt.

Bauteil	PE ne	PE e	GWP 100	ODP	AP	EP	POCP
	MJ	MJ	kg CO ₂ -Äqui.	kg R11-Äqui.	kg SO ₂ -Äqui.	kg PO ₄ -Äqui.	kg C ₂ H ₄ -Äqui.
Metallständerwand	4517,6	190,9	306,2	9,7E-06	7,8E-01	1,5E-01	8,1E-02
Kalksandsteinwand	6388,3	228,9	653,1	1,3E-05	1,5E+00	2,3E-01	1,5E-01
Differenz	1870,7	38,0	346,9	3,0E-06	6,8E-01	7,1E-02	7,3E-02
Holzständerwand	26317,2	8173,0	1672,8	1,2E-04	5,6E+00	7,7E-01	5,1E-01
Kalksandsteinwand	44651,0	1964,0	3400,1	1,8E-04	9,2E+00	1,1E+00	8,8E-01
Porenbeton	40761,5	1848,6	3390,2	2,0E-04	8,3E+00	1,1E+00	8,8E-01
Differenz Kalksandstein - Leichtbauweise	18333,9	-6209,1	1727,3	6,6E-05	3,6E+00	3,8E-01	3,7E-01
Differenz Porenbeton - Leichtbauweise	14444,3	-6324,4	1717,4	8,3E-05	2,7E+00	3,0E-01	3,7E-01

Tabelle 8.2.1: Ökobilanzdaten bezogen auf 18 m²

Bauteil	PE ne	PE e	GWP 100	ODP	AP	EP	POCP
	MJ	MJ	kg CO ₂ -Äqui.	kg R11-Äqui.	kg SO ₂ -Äqui.	kg PO ₄ -Äqui.	kg C ₂ H ₄ -Äqui.
Metallständerwand	251,0	10,6	17,0	5,4E-07	4,3E-02	8,6E-03	4,5E-03
Kalksandsteinwand	354,9	12,7	36,3	7,1E-07	8,1E-02	1,3E-02	8,5E-03
Differenz	103,9	2,1	19,3	1,7E-07	3,8E-02	4,0E-03	4,1E-03
Holzständerwand	1462,1	454,1	92,9	6,5E-06	3,1E-01	4,3E-02	2,9E-02
Kalksandsteinwand	2480,6	109,1	188,9	1,0E-05	5,1E-01	6,3E-02	4,9E-02
Porenbeton	2264,5	102,7	188,3	1,1E-05	4,6E-01	5,9E-02	4,9E-02
Differenz Kalksandstein - Leichtbauweise	1018,5	-344,9	96,0	3,7E-06	2,0E-01	2,1E-02	2,0E-02
Differenz Porenbeton - Leichtbauweise	802,5	-351,4	95,4	4,6E-06	1,5E-01	1,7E-02	2,0E-02

Tabelle 8.2.2: Ökobilanzdaten bezogen auf 1m²

8.3 Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenz-Doppelhaus

Die Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenzgebäude erfolgt unter der Annahme einer durchschnittlichen Lebensdauer für ein Doppelhaus von 80 Jahren.

8.3.1 Berechnung des Umweltindikators Primärenergie für das Referenz-Doppelhaus

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	53.312,40	551.410.153,20
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	75.380,76	779.663.200,68
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	22.068,36	228.253.047,48

Tabelle 8.3.1: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar in[MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	519.337,92	5.371.512.106,56
Kalksandsteinwand KSL	881.109,12	9.113.311.628,16
Porenbetonwand PB	804.350,40	8.319.396.187,20
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	361.771,20	3.741.799.521,60
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	285.048,00	2.948.251.464,00

Tabelle 8.3.2: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar in[MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	2.251,44	23.286.643,92
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	2.697,48	27.900.035,64
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	446,04	4.613.391,72

Tabelle 8.3.3: Primärenergiebedarf erneuerbar in[MJ] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	161.296,32	1.668.287.837,76
Kalksandsteinwand KSL	38.752,32	400.815.245,76
Porenbetonwand PB	36.479,04	377.302.710,72
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	-122.508,48	1.267.105.208,64
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	-124.817,28	1.290.985.127,04

Tabelle 8.3.4: Primärenergiebedarf erneuerbar in[MJ] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

8.3.2 Berechnung des Umweltindikators Treibhauspotential für das Referenz-Doppelhaus

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	3.610,80	37.346.504,40
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	7.710,12	79.745.771,16
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	4.099,32	42.399.266,76

Tabelle 8.3.5: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	32.998,08	341.299.141,44
Kalksandsteinwand KSL	67.097,28	693.987.167,04
Porenbetonwand PB	66.884,16	691.782.866,88
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	34.099,20	352.688.025,60
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	33.886,08	350.483.725,44

Tabelle 8.3.6: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

8.3.3 Berechnung des Umweltindikators Ozonabbaupotential für das Referenz-Doppelhaus

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	1,15E-04	1,19
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	1,15E-04	1,56
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	3,61E-05	0,37

Tabelle 8.3.7: Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	2,31E-03	23,88
Kalksandsteinwand KSL	3,55E-03	36,74
Porenbetonwand PB	3,91E-03	40,41
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	1,31E-03	13,59
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	1,63E-03	16,90

Tabelle 8.3.8: Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

8.3.4 Berechnung des Umweltindikators Versauerungspotential für das Referenz-Doppelhaus

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	9,13	94.464,69
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	17,20	177.945,11
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	8,07	83.480,42

Tabelle 8.3.9: Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO₂ - Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	110,11	1.138.888,42
Kalksandsteinwand KSL	181,15	1.873.655,14
Porenbetonwand PB	163,39	1.689.963,46
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	71,04	734.766,72
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	53,28	551.075,04

Tabelle 8.3.10: Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO₂ - Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

8.3.5 Berechnung des Umweltindikators Eutrophierungspotential für das Referenz-Doppelhaus

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	1,83	18.892,94
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	2,76	28.559,09
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	0,85	8.787,41

Tabelle 8.3.11: Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO₄- Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	15,27	157.974,84
Kalksandsteinwand KSL	22,38	231.451,52
Porenbetonwand PB	20,96	216.756,18
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	7,46	77.150,51
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	6,04	62.455,17

Tabelle 8.3.12: Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO₄- Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

8.3.6 Berechnung des Umweltindikators Oxidantienbildungspotential für das Referenz-Doppelhaus

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	0,96	0,96
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	1,81	1,81
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	0,87	0,87

Tabelle 8.3.13: Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C₂H₄ – Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	10,30	106.541,17
Kalksandsteinwand KSL	17,40	180.017,85
Porenbetonwand PB	17,40	180.017,85
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	7,10	73.476,67
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	7,10	73.476,67

Tabelle 8.3.14: Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C₂H₄ – Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009

9 Potenzialbetrachtung für Mehrfamilienhäuser

9.1 Ziel der Betrachtung und Grundlagen

Aufbauend auf den Ergebnissen der Studie erfolgt die Potenzialabschätzung der Umweltindikatoren und ökologischen Eigenschaften anhand eines durchschnittlichen Mehrfamilienhauses in den unterschiedlichen Bauweisen leicht (Holz)/massiv (Mauerwerk). Dabei wird ein repräsentatives Mehrfamilienhaus in zweigeschossiger Bauweise zugrunde gelegt, welches in Kapitel 5.3.3 ausführlich beschrieben und dargestellt ist. Die Dachkonstruktion, Decken und Fundamente werden dabei als „bauweisenneutral“ zugrunde gelegt; es erfolgt somit eine Betrachtung ohne lastweiterleitende, sekundäre und tertiäre Tragstrukturen. Die Massen der zu betrachtenden Wände wurden überschlägig anhand der Gebäudedaten und den daraus resultierenden laufenden Meter der Grundrisse ermittelt.

Auf der Grundlage der berechneten Daten wird so das jährliche Potenzial zur Einsparung von Ressourcen und der Reduktion von Emissionen im Bereich des Neubausektors an Mehrhäusern in der Bundesrepublik Deutschland abgeschätzt. Beides erfolgt auf der Basis von Datenmaterial für das Jahr 2009.

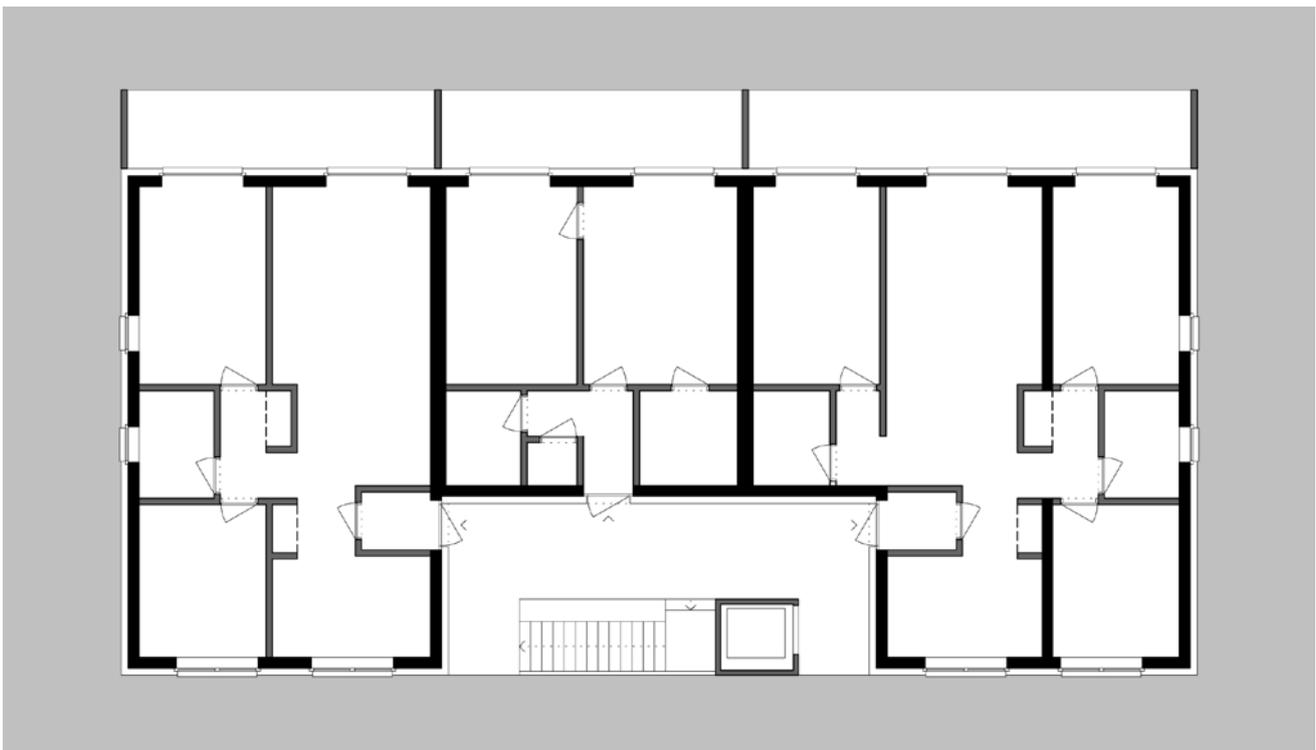


Abbildung 9.1.1: Referenzgebäude als Mehrfamilienhaus (MFH) mit zwei Stockwerken, dargestellt im Grundriss für Erdgeschoss und Obergeschoss

9.2 Basisdaten der Umweltindikatoren der nichttragenden Innenwände | tragenden Außenwände

Die folgenden Ökodaten: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent], Ozonabbaupotential (ODP, katalytisches) [kg R11-Äqui.], Versauerungspotential (AP) [kg SO₂-Äqv.] – Schwefeldioxid, Eutrophierungspotential (EP) [kg Phosphat-Äqui.], Photochemisches Oxidantienbildungspotenzial (POCP) [kg Ethen-Äqv.] sind der vorangegangenen Untersuchung (vgl. Kapitel 3) entnommen und in den folgenden Tabellen aufgelistet. Dabei wurde bereits die Differenz hinsichtlich der potentiellen Umweltwirkungen zwischen der jeweiligen Leicht- und Massivbauweise ermittelt.

Bauteil	PE ne	PE e	GWP 100	ODP	AP	EP	POCP
	MJ	MJ	kg CO ₂ -Äqui.	kg R11-Äqui.	kg SO ₂ -Äqui.	kg PO ₄ -Äqui.	kg C ₂ H ₄ -Äqui.
Metallständerwand	4517,6	190,9	306,2	9,7E-06	7,8E-01	1,5E-01	8,1E-02
Kalksandsteinwand	6388,3	228,9	653,1	1,3E-05	1,5E+00	2,3E-01	1,5E-01
Differenz	1870,7	38,0	346,9	3,0E-06	6,8E-01	7,1E-02	7,3E-02
Holzständerwand	26317,2	8173,0	1672,8	1,2E-04	5,6E+00	7,7E-01	5,1E-01
Kalksandsteinwand	44651,0	1964,0	3400,1	1,8E-04	9,2E+00	1,1E+00	8,8E-01
Porenbeton	40761,5	1848,6	3390,2	2,0E-04	8,3E+00	1,1E+00	8,8E-01
Differenz Kalksandstein - Leichtbauweise	18333,9	-6209,1	1727,3	6,6E-05	3,6E+00	3,8E-01	3,7E-01
Differenz Porenbeton - Leichtbauweise	14444,3	-6324,4	1717,4	8,3E-05	2,7E+00	3,0E-01	3,7E-01

Tabelle 9.2.1: Ökobilanzdaten bezogen auf 18 m²

Bauteil	PE ne	PE e	GWP 100	ODP	AP	EP	POCP
	MJ	MJ	kg CO ₂ -Äqui.	kg R11-Äqui.	kg SO ₂ -Äqui.	kg PO ₄ -Äqui.	kg C ₂ H ₄ -Äqui.
Metallständerwand	251,0	10,6	17,0	5,4E-07	4,3E-02	8,6E-03	4,5E-03
Kalksandsteinwand	354,9	12,7	36,3	7,1E-07	8,1E-02	1,3E-02	8,5E-03
Differenz	103,9	2,1	19,3	1,7E-07	3,8E-02	4,0E-03	4,1E-03
Holzständerwand	1462,1	454,1	92,9	6,5E-06	3,1E-01	4,3E-02	2,9E-02
Kalksandsteinwand	2480,6	109,1	188,9	1,0E-05	5,1E-01	6,3E-02	4,9E-02
	2264,5	102,7	188,3	1,1E-05	4,6E-01	5,9E-02	4,9E-02
Differenz Kalksandstein - Leichtbauweise	1018,5	-344,9	96,0	3,7E-06	2,0E-01	2,1E-02	2,0E-02
Differenz Porenbeton - Leichtbauweise	802,5	-351,4	95,4	4,6E-06	1,5E-01	1,7E-02	2,0E-02

Tabelle 9.2.2: Ökobilanzdaten bezogen auf 1 m²

9.3 Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenz-Mehrfamilienhaus

Die Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenzgebäude erfolgt unter der Annahme einer durchschnittlichen Lebensdauer für ein Doppelhaus von 80 Jahren.

9.3.1 Berechnung des Umweltindikators Primärenergie für das Referenz-Mehrfamilienhaus

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	521.753,70	3.019.910.415,60
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	737.730,63	4.269.984.886,44
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	215.976,93	1.250.074.470,84

Tabelle 9.3.1: Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	1.394.404,77	8.070.814.808,76
Kalksandsteinwand KSL	2.365.748,22	13.692.950.697,36
Porenbetonwand PB	2.159.653,65	12.500.075.326,20
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	971.343,45	5.622.135.888,60
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	765.344,25	4.429.812.519,00

Tabelle 9.3.2: Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	22.034,22	127.534.065,36
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	26.399,49	152.800.248,12
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	4.365,27	25.266.182,76

Tabelle 9.3.3: Primärenergie erneuerbar in [MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	433.075,17	2.506.639.083,96
Kalksandsteinwand KSL	104.048,67	602.233.701,96
Porenbetonwand PB	97.944,99	566.905.602,12
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	-328.931,13	1.903.853.380,44
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	-335.130,18	1.939.733.481,84

Tabelle 9.3.4: Primärenergie erneuerbar in [MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

9.3.2 Berechnung des Umweltindikators Treibhauspotential für das Referenz-Mehrfamilienhaus

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	35.337,90	204.535.765,20
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	75.456,81	436.744.016,28
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	40.118,91	232.208.251,08

Tabelle 9.3.5: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	88.598,73	512.809.449,24
Kalksandsteinwand KSL	180.153,93	1.042.730.946,84
Porenbetonwand PB	179.581,71	1.039.418.937,48
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	91.555,20	529.921.497,60
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	90.982,98	526.609.488,24

Tabelle 9.3.6: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

9.3.3 Berechnung des Umweltindikators Ozonabbaupotential für das Referenz-Mehrfamilienhaus

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	1,12E-03	6,50
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	1,48E-03	8,54
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	3,53E-04	2,05

Tabelle 9.3.7: Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	6,20E-03	35,88
Kalksandsteinwand KSL	9,54E-03	55,20
Porenbetonwand PB	1,05E-02	60,72
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	3,53E-03	20,42
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	4,39E-03	25,39

Tabelle 9.3.8: Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

9.3.4 Berechnung des Umweltindikators Versauerungspotential für das Referenz-Mehrfamilienhaus

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	89,38	517.355,17
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	168,37	974.552,76
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	78,99	457.197,59

Tabelle 9.3.9: Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO₂ - Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	295,65	1.711.204,84
Kalksandsteinwand KSL	486,39	2.815.207,96
Porenbetonwand PB	438,70	2.539.207,18
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	190,74	1.104.003,12
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	143,06	828.002,34

Tabelle 9.3.10: Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO₂ - Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

9.5.5 Berechnung des Umweltindikators Eutrophierungspotential für das Referenz-Mehrfamilienhaus

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	17,88	103.471,03
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	27,02	156.409,70
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	8,31	48.126,06

Tabelle 9.3.11: Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO₄-Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	41,01	237.360,67
Kalksandsteinwand KSL	60,08	347.760,98
Porenbetonwand PB	56,27	325.680,92
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	20,03	115.920,33
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	16,21	93.840,27

Tabelle 9.3.12: Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO₄-Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

9.3.6 Berechnung des Umweltindikators Oxidantienbildungspotential für das Referenz-MFH

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	9,35	54.141,82
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	17,67	102.267,88
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	8,52	49.329,21

Tabelle 9.3.13: Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C₂H₄ – Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

	Für ein MFH	Für MFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	27,66	160.080,45
Kalksandsteinwand KSL	46,73	270.480,76
Porenbetonwand PB	46,73	270.480,76
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	19,07	110.400,31
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	19,07	110.400,31

Tabelle 9.3.14: Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C₂H₄ – Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009

10 Darstellung der Ergebnisse aus Kapitel sieben bis neun in äquivalenten Kenngrößen für den Umweltindikator Treibhauspotential

10.1 Ziel der Betrachtung und Grundlagen

Bei dieser Betrachtung werden aufbauend auf den errechneten Ergebnissen der Studie die Wirkungsgröße sowie die Daten, die in den Kapiteln 7-9 ermittelt wurden, in einer Reihe an Darstellungen illustriert.

Hierzu werden auf Grundlage der in Kapitel 7-9 betrachteten Haustypen die errechneten Potentiale in anschaulicher Form aufbereitet. Die mögliche Reduktion des CO₂- Ausstoßes durch die Verwendung von Leichtbauweisen anstelle massiver Konstruktionen, lässt sich zum Beispiel in die CO₂-äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“ umrechnen und damit aufzeigen, wieviele Bäume man pflanzen müsste, um genausoviel CO₂ zu kompensieren wie durch die Verwendung von Leichtbausystemen eingespart werden (vgl. Kapitel 10.2). Aus dieser Anzahl Bäume wird in Kapitel 10.3 die Waldfläche errechnet, welche durch eine entsprechende Anzahl Bäume in Anspruch genommen wird und wievielen Fußballfeldern diese Fläche entspricht (vgl. Kapitel 10.4).

Analog zu diesen Assoziationsmustern wird in Kapitel 10.5 und 10.6 die Flugstrecke bzw. Fahrstrecke errechnet, welche man unter Ausstoß der selben Menge CO₂ zurücklegen kann, wie man durch die Verwendung leichter Bauweisen im Zeitraum von 10 Jahren einsparen könnte.

Abschliessend wird das CO₂-Einsparpotential noch in Relation zum Anteil des CO₂-Ausstoßes privater Haushalte in Deutschland gesetzt (vgl. Kapitel 10.7).

10.2 Beispiel 1: CO₂-äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“

Zur Veranschaulichung des ermittelten Verbrauchs des CO₂-Äquivalenz kann ein Vergleich mit der **Stiel- und der Traubeneiche** (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) hilfreich sein. Die beiden Baumarten nehmen zusammen rund ein Zehntel⁴⁷ der Waldfläche in Deutschland ein. Sie sind damit die zweithäufigsten Laubbäume in Deutschland⁴⁷.



Abbildung 10.2.1: Exemplarische Darstellung einer Stieleiche (*quercus robur*)⁴⁸

⁴⁷ UmweltBundesAmt für Mensch und Umwelt:

<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3190>. Angaben vom Juni 2008.

Die Fichte (*Picea abies*) ist die häufigste Baumart in Deutschland. Sie nimmt mehr als ein Viertel der Waldfläche (28 %) ein und ist auch von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung für die Forstbetriebe.

⁴⁸ Quelle: <http://www.baumkunde.de>

10.2.1 Grundlagen und Annahmen zur Umrechnung in die CO₂-äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“

Eine durchschnittliche Stieleiche hat in der Regel eine Höhe von 30 m sowie einen Stammdurchmesser in Brusthöhe von ca. 1,0 m. Die Holzkubatur für eine Stieleiche wurde in den Berechnungen mit 3,8 m³ zugrunde gelegt⁴⁹. Dies ist für Eichen zutreffend, welche in die Baumaltersklasse ab 160 Jahre einzustufen sind⁵⁰.

Im Rahmen der Photosynthese entnimmt der Baum das Kohlendioxid aus der Atmosphäre. Gemäß der Ökobau.dat kann für einen Kubikmeter Eichenholz eine Gutschrift innerhalb seiner Lebensdauer von 1.182 kg CO₂-Äquiv. angesetzt werden, für die hier gewählte Referenz-Eiche demnach 4.492 kg CO₂-Äquiv.

Ansetzbare Lebensdauer der Stieleiche	160 Jahre
Höhe:	ca. 30 m
Holzkubatur:	ca. 3,8 m ³
Baumanzahl je Waldfläche in ha:	463

Tabelle 10.2.1: Referenzdaten der gewählten Stieleiche

	Bezogen auf 160 Jahre Lebensdauer	normiert auf 80 Jahre Lebensdauer
kg CO ₂ -Äqui.pro m ³ Eichenholz - Gutschrift	1182,00	591,00
kg CO ₂ -Äqui.je Referenzeiche - Gutschrift	4491,60	2245,80
to CO ₂ -Äqui.pro m ³ Eichenholz - Gutschrift	1,18	0,59
to CO ₂ -Äqui.je Referenzeiche - Gutschrift	4,49	2,25

Tabelle 10.2.2: Treibhauseinsparpotential in [kg CO₂-Äquivalent] für Stieleichen gemäß Ökobau.dat mit einer Lebensdauer von 160 Jahren

⁴⁹ Bundesministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bundeswaldinventur für die Baumartengruppe Eiche, 2002

⁵⁰ Die Umtriebszeit einer Eiche beträgt im Mittel ca. 250 Jahre

10.2.2 Basisdaten Treibhauspotential (GWP)

In Kapitel 5.4 sind die Daten zum Treibhauspotential (GWP 100) der untersuchten Leicht- und Massivbauweise aufgelistet und werden in Tabelle 10.2.3 und 10.2.4 nochmal dargestellt, um auf deren Grundlage die CO₂-äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“ ausrechnen zu können.

	Bezogen auf 18 m ² kg CO ₂ -Äqui.	normiert auf 1 m ² kg CO ₂ -Äqui.
Leichte Montagewand (Typ Rigips 3.45.05)	306,2	17,0
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115mm	653,1	36,3
Differenz	346,9	19,3

Tabelle 10.2.3: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 30 Jahren nach [1].

	Bezogen auf 18 m ² kg CO ₂ -Äqui.	normiert auf 1 m ² kg CO ₂ -Äqui.
Holzständerwand HST	1.672,8	92,9
Kalksandsteinwand KSL	3.400,1	188,9
Porenbetonwand PB	3.390,20	188,30
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	1.727,3	96,0
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	1.717,40	95,40

Tabelle 10.2.4: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren nach [1].

10.2.3 Basisdaten des Treibhauspotential (GWP) eines Einfamilien-Referenzgebäudes

Die normierten Daten zu den Treibhauspotentialen der Innenwände sowie der Außenwände werden im folgenden Schritt auf das in Kapitel 7 beschriebene Einfamilienhaus umgerechnet. Die Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenzgebäude erfolgt unter der Annahme der ermittelten Wandflächen gemäß Kapitel 7 und einer durchschnittlichen Lebensdauer für ein Einfamilienhaus von 80 Jahren. Zudem erfolgt eine Einsparpotential-Hochrechnung für alle Einfamilienhaus-Neubauten im Jahre 2009.

Ansetzbare Lebensdauer des EFH	80 Jahre
Wohnfläche:	154,45 m ²
Nichttragende Innenwandfläche:	ca. 39 m ²
Außenwandfläche:	ca. 203,6 m ²
Neubauten im Jahre 2009:	63.323

Tabelle 10.2.5: Referenzdaten des gewählten Einfamilienhauses

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	1.989,0	125.949.447,0
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	4.247,1	268.939.113,3
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	2.258,1	142.989.666,3

Tabelle 10.2.6: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **nichttragende Innenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	18.914,4	1.197.719.084,1
Kalksandsteinwand KSL	38.460,0	2.435.405.112,9
Porenbetonwand PB	38.337,9	2.427.669.575,2
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	19.545,6	1.237.686.028,8
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	19.423,4	1.229.950.491,1

Tabelle 10.2.7: Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für **tragende Außenwände** im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009

10.2.4 Umrechnung und Auswertung der Basisdaten des Treibhauspotential (GWP) in die CO₂-äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“

	Wandfläche ges. in [m ²]	Neubau D, 2009 Einsparpot. kg CO ₂ -Äquv.	Äqui. Anzahl an Eichen	Hochr. 10 Jahre Einsparpot. kg CO ₂ -Äqui.	Hochr. 10 Jahre Äqui. Anzahl an Eichen
Innenwände	2.469.597	142.989.666	63.670	1.429.896.663	636.698
Außenwände	12.892.563	1.237.686.029	551.111	12.376.860.288	5.511.114
Gesamt:	15.362.160	1.380.675.695	614.781	13.806.756.951	6.147.812

Tabelle 10.2.8: Umrechnung CO₂-Äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“

Gegenüber der Massivbauweise ergibt sich bei der Verwendung der Leichtbauweise eine erhebliche Reduktion des CO₂- Ausstoßes, der in der Menge der CO₂- Kompensation von ca. **614.781** Eichen entspricht.

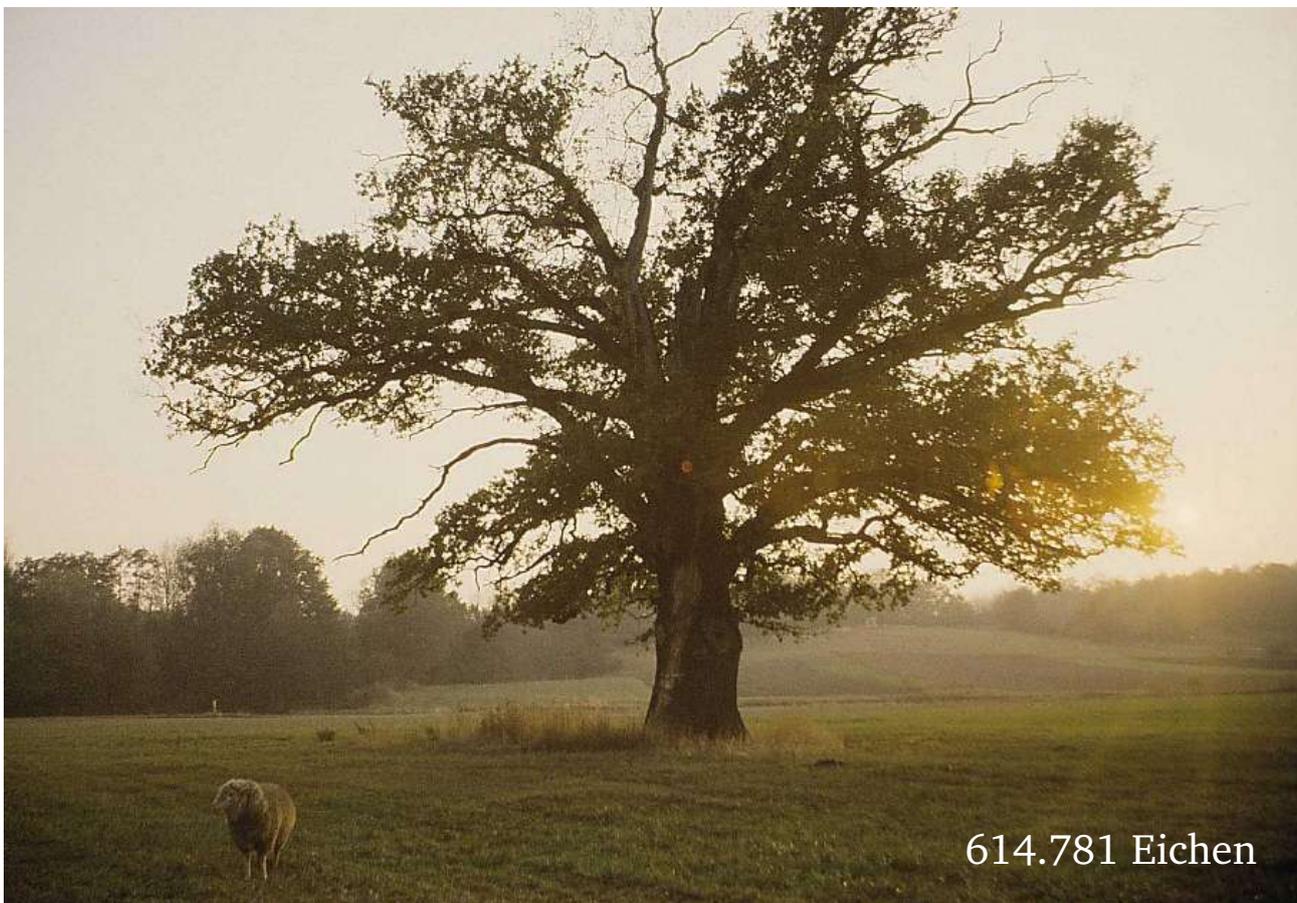


Abbildung 10.2.2: CO₂-äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“

10.3 Beispiel 2: CO₂-äquivalente Kenngröße „Waldfläche“

Legt man eine Anzahl von 463 Eichenstämmen je Hektar (ha) zugrunde, so entspricht die Kohlenstoffdioxideinsparung für einen Betrachtungszeitraum von 10 Jahren bei leichten Innenwänden einer Fläche von ca. 1.375 ha, bei den tragenden Außenwänden von ca. 11.903 ha.

Vergleichsweise wurde der Forstbestand der Stadt Frankfurt am Main betrachtet. Die Stadt Frankfurt gehört zu den walddreichsten Großstädten Deutschlands und besitzt mit ca. 5.000 ha bundesweit den größten innerstädtischen Forst.

	Hochr. 10 Jahre Äqui. Anzahl an Eichen	Hochr. 10 Jahre Äqui. Fläche an Eichen in (ha)
Innenwände	636.698	1.375
Außenwände	5.511.114	11.903
Gesamt:	6.147.812	13.278

Tabelle 10.3.1: Hochrechnung der äquivalenten Waldfläche in ha aller Einfamilien-Neubauten im Jahre 2009 auf 10 Jahre

Das CO₂-Einsparpotential bei Erstellung aller EFH-Neubauten über einen Zeitraum von 10 Jahren mit einer Lebensdauer von 80 Jahren mit Leichtbauteilen entspricht ca. 1,48 % der Waldfläche des Landes Hessen⁵¹, bzw. übersteigt den Forstbestand der Stadt Frankfurt a. M (ca. 5.000 ha⁵²) um 8.278 ha.

⁵¹ http://www.hmuelv.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=bf4162db089a3e0a82e2c6055f841630, Stand: 18.11.2011

⁵² Auskunft StadtForst Stadt Frankfurt, Stand: 18.11.2011

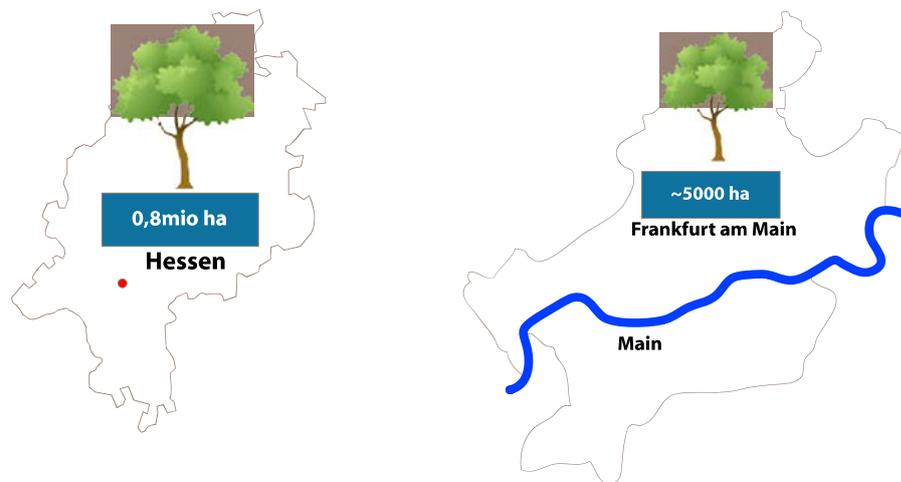


Abbildung 10.3.1: Forstbestand des Bundesland Hessen im Jahre 2009

Abbildung 10.3.2: Forstbestand der Stadt Frankfurt am Main im Jahre 2009



Abbildung 10.3. 3: CO₂-äquivalente Kenngröße „Waldfläche“

10.4 Beispiel 3: CO₂-äquivalente Kenngröße „Fußballfelder“

10.4.1 Basisdaten des Treibhauspotential (GWP) eines Doppelhaus-Referenzgebäudes

Die in Kapitel 6.2.2 normierten Daten der Treibhauspotentiale der Außenwände werden im folgenden Schritt auf das in Kapitel 8 beschriebene Doppelhaus umgerechnet. Die Berechnung der Umweltindikatoren für das Referenzgebäude erfolgt unter der Annahme der ermittelten Wandflächen gemäß Kapitel 8 und einer durchschnittlichen Lebensdauer für ein Doppelhaus von 80 Jahren. Zudem erfolgt eine Einsparpotential-Hochrechnung für alle Doppelhaus-Neubauten im Jahre 2009 sowie die Umrechnung in die CO₂-äquivalente Kenngröße „Fußballfelder“ bei Erstellung der tragenden Außenwände aller Doppelhäuser in der Bundesrepublik Deutschland über einen Zeitraum von 10 Jahren. Mit dieser Kenngröße wird ein anschauliches Beispiel für den Flächenverbrauch des Waldes gegeben, welcher genausoviel CO₂ kompensieren wie durch die Verwendung leichter Bauweisen eingespart werden könnte.

Ansetzbare Lebensdauer des DH	80 Jahre
Wohnfläche:	247,22 m ²
Innenwandfläche:	ca. 70,8 m ²
Außenwandfläche:	ca. 355,2 m ²
Neubauten im Jahre 2009:	10.343

Tabelle 10.4.1: Referenzdaten des gewählten Doppelhauses

	Für ein DH	Für DH-Neubauten in 2009
Holzständerwand HST	32.998,08	341.299.141,44
Kalksandsteinwand KSL	67.097,28	693.987.167,04
Porenbetonwand PB	66.884,16	691.782.866,88
Differenz: Massivbauweise aus Kalksandstein - Leichtbauweise	34.099,20	352.688.025,60
Differenz: Massivbauweise aus Porenbeton - Leichtbauweise	33.886,08	350.483.725,44

Tabelle 10.4.2: Hochrechnung Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] für ein DH-Außenwände bei einer Gebäudelebensdauer von 80 Jahre

	Wandfläche ges. in [m ²]	Neubau 2009 Einsparpot. kg CO ₂ -Äqu.	Äqui. Anzahl an Eichen	Hochr. 10 Jahre Einsparpot. kg CO ₂ -Äqu.	Hochr. 10 Jahre Äqui. Anzahl an Eichen
Außenwände	3.673.834	352.688.026	157.043	3.526.880.256	1.570.434

Tabelle 10.4.3: Umrechnung CO₂-äquivalente Kenngröße „Baumkennzahl“

10.4.2 Basisdaten eines Fußballfeldes

Gemäß den aktuellen Normierungen der Fifa wird ein Fußballfeld mit folgenden Abmessungen zur Beschreibung der äquivalenten Waldfläche verwendet.

Länge:	105 m
Breite:	68 m
Fläche:	7.140 m ²
Fläche in ha:	0,714 ha
Anzahl der Fußballfelder in NRW:	3.000

Tabelle 10.4.4: Fußballfeldabmessungen gemäß Fifa Normierung

10.4.3 Umrechnung und Auswertung der äquivalenten Waldfläche in Anzahl an Fußballfeldern

	Hochr. 10 Jahre Äqui. Fläche an Eichen in (ha)	Äqui. Anzahl an Fußballfeldern
Außenwände	3.392	4.751

Tabelle 10.4.5: Äquivalente Anzahl an Fußballfeldern

Das CO₂-Einsparpotential bei Erstellung der tragenden Außenwände aller DH-Neubauten über einen Zeitraum von 10 Jahren mit Leichtbauteilen entspricht der äquivalenten Waldfläche von 4.751 Fußballfeldern mit einer Länge von 105 m und einer Breite von 68 m.
Zum Vergleich: Dies übersteigt die Anzahl der in Nordrhein Westfalen gebauten Fußballfelder um 1.751 Stück.

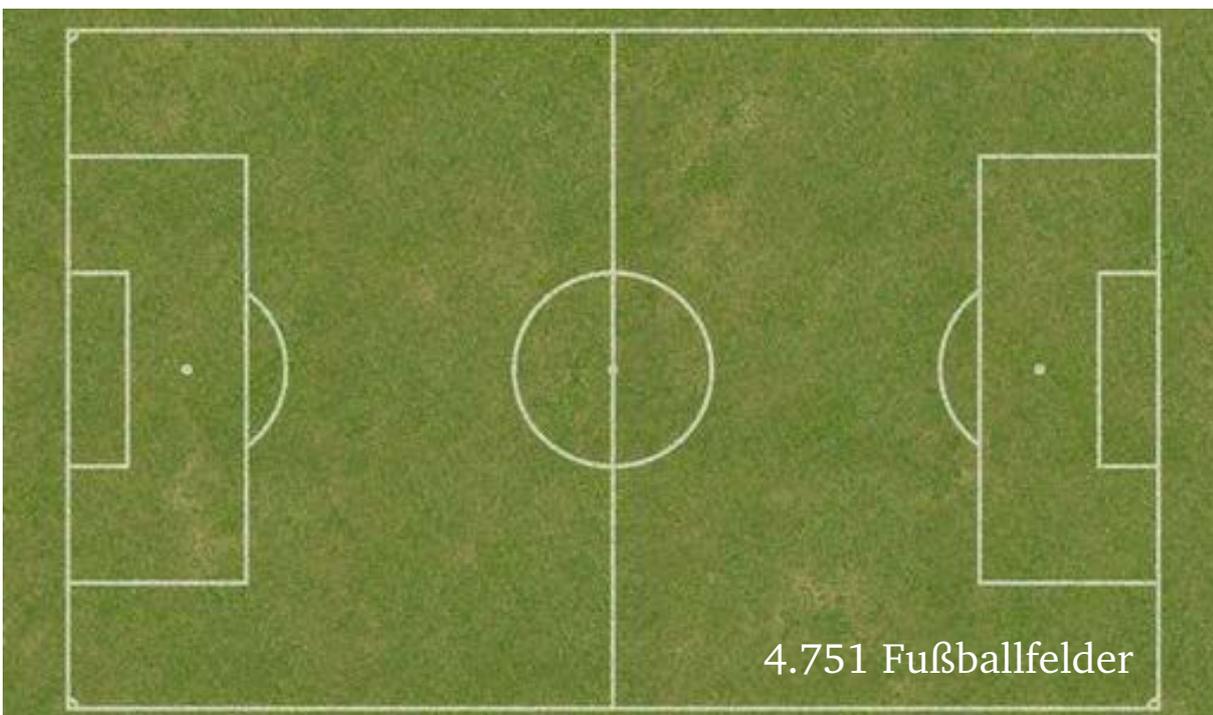


Abbildung 10.4.1: CO₂-äquivalente Kenngröße „Fußballfelder“

10.5 Beispiel 4: CO₂-äquivalente Kenngröße „Flugstrecke“ Betrachtung aller Referenzgebäude über einen Zeitraum von 10 Jahren

10.5.1 Basisdaten des Treibhauspotential (GWP) aller Referenzgebäude

Unter der Berücksichtigung der in Kapitel 7-9 ermittelten Wandflächen der Referenzgebäude ergeben sich folgende Werte.

EFH Innenwände	1.429.897	to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
DH Innenwände	423.993	to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
MFH Innenwände	2.322.083	to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
EFH Außenwände	12.376.860	to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
DH Außenwände	3.526.880	to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
MFH Außenwände	5.299.215	to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
Gesamt	25.378.927	to CO₂-Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre

Tabelle 10.5.1: Hochrechnung Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO₂-Äquivalent] auf 10 Jahre aller Referenzgebäude mit einer Lebensdauer von 80 Jahre

10.5.2 Berechnung der äquivalente Flugstrecke entlang des Äquators

Ein Flugzeug emittiert überschlägig innerhalb einer Distanz von 39 km⁵³ eine Tonne CO₂. Gemäß den berechneten CO₂- Einsparpotentials aller Referenzgebäude von 25.378.927 to CO₂- Äquivalent, hochgerechnet auf 10 Jahre, entspricht dies einer möglichen Flugstrecke von ca. **989.778.153 km**.

Der mittlere Radius der Erde beträgt 6.378 km. Mit Hilfe des mittleren Erdradius lässt sich nun der Erdumfang am Äquator bestimmen. $U=2\pi \times 6.378 \text{ km} = 40.074 \text{ km}$.

⁵³ Berechnungsgrundlage: Flugzeug: A340;247 Sitze; 80% ausgelastet, Verbrauch 5.2 l/100 Passagierkilometer, 130g CO₂/Passagierkilometer. Quelle <http://www.germanwatch.org>

10.5.3 Auswertung der berechneten Ergebnisse der äquivalente Flugstrecke

Das CO₂-Einsparpotential von 25.378.927 to CO₂- Äquivalent bei Erstellung aller EFH-, DH- und MFH- Neubauten über einen Zeitraum von 10 Jahren mit einer Lebensdauer von 80 Jahren in Leichtbauweise entspricht **25.000** Erdumrundungen mit einem Flugzeug.



25.000 Erdumrundungen

Abbildung 10.5.1: CO₂-äquivalente Kenngröße „Flugstrecke“

10.6 Beispiel 5: CO₂-äquivalente Kenngröße „Fahrstrecke“

10.6.1 Basisdaten Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar) der Innenwände eines Einfamilienhauses

Unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 3 ermittelten Wandflächen der EFH-Referenzgebäude ergeben sich folgende Werte.

	Für ein EFH	Für EFH-Neubauten in 2009
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	29.367,00	1.859.606.541,00
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	41.523,30	2.629.379.925,90
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	12.156,30	769.773.384,90

Tabelle 10.6.1: Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und einem durchschnittlichen Einfamilienhaus (EFH) in 2009

	PE ne MJ	PE e MJ
Leichte Montagewand von Rigips 3.45.05	251,00	10,60
Massive Kalksandsteinwand der Dicke 115 mm	354,90	12,70
Differenz: Massivbauweise - Leichtbauweise	103,90	2,10

Tabelle 10.6.2: Primärenergie in [MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009, bezogen auf 1m² Wandfläche

10.6.2 Umrechnung der Wärmeenergie von MJ in kWh

Die Wärmeenergie lässt sich mittels des Umrechnungsfaktors $\text{MJ}:1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$ bestimmen.

Die Differenz zwischen Massivbauweise und Leichtbauweise von $103,9 \text{ MJ}$ entspricht somit in kWh/m^2 umgerechnet einer Menge von $28,9 \text{ kWh}/\text{m}^2$. Bei einer ermittelten Wandfläche aller Einfamilienhaus-Neubauten im Jahr 2009 errechnet sich eine Energiemenge von $71.275.313 \text{ kWh}$.

Unter Annahme eines spezifischen Heizwertes von Benzin von $8,77 \text{ kWh}/\text{Liter}$ beträgt die Einsparung aller neu erbauten Einfamilienhäuser, **8.127.180 Liter**. Bei einem durchschnittlichen Mittelklassewagen mit einem Verbrauch von 6 Liter auf 100 km könnte mit dieser Ersparnis eine Fahrstrecke von **135.453.000 km** zurückgelegt werden.



Abbildung 10.6.1: CO₂-äquivalente Kenngröße „Fahrstrecke“

**10.7 Beispiel 6: CO₂-äquivalente Kenngröße „Menschenmasse“
Relation zum Anteil des CO₂-Ausstoßes privater Haushalte in Deutschland**

10.7.1 Basisdaten des Treibhauspotentials (GWP) aller Referenzgebäude

Unter der Berücksichtigung der in Abschnitt 3.5 ermittelten Wandflächen der Referenzgebäude ergeben sich folgende Werte:

EFH Innenwände	1.429.897 to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
DH Innenwände	423.993 to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
MFH Innenwände	2.322.083 to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
EFH Außenwände	12.376.860 to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
DH Außenwände	3.526.880 to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
MFH Außenwände	5.299.215 to CO ₂ -Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre
Gesamt	25.378.927 to CO₂-Äqui, hochgerechnet auf 10 Jahre

Tabelle 10.7.1: Hochrechnung Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [to CO₂-Äquivalent] auf 10 Jahre aller Referenzgebäude mit einer Lebensdauer von 80 Jahren

10.7.2 Berechnung der äquivalenten Bevölkerungsanzahl in Deutschland im Jahre 2009

Im Jahr 2009 beliefen sich die gesamten direkten und indirekten CO₂-Emissionen der privaten Haushalte in Deutschland auf 618 Millionen Tonnen. Wie das Statistische Bundesamt (Destatis) mit Blick auf die gerade zu Ende gegangene UN-Klimakonferenz im mexikanischen Cancún mitteilt, entspricht das einem Wert von 7,5 Tonnen je Einwohner.

Die Hochrechnung der Treibhauspotentiale aller betrachteten Referenzgebäude in to CO₂-Äquivalent innerhalb eines Betrachtungszeitraumes von 10 Jahren ergibt somit eine äquivalente Bevölkerungszahl von **280.779** Einwohner.

Bei einer durchschnittlichen Personenanzahl von 2,3 eines Haushalts in der Bundesrepublik Deutschland entspricht dies einer Anzahl von **123.691** Haushalten.



Abbildung 10.7.1: CO₂-äquivalente Kenngröße „Menschenmasse“

11 Zusammenfassung der erweiterten Betrachtungen

Auf Grundlage der vorangegangenen vergleichenden Ökobilanz-Betrachtung und Lebenszyklusanalyse für Konstruktionen nichttragender Innenwände und tragender Außenwände erfolgte bei der nachfolgenden Betrachtung in den Kapiteln 5-10 eine Hochrechnung des ökologischen Potentials der untersuchten Innen- und Außenwandkonstruktionen. Vor dem Hintergrund der übergeordneten Klimaschutzziele Deutschlands wurde anschaulich dargestellt, welches Potential hinsichtlich der CO₂-Reduktion in Leichtbausystemen steckt.

Mit Hilfe der Daten des statistischen Bundesamtes wurden repräsentative Einfamilien-, Doppel- und Mehrfamilienhäuser Doppelhäuser in differenten Bauweisen leicht (Holz) und massiv (Mauerwerk) entwickelt, die mit ihrem Raumprogramm, Raumkonfigurationen und Bauteilaufbauten der Ausführung durchschnittlicher Wohngebäude in der Bundesrepublik Deutschland entsprechen. Auf Grundlage der berechneten Daten wurde so das jährliche Potenzial zur Einsparung von Ressourcen und der Reduktion von Emissionen im Bereich des Neubausektors in der Bundesrepublik Deutschland abgeschätzt.

Die Ergebnisse dieser Abschätzung dienen der Quantifizierung dieser Potentiale bzw. der daraus resultierenden Minderung der Ressourcenintensität und Umweltwirkungen.

Aufbauend auf den errechneten Ergebnissen der Studie wurden die Wirkungsgröße sowie die Daten, die in den Kapiteln 7-9 ermittelt wurden, in einer Reihe an Darstellungen illustriert und somit verdeutlicht, welche enormen Mengen CO₂ eingespart werden könnten, würde man die Potenziale leichter Bauweisen, die zu einer Reduktion der Umweltindikatoren führen, besser nutzen.

Gegenüber der Massivbauweise ergibt sich bei Erstellung aller EFH-Neubauten über einen Zeitraum von 10 Jahren mit einer Lebensdauer von 80 Jahren unter Verwendung der Leichtbauweise eine erhebliche Reduktion des CO₂- Ausstoßes, die in der Menge der CO₂- Kompensation von ca. 614.781 Eichen entspricht. Dies entspricht ca. 1,48 % der Waldfläche des Landes Hessen, bzw. übersteigt den Forstbestand der Stadt Frankfurt a. M (ca. 5.000 ha) um 8.278 ha.

Das CO₂-Einsparpotential bei Erstellung der tragenden Außenwände aller DH-Neubauten über einen Zeitraum von 10 Jahren mit Leichtbauteilen entspricht der äquivalenten Waldfläche von 4.751 Fußballfeldern.

Das CO₂-Einsparpotential von 25.378.927 to CO₂- Äquivalent bei Erstellung aller EFH-, DH- und MFH-Neubauten über einen Zeitraum von 10 Jahren mit einer Lebensdauer von 80 Jahren in Leichtbauweise entspricht 25.000 Erdumrundungen mit einem Flugzeug.

Unter Annahme eines spezifischen Heizwertes von Benzin von 8,77 kWh/Liter beträgt die Einsparung aller neu erbauten Einfamilienhäuser im Jahr 2009, 8.127.180 Liter. Bei einem durchschnittlichen Mittelklassewagen mit einem Verbrauch von 6 Liter auf 100 km könnte mit dieser Ersparnis eine Fahrstrecke von 135.453.000 km zurückgelegt werden.

Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen CO₂-Emissionen pro Person und Jahr von 7,5 to entspricht die Hochrechnung der Treibhauspotentiale aller betrachteten Referenzgebäude in to CO₂-Äquivalent innerhalb eines Betrachtungszeitraumes von 10 Jahren einer äquivalente Bevölkerungszahl von 280.779 Einwohner.

11 Anhang zur vergleichenden Ökobilanzbetrachtung

Nachfolgend sind Auszüge von Datenblättern der Datenbank Ökobau.dat (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, vgl. www.nachhaltigesbauen.de) sowie entsprechende Auszüge aus Produkt-Umweltdeklarationen aufgeführt.

Datensatz: 2.21 WDVS Verklebung und Beschichtung Dekorputz mineralisch; 17,4 kg/m2 (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität DE
Referenzjahr 2002
Name Basisname; Technische Kennwerte/ Eigenschaften
2.21 WDVS Verklebung und Beschichtung Dekorputz mineralisch; 17,4 kg/m2

Technisches Anwendungsgebiet Wämedämmverbundsystem für Fassadenanwendungen

Fluss [WDVS Verklebung und Beschichtung](#)

Kerninformation des Datensatzes 1 qm (Fläche)

Anwendungshinweis für Datensatz Der vorliegende Datensatz ist bereits mit einem Sicherheitszuschlag von 10% auf die Ergebnisse versehen, da kein unabhängiges Review vorliegt. Das Umweltprofil beinhaltet die Aufwendungen für die Lebenszyklus-Stadien "Cradle to Gate" für Kleber, Armierung, Gewebe, Putz und Beschichtung sowie deren Verarbeitung. Nicht im Datensatz enthalten sind die Aufwendungen für den Dämmstoff. Der Datensatz basiert hauptsächlich auf direkten Datenerhebungen der Industrie.

Gliederung Produktgruppe () Klassifizierung / Ebene / Ebene
Prozesse / 2 Dämmstoffe / 2.21 WDVS

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit) WDVS Verklebung und Beschichtung - qm (Fläche)

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes 2010

Erläuterungen zur zeitlichen Repräsentativität Jährlicher Durchschnitt

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme Bei dem WDVS handelt es sich um ein Außenwand-Dämmsystem. Das Dämmmaterial und das Wandmaterial sind nicht im Prozess berücksichtigt. Das System weist folgende Spezifikationen auf: Außenwand-Dämmsystem Mineralischer Dekorputz: Kleber (mineralisch) 4,0 kg/m2, Glasgewebe 0,18 kg/m2, Armierung (mineralisch) 8,0 kg/m2, Dekorputz (mineralisch) 5,0 kg/m2 und Dispersionsfarbe 0,22 kg/m2. Die Lebenszyklusanalyse von 1 m2 Wämedämmverbundsystem umfasst die Lebenswegabschnitte cradle to gate und Verarbeitung, d.h. die Herstellung von Vorprodukten und Verpackungen ist ebenso berücksichtigt wie die Verarbeitung auf der Baustelle (Lösemittlemissionen).

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set) [WDVS zum Thema Ökobilanz - Technische Systeminfo 4, 1998](#)

[GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

Validierung

Review *Dependent internal review*

Reviewer (Name und Institution) PE INTERNATIONAL
(contact data set)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-18 13:10:25 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes 95ce2be5-b164-417d-81b5-395b6af9c2f1

Letzte Änderung/Letzte Änderung 2009-08-18T13:10:25+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) PE INTERNATIONAL

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	100 MJ		
- Braunkohle				9 %
- Steinkohle				12 %
- Erdgas				41 %
- Erdöl				28 %
- Uran				10 %
Primärenergie regenerierbar	Input	4,37 MJ		
- Wasserkraft				16 %
- Windkraft				14 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				70 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	3,87 MJ		
Wassernutzung	Input	8,93 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	18,6 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0,0733 kg		
Sonderabfälle	Output	0,0218 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	0,0435 kg	Sb-Äqv.
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	8,61 kg	CO2-Äqv.
Versauerungspotential (AP)	Output	0,029 kg	SO2-Äqv.
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	0,00419 kg	Ethen-Äqv.
Eutrophierungspotential (EP)	Output	0,00255 kg	Phosphat-Äqv.
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	2,71E-7 kg	R11-Äqv.

Datensatz: 9.5 Bauschutt-Deponierung; (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische nF

Änderung 2009-08-18T10:03:36+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	0,16 MJ		
- Braunkohle				3 %
- Steinkohle				8 %
- Erdgas				24 %
- Erdöl				62 %
- Uran				4 %
Primärenergie regenerierbar	Input	0,0106 MJ		
- Wasserkraft				10 %
- Windkraft				2 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				87 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	-0,324 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	0,0181 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0 kg		
Sonderabfälle	Output	0 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	7,4E-5 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	0,0201 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	8,25E-5 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	1,31E-5 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	1,093E-5 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	1,65E-10 kg R11-Äqv.	

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set) [GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

Validierung

Review *Dependent internal review*

Reviewer (Name und Institution) (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-18 10:03:36 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes e845adb7-e753-4efc-8f3a-1fb628edbf74

Letzte Änderung Letzte

Datensatz: 9.3.1 LKW; (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität DE

Referenzjahr 2005

Name Basisname
9.3.1 LKW

Technisches Anwendungsgebiet Speditionsverkehr

Fluss [Transportleistung](#)

Kerninformation des Datensatzes 1 t*km ()

Anwendungshinweis für Datensatz Der vorliegende Datensatz ist bereits mit einem Sicherheitszuschlag von 10% auf die Ergebnisse versehen, da kein unabhängiges Review vorliegt. Speditionsverkehr 1tkm, inklusive Treibstoff

Gliederung Produktgruppe () Klassifizierung / Ebene / Ebene / Ebene
Prozesse / 9 Sonstige / 9.3 Gütertransporte / 9.3.1 LKW

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit) Transportleistung - t*km ()

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes 2011

Erläuterungen zur zeitlichen Repräsentativität Jährlicher Durchschnitt

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme Der Datensatz bezieht sich auf den Transport von 1000 kg Transportgut über eine Distanz von 1 km mittels LKW (EURO 3) mit 20-26 t zulässiges Gesamtgewicht und 17,3 t Nutzlast im Speditionsverkehr mit 85% Auslastung. Die Gewinnung und Aufbereitung des Treibstoffes ist einbezogen. Die Herstellung des Fahrzeugs ist nicht in der Bilanz enthalten.

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set) [GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

[ELCD - European Reference Life Cycle Data System, 2006](#)

Validierung

Review *Dependent internal review*

Reviewer (Name und Institution) (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-18 18:05:05 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes ebb5b8ff-ec4e-47ea-86df-18500e431f39

Letzte Änderung/Letzte Änderung 2009-08-18T18:05:05+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) PE INTERNATIONAL

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	1,0066 MJ		
- Braunkohle				0 %
- Steinkohle				0 %
- Erdgas				5 %
- Erdöl				94 %
- Uran				0 %
Primärenergie regenerierbar	Input	0,00109 MJ		
- Wasserkraft				75 %
- Windkraft				22 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				3 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	0,00381 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	0,00495 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0 kg		
Sonderabfälle	Output	1,58E-6 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	0,000482 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	0,072 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	0,00044 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	3,5E-5 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	7,65E-5 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	1,19E-10 kg R11-Äqv.	

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-10 16:30:18 +01:00

Datensatzeingabe durch (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Kennung

UUID des Datensatzes 79dfb67b-40d0-4c99-ab8d-ebd5a765b312

Letzte Änderung Letzte Änderung 2009-08-10T16:30:18+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) [Industrieverband WerkMörtel](#)

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	0,59 MJ		
- Braunkohle				27 %
- Steinkohle				19 %
- Erdgas				13 %
- Erdöl				28 %
- Uran				13 %
Primärenergie regenerierbar	Input	0,0106 MJ		
- Wasserkraft				43 %
- Windkraft				46 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				11 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0,135 MJ		
Wassernutzung	Input	0,179 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	0,454 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	1,19E-5 kg		
Sonderabfälle	Output	4,91E-5 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	0,000247	kg Sb-Äqv.
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	0,0813	kg CO2-Äqv.
Versauerungspotential (AP)	Output	0,000189	kg SO2-Äqv.
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	2,12E-5	kg Ethen-Äqv.
Eutrophierungspotential (EP)	Output	3,85E-5	kg Phosphat-Äqv.
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	2,052E-9	kg R11-Äqv.

Datensatz: 7.4 Befestigungsmittel/Schrauben Edelstahl; (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität DE
Referenzjahr 2007
Name Basisname
7.4 Befestigungsmittel/Schrauben Edelstahl

Technisches Anwendungsgebiet Schrauben und Kleinteile

Fluss [Stahl Bauteil](#)

Kerninformation des Datensatzes 1 kg (Masse)

Anwendungshinweis für Datensatz
Der vorliegende Datensatz ist bereits mit einem Sicherheitszuschlag von 10% auf die Ergebnisse versehen, da kein unabhängiges Review vorliegt. Das Umweltprofil beinhaltet die Aufwendungen für die Lebenszyklus-Stadien "Cradle to Gate". Es basiert hauptsächlich auf Literaturrecherchen und direkten Datenerhebungen der Industrie.

Gliederung Produktgruppe ()
Klassifizierung / Ebene / Ebene
Prozesse / 7 Komponenten Fenster und Fassaden / 7.4 Beschläge/Befestigung

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit) Stahl Bauteil - kg (Masse)

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes 2011

Erläuterungen zur zeitlichen Repräsentativität Jährlicher Durchschnitt

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme Die Lebenszyklusanalyse von Edelstahlschrauben beinhaltet alle stofflichen und energetischen Aufwendungen für die Herstellung von sekundären Edelstahl sowie die nötige Energie zum Walzen der Schrauben. Hierbei werden zur Herstellung des sekundären Edelstahls 100% legierter Schrott verwendet. Transporte vom Werk zur Baustelle sind nicht berücksichtigt und müssen bei Systembetrachtungen eingerechnet werden.

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set) [GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

Validierung

Review *Dependent internal review*

Reviewer (Name und Institution) (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-13 16:16:49 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes 5bca97de-0ae7-4089-9e0b-a8009858b273

Letzte Änderung/Letzte Änderung 2009-08-13T16:16:49+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) PE INTERNATIONAL

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	56,7 MJ		
- Braunkohle				4 %
- Steinkohle				34 %
- Erdgas				18 %
- Erdöl				20 %
- Uran				23 %
Primärenergie regenerierbar	Input	8,38 MJ		
- Wasserkraft				44 %
- Windkraft				2 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				55 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	26,5 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	16,5 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0,263 kg		
Sonderabfälle	Output	0,222 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	0,021 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	4,43 kg CO ₂ -Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	0,0269 kg SO ₂ -Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	0,00157 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	0,00934 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	3,5300000000000002E-7 kg R11-Äqv.	

Datensatz: 4.1.4 Stahl Feinblech (0,3-3,0mm); (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität	DE
Referenzjahr	2004
Name	Basisname 4.1.4 Stahl Feinblech (0,3-3,0mm)
Technisches Anwendungsgebiet	Stahl Feinblech für Bauanwendungen; 0,3 bis 3,0 mm Dicke
Fluss	Stahl Feinblech

Kerninformation des Datensatzes
1 kg (Masse)

Anwendungshinweis für Datensatz

Der vorliegende Datensatz ist bereits mit einem Sicherheitszuschlag von 10% auf die Ergebnisse versehen, da kein unabhängiges Review vorliegt. Das Umweltprofil beinhaltet die Aufwendungen für die Lebenszyklus-Stadien "Cradle to Gate". Es basiert hauptsächlich auf Literaturrecherchen und direkten Datenerhebungen der Industrie. Für die Lebenszyklusbetrachtung muss zwingend der entsprechende Recyclingprozess "Recyclingpotenzial Stahlblech Kaltband" einbezogen werden.

Gliederung Produktgruppe ()
Klassifizierung / Ebene / Ebene / Ebene
Prozesse / 4 Metalle / 4.1 Stahl / 4.1.4 Stahlbleche

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit)
Stahl Feinblech - kg (Masse)

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes
2011

Erläuterungen zur zeitlichen Repräsentativität
Jährlicher Durchschnitt

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme
Der Datensatz beschreibt die Prozeßkette der Stahlblechherstellung in Deutschland. In den Hochofen (Möllerzusammensetzung) werden Stückerze, Pellets, Sinterfeed und die Zuschläge geführt. Das Roheisen wird dem Blasstahlkonverter zugeführt. Anschließen findet die Sekundärmetallurgie und der Strangguß statt. Nach dem sich anschließenden Warmbandwerk, wird das Stahlband in das Kaltbandwerk geführt.

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes
EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set)
[GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

Validierung

Review
Dependent internal review

Reviewer (Name und Institution) (contact data set)
[PE INTERNATIONAL](#)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-24 09:48:41 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes ad0f397a-e3dc-4540-afef-a8a0e251de4e

Letzte Änderung Letzte Änderung 2009-08-24T09:48:41+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	26,9 MJ		
- Braunkohle				2 %
- Steinkohle				77 %
- Erdgas				10 %
- Erdöl				9 %
- Uran				2 %
Primärenergie regenerierbar	Input	0,905 MJ		
- Wasserkraft				52 %
- Windkraft				2 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				46 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	0,313 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	9,46 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0,0222 kg		
Sonderabfälle	Output	0,0237 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator	Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	0,0127 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	2,025 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	0,00551 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	0,000871 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	0,000517 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	1,33E-8 kg R11-Äqv.	

Datensatz: 4.1.3 Stahlprofil; (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität DE

Referenzjahr 2007

Name Basisname
4.1.3 Stahlprofil

Technisches Anwendungsgebiet Stahlprofil für Bauanwendungen

Fluss [Stahlprofil \(warmgewalzt\)](#)

Kerninformation des Datensatzes 1 kg (Masse)

Anwendungshinweis für Datensatz Der vorliegende Datensatz ist bereits mit einem Sicherheitszuschlag von 10% auf die Ergebnisse versehen, da kein unabhängiges Review vorliegt. Das Umweltprofil beinhaltet die Aufwendungen für die Lebenszyklus-Stadien "Cradle to Gate". Es basiert hauptsächlich auf primären Daten der Stahlindustrie, ergänzt durch Literaturrecherchen. Für die Lebenszyklusbetrachtung muss zwingend der entsprechende Recyclingprozess "Recyclingpotenzial Stahlprofil, warmgewalzt" einbezogen werden.

Gliederung Produktgruppe () Klassifizierung / Ebene / Ebene / Ebene
Prozesse / 4 Metalle / 4.1 Stahl / 4.1.3 Stahlprofile

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit) Stahlprofil (warmgewalzt) - kg (Masse)

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes 2012

Erläuterungen zur zeitlichen Repräsentativität Jährlicher Durchschnitt

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme Die Herstellung des Stahlprofils setzt sich aus Anteilen von Primär- und Sekundärstahl zusammen. Aus der Hochofen-Route (primär) kommen ca. 72%, aus der Elektrobogenofen-Route (sekundär) etwa 18% Anteile. Der Stahl für den deutschen Stahlprofilmarkt wird zum einen in Deutschland produziert (ca. 52%), zum anderen wird er aus dem europäischen Ausland bezogen (ca. 48%, größte Importeure nach Deutschland: BE, SE, NL und FR; weitere Importländer: IT, GB, FI, AT, PL, CZ, SK). Die Modelle für Primär- und Sekundärroute repräsentieren jeweils länderspezifische Material- und Energieverbräuche entsprechend ihrer Anteile. Beschreibung der Hochofen-Route: Kohle wird in der Kokerei zu Koks umgewandelt. Die Sinter- bzw. Pelletanlage erzeugt ein Konglomerat aus Eisenerz und Kohlenstoff-Träger (meist Koks). Sinter, Pellets, Eisenerz sowie Koks und Kohle sind die wesentlichen Bestandteile, die im Hochofen zu Rohstahl umgewandelt werden. Dieser Rohstahl wird im Konverter zu Rohstahl veredelt. Die Stranggussanlage erzeugt Brammen, die das Ausgangsmaterial für die Profilherstellung sind. Beschreibung der Elektrobogenofen-Route: Stahl Schrott wird im Elektrobogen-Ofen eingeschmolzen und zu Rohstahl verarbeitet. Dieser wird in der Stranggussanlage zu Brammen gegossen, die das Ausgangsmaterial für die Profilherstellung sind.

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen
(source data set) [GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

Validierung

Review *Dependent internal review*

Reviewer (Name
und Institution)
(contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der
Dateneingabe 2009-08-24 09:47:35 +01:00

Kennung

UUID des
Datensatzes 8a8ca733-29ab-4141-85da-51a2d10baefe

Letzte
Änderung Letzte
Änderung 2009-08-24T09:47:35+01:00

Eigner des
Datensatzes (contact
data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	23,2 MJ		
- Braunkohle				3 %
- Steinkohle				67 %
- Erdgas				14 %
- Erdöl				10 %
- Uran				6 %
Primärenergie regenerierbar	Input	0,963 MJ		
- Wasserkraft				50 %
- Windkraft				6 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				44 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	1,75 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	7,59 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0,0268 kg		
Sonderabfälle	Output	0,0177 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	0,0105 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	1,71 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	0,00482 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	0,000738 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	0,000457 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	3,87E-8 kg R11-Äqv.	

Datensatz: 4.8 Recyclingpotenzial Stahl Feinblech; (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität DE
Referenzjahr 2008
Name Basisname
4.8 Recyclingpotenzial Stahl Feinblech

Technisches Anwendungsgebiet Recyclingpotenzial von Stahl Feinblech

Fluss [Stahlprodukt \(rezykliert\)](#)

Kerninformation des Datensatzes 1 kg (Masse)

Anwendungshinweis für Datensatz Der Datensatz beschreibt das Recyclingpotenzial für 1 kg Stahlblech in der Nachnutzungsphase. Für die Lebenszyklusbetrachtung von Metallerzeugnissen ist es zwingend notwendig, den korrespondierenden Recyclingprozess mit in die Bilanzierung einzubeziehen.

Gliederung Produktgruppe () Klassifizierung / Ebene / Ebene
Prozesse / 4 Metalle / 4.8 EoL Recycling Metalle

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit) Stahlprodukt (rezykliert) - kg (Masse)

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes 2011

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme Das Recyclingpotenzial stellt die Umweltlasten dar, die durch ein vollständiges Recycling im Verhältnis zur Neuerzeugung des Materials eingespart werden können (hier die Vermeidung an primärer Stahlblechproduktion). Es wird von einer Sammelquote von 99% und der heutigen Technologien im Bereich Metallrecycling ausgegangen. Zur Herstellung von Warmband wird neben Eisenerz im Hochofen ca. 150 kg Schrott/t Stahl eingesetzt, so dass ca. 840 kg für die Berechnung des Recyclingpotentials verbleiben. Wird das komplette Recyclingpotenzial genutzt, werden die Werte zur Herstellung von Stahlblech um die Werte des Recyclingpotenzials gesenkt.

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set) [GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

Validierung

Review *Dependent internal review*

Reviewer (Name und Institution) (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der

Dateneingabe 2009-08-24 09:24:23 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes 2b9e11d9-5c26-4e3d-b23d-cb9ed3a15d8f

Letzte Änderung Letzte Änderung 2009-08-24T09:24:23+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	-11,9 MJ		
- Braunkohle				-5 %
- Steinkohle				97 %
- Erdgas				5 %
- Erdöl				11 %
- Uran				-9 %
Primärenergie regenerierbar	Input	-0,0554 MJ		
- Wasserkraft				234 %
- Windkraft				-131 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				-3 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	-1,3 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	-5,062 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0,019 kg		
Sonderabfälle	Output	-0,0144 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	-0,0062 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	-0,885 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	-0,00304 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	-0,000468 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	-0,00028 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	2,84E-8 kg R11-Äqv.	

Datensatz: 3.1.2 Konstruktionsvollholz; 529 kg/m³ bei 15% Holzfeuchte (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität DE
Referenzjahr 2007
Name Basisname; Technische Kennwerte/ Eigenschaften
3.1.2 Konstruktionsvollholz; 529 kg/m³ bei 15% Holzfeuchte

Technisches Anwendungsgebiet Vollholz - Bauanwendungen

Fluss [Konstruktionsvollholz \(15% Feuchte; m³\)](#)

Kerninformation des Datensatzes 1 m³ (Volumen)

Anwendungshinweis für Datensatz
Der vorliegende Datensatz ist bereits mit einem Sicherheitszuschlag von 10% auf die Ergebnisse versehen, da kein unabhängiges Review vorliegt. Das Umweltprofil beinhaltet die Aufwendungen für die Lebenszyklus-Stadien "Cradle to Gate". Es basiert hauptsächlich auf Literaturrecherchen und direkten Datenerhebungen der Industrie. Der Cradle to gate-Datensatz beinhaltet die CO₂-Aufnahme im Wald. Es muss zwingend immer ein entsprechendes End-of-Life-Szenario (Verbrennung, Verrottung, Deponie) für eine vollständige Ökobilanz ergänzt werden. Im Falle der Verbrennung ist der Datensatz "Holz, naturbelassen in MVA" zu verwenden.

Gliederung Produktgruppe () Klassifizierung / Ebene / Ebene / Ebene
Prozesse / 3 Holz / 3.1 Vollholz / 3.1.2 Konstruktionsvollholz

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit) Konstruktionsvollholz (15% Feuchte; m³) - m³ (Volumen)

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes 2011

Erläuterungen zur zeitlichen Repräsentativität Jährlicher Durchschnitt

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme Konstruktionsvollholz (KVH) benötigt zur Herstellung veredelte Bauschnitthölzer. Hierbei sind größere Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit gestellt. Als Holzarten sind für KVH Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche und Douglasie zugelassen und im Datensatz abgebildet. Nadelholz-KVH abgebildet.

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set) [GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)
[Analyse und Bewertung der forstlichen Produktion, 2000](#)
[Informationsdienst Holz: Ökobilanzen Holz, 1997](#)
[Informationsdienst Holz: Erstellung von Ökobilanzen, 1997](#)
[NetLZ-Projektbericht "Grundsätze für Holz und Holzwerkstoffe", 2007](#)
[ÖkoPot-Projektbericht, 2008](#)

Vergleichende Ökobilanzierung der Rundholzproduktion, 2001

Ökologische Bilanzierung von Bauschnittholz und veredelten Vollholzprodukten, 2000

Validierung

Review *Dependent internal review*

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-18 09:56:27 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes 5934211e-a447-4a61-90ed-86803bc879c3

Letzte Änderung/Letzte Änderung 2009-08-18T09:56:27+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) PE INTERNATIONAL

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	5144 MJ		
- Braunkohle				14 %
- Steinkohle				12 %
- Erdgas				7 %
- Erdöl				46 %
- Uran				20 %
Primärenergie regenerierbar	Input	10800 MJ		
- Wasserkraft				0 %
- Windkraft				0 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				99 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	8906 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	723 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0,0179 kg		
Sonderabfälle	Output	0,941 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	1,97 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	-818 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	0,456 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	0,0555 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	0,0679 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	2,79E-5 kg R11-Äqv.	

Datensatz: 3.4 EOL Holz, naturbelassen in MVA; (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität	DE
Referenzjahr	2005
Name	Basisname 3.4 EOL Holz, naturbelassen in MVA
Technisches Anwendungsgebiet	Energetischer Verwertung von naturbelassenem Holz in einer Müllverbrennungsanlage
Fluss	Verbrennungsgut
Kerninformation des Datensatzes	1 kg (Masse)
Anwendungshinweis für Datensatz	Das vorliegende Umweltprofil beinhaltet die Aufwendungen und Gutschriften für den Lebenszyklusabschnitt Entsorgung. Die Müllverbrennungsanlage produziert Strom und thermische Energie. Die Gutschrift wurde mit deutschem Strommix und Wärme aus Erdgas berechnet.
Gliederung Produktgruppe ()	Klassifizierung / Ebene / Ebene Prozesse / 3 Holz / 3.4 EoL-Prozesse Holz

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact [PE INTERNATIONAL](#) data set)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit) Verbrennungsgut - kg (Masse)

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes 2011

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme Der Datensatz umfasst die Mitverbrennung von naturbelassenem Holz in einer Müllverbrennungsanlage (MVA) mit Nutzung von Strom und Wärme.

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set) [GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

Validierung

Review *Dependent internal review*

Reviewer (Name und Institution) (contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-17 18:48:21 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes df060e72-53b0-4c5a-bd92-8f7967d7bb21

Letzte Änderung/Letzte Änderung 2009-08-17T18:48:21+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) PE INTERNATIONAL

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	-13,7 MJ		
- Braunkohle				6 %
- Steinkohle				5 %
- Erdgas				84 %
- Erdöl				-4 %
- Uran				9 %
Primärenergie regenerierbar	Input	-0,155 MJ		
- Wasserkraft				45 %
- Windkraft				51 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				5 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	1,2 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	-1,1 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	2,84E-8 kg		
Sonderabfälle	Output	0,00298 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	-0,006 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	0,995 kg CO ₂ -Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	-0,000405 kg SO ₂ -Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	-5,91E-5 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	2,93E-7 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	-3,26E-8 kg R11-Äqv.	

Datensatz: 4.3.1 Aluminium Blech (2005); (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität DE

Referenzjahr 2005

Name Basisname
4.3.1 Aluminium Blech (2005)

Technisches Anwendungsgebiet Aluminiumbleche für Bauanwendungen

Fluss [Aluminium Blech](#)

Kerninformation des Datensatzes 1 kg (Masse)

Anwendungshinweis für Datensatz Das Umweltprofil beinhaltet die Aufwendungen für die Lebenszyklus-Stadien "Cradle to Gate". Es basiert hauptsächlich auf direkten Datenerhebungen der Industrie. Für die Lebenszyklusbetrachtung muss zwingend der entsprechende Recyclingprozess "Recyclingpotential Aluminium (Blech und Profile)" einbezogen werden.

Gliederung Produktgruppe () Klassifizierung / Ebene / Ebene
Prozesse / 4 Metalle / 4.3 Aluminium

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [EAA](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit) Aluminium Blech - kg (Masse)

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes 2012

Erläuterungen zur zeitlichen Repräsentativität Jährlicher Durchschnitt

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme Aluminiumbleche werden in einem Walzprozess hergestellt. Ausgangsmaterial sind Aluminiumbrammen, die im ersten Schritt bei Temperaturen von 400 - 500°C gewalzt werden und anschließend nochmals kalt gewalzt werden. Danach erfolgt der Zuschnitt zu Blechen. Die üblichen Dicken der Aluminiumbleche liegen zwischen 0,2 und 4,0 mm.

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes EPD

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set) [GaBi4 Software und Datenbank 2006](#)

[EAA Environmental Profile Report for the EU Aluminium Industry, EAA, April 2008](#)

Validierung

Review *Independent external review*

Reviewer (Name und Institution) (contact data set) [Klöpffer, W.](#)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der

Dateneingabe 2009-09-08 10:47:38 +01:00

Datensatzeingabe durch
(contact data set) [PE INTERNATIONAL](#)

Kennung

UUID des Datensatzes 963676c0-a8da-42f3-8a88-779cdf6c5c2c

Letzte Änderung/Letzte
Änderung 2009-09-08T10:47:38+01:00

Eigner des Datensatzes
(contact data set) [EAA](#)

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	143 MJ		
- Braunkohle				6 %
- Steinkohle				19 %
- Erdgas				24 %
- Erdöl				24 %
- Uran				28 %
Primärenergie regenerierbar	Input	43,3 MJ		
- Wasserkraft				99 %
- Windkraft				1 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				1 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	17,6 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	17,9 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0,0578 kg		
Sonderabfälle	Output	0,042 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	0,0496 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	10,6 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	0,0471 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	0,00295 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	0,00217 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	1,081E-6 kg R11-Äqv.	

Datensatz: 4.8 Recyclingpotential Aluminium (Blech und Profile); (de)

Inhalt: [Datensatzinformation](#) - [Modellierung und Validierung](#) - [Umweltindikatoren](#)

Datensatzinformation

Kerninformation des Datensatzes

Geographische Repräsentativität	DE
Referenzjahr	2005
Name	Basisname 4.8 Recyclingpotential Aluminium (Blech und Profile)
Technisches Anwendungsgebiet	Recyclingpotenzial, Aluminiumblech
Fluss	Aluminiumprodukt (rezykliert)
Kerninformation des Datensatzes	1 kg (Masse)
Anwendungshinweis für Datensatz	Recyclingpotenzial für 1 kg Aluminiumblech bzw. -profil
Gliederung Produktgruppe ()	Klassifizierung / Ebene / Ebene Prozesse / 4 Metalle / 4.8 EoL Recycling Metalle

Urheberrecht? Ja Eigner des Datensatzes (contact data set) [FAA](#)

Quantitative Referenz

Referenzfluss (Name und Einheit)	Aluminiumprodukt (rezykliert) - kg (Masse)
----------------------------------	--

Zeitliche Repräsentativität

Zeitliche Gültigkeit des Datensatzes	2011
--------------------------------------	------

Technische Repräsentativität

Technische Beschreibung inklusive der Hintergrundsysteme	Das Recyclingpotenzial stellt die Umweltlasten dar, die durch ein vollständiges Recycling im Verhältnis zur Neuerzeugung des Materials eingespart werden können (hier die Vermeidung an primärer Aluminiumproduktion). Es wird von einer Sammelquote von 98% und der heutigen Technologien im Bereich Metallrecycling ausgegangen. Wird das komplette Recyclingpotenzial genutzt, werden die Werte zur Herstellung von Aluminiumblech um die Werte des Recyclingpotenzials gesenkt.
--	---

Modellierung und Validierung

Angewandte Methode und Allokation

Art des Datensatzes	EPD
---------------------	-----

Datenquellen und Repräsentativität

Datenquellen (source data set)	GaBi4 Software und Datenbank 2006 EAA Environmental Profile Report for the EU Aluminium Industry, EAA, April 2008
--------------------------------	--

Validierung

Review	<i>Independent external review</i>
--------	------------------------------------

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe	2009-09-08 10:46:20 +01:00
----------------------------	----------------------------

Datensatzeingabe durch (contact data set)	PE INTERNATIONAL
---	----------------------------------

Kennung

UUID des Datensatzes	bb8dbfca-b279-445b-bba1-4d5a8bd6e6e6
----------------------	--------------------------------------

Letzte Änderung Letzte Änderung 2009-09-08T10:46:20+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) [EAA](#)

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	-109 MJ		
- Braunkohle				6 %
- Steinkohle				20 %
- Erdgas				20 %
- Erdöl				26 %
- Uran				29 %
Primärenergie regenerierbar	Input	-37,2 MJ		
- Wasserkraft				100 %
- Windkraft				0 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				0 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0 MJ		
Wassernutzung	Input	-12,8 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	-14,1 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	0,125 kg		
Sonderabfälle	Output	0,0188 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	-0,0374 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	-8,3 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	-0,0379 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	-0,00228 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	-0,00169 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	-8,46E-7 kg R11-Äqv.	

(contact data set)

Administrative Information

Dateneingabe

Zeitpunkt der Dateneingabe 2009-08-10 16:51:42 +01:00

Kennung

UUID des Datensatzes 158c8532-8a25-4829-8498-fec29d3b9f4b

Letzte Änderung Letzte Änderung 2009-08-10T16:51:42+01:00

Eigner des Datensatzes (contact data set) PE INTERNATIONAL

Umweltindikatoren

Indikatoren der Sachbilanz

Indikator	Richtung	Wert	Einheit	Anteile
Inputs				
Primärenergie nicht regenerierbar	Input	3 MJ		
- Braunkohle				24 %
- Steinkohle				22 %
- Erdgas				24 %
- Erdöl				19 %
- Uran				12 %
Primärenergie regenerierbar	Input	0,166 MJ		
- Wasserkraft				12 %
- Windkraft				13 %
- Sonnennutzung (Solarenergie)				75 %
- Sonnennutzung (Biomasse)				0 %
Sekundärbrennstoffe	Input	0,604 MJ		
Wassernutzung	Input	0,523 kg		
Outputs				
Abraum und Erzaufbereitungsrückstände	Output	1,23 kg		
Hausmüll und Gewerbeabfälle	Output	5,19E-5 kg		
Sonderabfälle	Output	0,000275 kg		

Indikatoren der Wirkbilanz

Indikator		Wert	Einheit
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	Input	0,00127 kg Sb-Äqv.	
Treibhauspotential (GWP 100)	Output	0,38 kg CO2-Äqv.	
Versauerungspotential (AP)	Output	0,000721 kg SO2-Äqv.	
Photochem. Oxidantienbildungspot. (POCP)	Output	9,73E-5 kg Ethen-Äqv.	
Eutrophierungspotential (EP)	Output	0,000101 kg Phosphat-Äqv.	
Ozonabbaupotential (ODP)	Output	9,46E-9 kg R11-Äqv.	

Bundesverband der Gipsindustrie e.V.
Forschungsvereinigung der Gipsindustrie e.V.



Gipsprodukte

UMWELT-PRODUKTDEKLARATION



ERGEBNISSE DER ÖKOBILANZ Auswertegrößen in Einheit pro kg

Gipsplatten	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	3,29
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,13
Treibhauspotenzial (GWP) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,202
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	6,73E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,30E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	7,58E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	2,74E-05

Gipsplatten imprägniert	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	3,44
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,18
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,209
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	7,67E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,33E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	7,85E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	2,98E-05

Gipsplatten – Feuerschutzplatten	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	3,35
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,13
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,213
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	6,92E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,34E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	8,05E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	3,87E-05

Gipsplatten – Lochplatten	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	3,57
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,13
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,226
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	7,08E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,35E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	8,21E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	4,01E-05

Gipsplatten – Trockenestrich	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	3,44
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,13
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,208
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	6,81E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,31E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	7,66E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	3,07E-05

Gipsfaserplatten	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	4,90
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,06
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,308
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	12,4E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,39E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	6,55E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	3,70E-05

Gipsfaserplatten – Trockenestrich	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	4,89
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,06
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,303
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	12,4E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,38E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	6,33E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	3,76E-05

Gips-Wandbauplatten	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	3,93
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,02
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,244
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	4,30E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,25E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	3,09E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	2,70E-05

Spachtelmassen, Ansetzbinder und Kleber aus Gips	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	1,62
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,02
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,108
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	3,49E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,14E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	1,55E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	1,33E-05

Gipsputz	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	2,12
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,05
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,140
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	7,34E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,19E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	2,16E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	1,82E-05

Gips-Kalkputz	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	2,05
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,04
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,149
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	7,07E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,19E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	2,15E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	1,79E-05

Stuckgips	
Primärenergie, nicht erneuerbar (MJ)	1,62
Primärenergie, erneuerbar (MJ)	0,02
Treibhauspotenzial (GWP 100) (kg CO ₂ -Äquv.)	0,108
Ozonabbaupotenzial (ODP) (kg R11-Äquv.)	3,49E-09
Versauerungspotenzial (AP) (kg SO ₂ -Äquv.)	0,14E-03
Eutrophierungspotenzial (EP) (kg PO ₄ -Äquv.)	1,55E-05
Sommersmogpotenzial (POCP) (kg C ₂ H ₄ -Äquv.)	1,33E-05

Unabhängige Prüfung gemäß ISO 14025 der Deklaration

„Gipsprodukte – Umwelt-Produktdeklaration“ vom 09.06.2009

Kurzfassung Umwelt-Produktdeklaration	GIPSPRODUKTE
Programmhalter	Bundesverband der Gipsindustrie e.V. GIPS  Bundesverband der Gipsindustrie e.V.
Deklarationsinhaber	Mitglieder des Bundesverbandes der Gipsindustrie e.V. gemäß Mitgliederliste auf www.gips.de
Deklarationsnummer	2009 – 2. Auflage
Deklarierte Bauprodukte	Gipsplatten Gipsplatten imprägniert Gipsplatten – Feuerschutzplatten Gipsplatten – Lochplatten Gipsplatten – Trockenestrich Gipsfaserplatten Gipsfaserplatten – Trockenestrich Gips-Wandbauplatten Spachtelmassen, Ansetzbinder und Kleber aus Gips Gipsputz Gips-Kalkputz Stuckgips
Gültigkeit	Die Deklaration gilt ausschließlich in für die genannten Produkte, 5 Jahre vom Ausstellungsdatum an.
Inhalt der Deklaration	Die Umwelt-Produktdeklaration ist auf der Internet-Seite des Bundesverbandes der Gipsindustrie e.V. unter folgender Adresse abrufbar: http://www.gips.de/frames/sets/publikat_allg.htm Die Deklaration ist vollständig und enthält die nach ISO 14025 erforderlichen Angaben.
Ausstellungsdatum	22. April 2010
Unterschriften	 Gerhard Forg Forg Bauconsult
Prüfung der Deklaration	Die Deklaration und die zugrundeliegenden Produktkategorieregeln wurden gemäß ISO 14025 durch den Wissenschaftlichen Beirat der Forschungsvereinigung der Gipsindustrie e.V. geprüft und durch Forg Bauconsult als unabhängigen Sachverständigen mit dieser Urkunde zertifiziert.
Unterschriften	
 Dr. Winfried Spickermann Sprecher des Wissenschaftlichen Beirates der Forschungsvereinigung der Gipsindustrie e.V.	 Gerhard Forg Unabhängiger Prüfer Forg Bauconsult



Umwelt-Produktdeklaration

nach ISO 14025



Unkaschierte Glaswolle-Platten und -Filze

Saint-Gobain ISOVER G+H AG

Deklarationsnummer
EPD-GHI-2008211-D

Institut Bauen und Umwelt e.V.
www.bau-umwelt.com



Institut Bauen
und Umwelt e.V.

	<p style="text-align: center;">Kurzfassung Umwelt- Produktdeklaration Environmental Product-Declaration</p>
--	--

<p>Institut Bauen und Umwelt e. V. www.bau-umwelt.com</p>  <p style="text-align: center;"><small>Institut Bauen und Umwelt e.V.</small></p>	<p style="text-align: center;">Programmhalter</p>
---	--

<p>Saint-Gobain ISOVER G+H AG Bürgermeister-Grünzweig-Straße 1 D-67059 Ludwigshafen Deutschland</p> 	<p style="text-align: center;">Deklarationsinhaber</p>
---	---

<p>EPD-GHI-2008211-D</p>	<p style="text-align: center;">Deklarationsnummer</p>
--------------------------	--

<p>ISOVER Dämmstoffe Diese Deklaration ist eine Umwelt-Produktdeklaration gemäß ISO 14025 und beschreibt die Umweltleistung der hier genannten Bauprodukte. Sie soll die Entwicklung des umwelt- und gesundheitsverträglichen Bauens fördern. In dieser validierten Deklaration werden alle relevanten Umweltdaten offen gelegt. Die Deklaration beruht auf dem PCR Dokument „Mineralische Dämmstoffe“, 2007.</p>	<p style="text-align: center;">Deklarierte Bauprodukte</p>
--	---

<p>Diese validierte Deklaration berechtigt zum Führen des Zeichens des Institut Bauen und Umwelt. Sie gilt ausschließlich für die genannten Produkte, drei Jahre vom Ausstellungsdatum an. Der Deklarationsinhaber haftet für die zugrunde liegenden Angaben und Nachweise.</p>	<p style="text-align: center;">Gültigkeit</p>
---	--

<p>Die Deklaration ist vollständig und enthält in ausführlicher Form:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktdefinition und bauphysikalische Angaben - Angaben zu Grundstoffen und zur Stoffherkunft - Beschreibungen zur Produktherstellung - Hinweise zur Produktverarbeitung - Angaben zum Nutzungszustand, außergewöhnlichen Einwirkungen und Nachnutzungsphase - Ökobilanzergebnisse - Nachweise und Prüfungen 	<p style="text-align: center;">Inhalt der Deklaration</p>
--	--

<p>08. Dezember 2008</p>	<p style="text-align: center;">Ausstellungsdatum</p>
--------------------------	---

 <p><small>Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (Präsident des Institut Bauen und Umwelt)</small></p>		<p style="text-align: center;">Unterschriften</p>
---	--	--

<p>Diese Deklaration und die zugrunde gelegten Regeln wurden gemäß ISO 14025 durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss (SVA) geprüft.</p>	<p style="text-align: center;">Prüfung der Deklaration</p>
--	---

 <p><small>Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt (Vorsitzender des SVA)</small></p>	 <p><small>Dr. Eva Schmincke (Prüferin vom SVA bestellt)</small></p>	<p style="text-align: center;">Unterschriften</p>
---	--	--



**Kurzfassung
Umwelt-
Produktdeklaration
Environmental
Product-Declaration**

Die Definition von Mineralwolle nach EU-Richtlinie 97/69/EG sowie deutschem Recht lautet: Künstliche Mineralfasern, die aus ungerichteten glasigen (Silikat-) Fasern mit einem Massegehalt von über 18 % an Oxiden von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Barium bestehen. Bei dem deklarierten Mineralwolle-Material handelt es sich um unkaschierte Glaswolle-Platten und -Filze.

Produktbeschreibung

Prinzipiell werden Anwendungen im Gebäude (Dach-, Wand-, Boden-, Deckendämmung; innen und außen) und technischen Isolierungen unterschieden. Die einzelnen Anwendungsbereiche sind nachfolgend aufgeführt:

- Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz im Hochbau
- Haustechnik (Dämmung von Heizungs- und Warmwasserrohren, Kabel- und Rohrdurchführungen, Klimakanäle, Lüftungsleitungen)
- Betriebstechnik (Dämmung von Rohrleitungen, Fernwärmeleitungen, Kesseln, Tanks und Apparaturen)
- Industrielle Weiterverarbeitung (Klimakanäle, Brandschutztüren, Fertighauselemente und Schornsteinsysteme, Solarsysteme, Automotiv Anwendungen)
- Brandschutzelemente (Kabelabschottungen und Elemente für Stahlkonstruktionen)

Anwendungsbereich

Die **Ökobilanz** wurde nach DIN ISO 14040 und ISO 14044 und den Anforderungen des IBU-Leitfadens zu Typ-III-Deklarationen und der spezifischen Regeln für mineralische Dämmstoffe durchgeführt. Als Datenbasis wurden spezifische Daten der untersuchten Produkte sowie Daten aus der Datenbank „GaBi 4“ herangezogen. Die Ökobilanz umfasst die Lebenszyklusstadien der Rohstoff- und Energiegewinnung und der Herstellung mit Transporten.

**Rahmen der
Ökobilanz**

Glaswolle-Platten und -Filze (Rohstoffe u. Herstellung)		
Auswertegröße	Einheit pro kg	Glaswolle (unkaschiert)
Primärenergie, nicht erneuerbar	[MJ]	28,76
Primärenergie, erneuerbar	[MJ]	1,34
Treibhauspotenzial (GWP 100 Jahre)	[kg CO ₂ -Äqv.]	1,77
Ozonabbaupotenzial (ODP)	[kg R11-Äqv.]	88,6 · 10 ⁻⁹
Versauerungspotenzial(AP)	[kg SO ₂ -Äqv.]	0,0067
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg Phosphat-Äqv.]	0,0011
Sommersmogpotenzial (POCP)	[kg Ethen-Äqv.]	0,00034

**Ergebnisse
der Ökobilanz**

Erstellt durch: Saint-Gobain ISOVER G+H AG, 67059 Ludwigshafen in Zusammenarbeit mit PE INTERNATIONAL, Leinfelden-Echterdingen

Zusätzlich sind die Ergebnisse folgender Prüfungen in der Umwelt-Produktdeklaration dargestellt:

- Eluatanalyse/Auslaugverhalten: Institut für Analytische Chemie und Mikrobiologie, Institut Dr. Appelt GmbH & Co. KG, 68229 Mannheim
- Biopersistenz nach EU-Richtlinie 97/69/EG (Anmerkung Q): : David M. Bernstein, Ph.D., CONSULTANT IN TOXICOLOGY, 40 ch. de la Petite-Boissière, CH-1208 Geneva
- Bestimmung der Abgabe an Formaldehyd und weiteren flüchtigen organischen Komponenten: WKI Fraunhofer-Institut, Bienroder Weg 54, D-Braunschweig
- Bestimmung der Radon-Exhalationsrate : Prof. Dr. Geller, Biophysik, RMS, 66421 Homburg

**Nachweise
und Prüfungen**



Umwelt-Produktdeklaration

nach ISO 14025



Unkaschierte Steinwolle-Platten und -Filze

Saint-Gobain ISOVER G+H AG

Deklarationsnummer
EPD-GHI-2008111-D

Institut Bauen und Umwelt e.V.
www.bau-umwelt.com



Institut Bauen
und Umwelt e.V.



**Kurzfassung
Umwelt-
Produktdeklaration
Environmental
Product-Declaration**

<p>Institut Bauen und Umwelt e. V. www.bau-umwelt.com</p> 	<p>Programmhalter</p>
---	------------------------------

<p>Saint-Gobain ISOVER G+H AG Bürgermeister-Grünzweig-Straße 1 D-67059 Ludwigshafen</p> 	<p>Deklarationsinhaber</p>
--	-----------------------------------

<p>EPD-GHI-2008111-D</p>	<p>Deklarationsnummer</p>
--------------------------	----------------------------------

<p>ISOVER Dämmstoffe Diese Deklaration ist eine Umwelt-Produktdeklaration gemäß ISO 14025 und beschreibt die Umweltleistung der hier genannten Bauprodukte. Sie soll die Entwicklung des umwelt- und gesundheitsverträglichen Bauens fördern. In dieser validierten Deklaration werden alle relevanten Umweltdaten offen gelegt. Die Deklaration beruht auf dem PCR Dokument Mineralische Dämmstoffe, 2007.</p>	<p>Deklarierte Bauprodukte</p>
--	---------------------------------------

<p>Diese validierte Deklaration berechtigt zum Führen des Zeichen des Institut Bauen und Umwelt. Sie gilt ausschließlich für die genannten Produkte, drei Jahre vom Ausstellungsdatum an. Der Deklarationsinhaber haftet für die zugrunde liegenden Angaben und Nachweise.</p>	<p>Gültigkeit</p>
--	--------------------------

<p>Die Deklaration ist vollständig und enthält in ausführlicher Form:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktdefinition und bauphysikalische Angaben - Angaben zu Grundstoffen und zur Stoffherkunft - Beschreibungen zur Produktherstellung - Hinweise zur Produktverarbeitung - Angaben zum Nutzungszustand, außergewöhnlichen Einwirkungen und Nachnutzungsphase - Ökobilanzergebnisse - Nachweise und Prüfungen 	<p>Inhalt der Deklaration</p>
--	--------------------------------------

<p>08. Dezember 2008</p>	<p>Ausstellungsdatum</p>
--------------------------	---------------------------------

 <p>Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (Präsident des Institut Bauen und Umwelt)</p>	<p>Unterschriften</p>
--	------------------------------

<p>Diese Deklaration und die zugrunde gelegten Regeln wurden gemäß ISO 14025 durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss (SVA) geprüft.</p>	<p>Prüfung der Deklaration</p>
--	---------------------------------------

 <p>Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt (Vorsitzender des SVA)</p>	 <p>Dr. Eva Schmincke (Prüferin vom SVA bestellt)</p>	<p>Unterschriften</p>
--	---	------------------------------



**Kurzfassung
Umwelt-
Produktdeklaration
Environmental
Product-Declaration**

Die Definition von Mineralwolle nach EU-Richtlinie 97/69/EG sowie deutschem Recht lautet: Künstliche Mineralfasern, die aus ungerichteten glasigen (Silikat-) Fasern mit einem Massengehalt von über 18 % an Oxiden von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Barium bestehen. Bei dem deklarierten Mineralwolle-Material handelt es sich um unkaschierte Steinwolle-Platten und -Filze.

Produktbeschreibung

Prinzipiell werden Anwendungen im Gebäude (Dach-, Wand-, Boden-, Deckendämmung; innen und außen) und technischen Isolierungen unterschieden. Die einzelnen Anwendungsbereiche sind nachfolgend aufgeführt:

- Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz im Hochbau
- Haustechnik (Dämmung von Heizungs- und Warmwasserrohren, Kabel- und Rohrdurchführungen, Klimakanäle, Lüftungsleitungen)
- Betriebstechnik (Dämmung von Rohrleitungen, Fernwärmeleitungen, Kesseln, Tanks und Apparaturen)
- Industrielle Weiterverarbeitung (Klimakanäle, Brandschutztüren, Fertighauselemente und Schornsteinsysteme, Solarsysteme, Automotiv Anwendungen)
- Brandschutzelemente (Kabelabschottungen und Elemente für Stahlkonstruktionen)

Anwendungsbereich

Die Ökobilanz wurde nach DIN ISO 14040 und ISO 14044 und den Anforderungen des IBU-Leitfadens zu Typ-III-Deklarationen und der spezifischen Regeln für mineralische Dämmstoffe durchgeführt. Als Datenbasis wurden spezifische Daten der untersuchten Produkte sowie Daten aus der Datenbank „GaBi 4“ herangezogen. Die Ökobilanz umfasst die Lebenszyklusstadien der Rohstoff- und Energiegewinnung und der Herstellung mit Transporten.

**Rahmen der
Ökobilanz**

Steinwolle-Platten und -Filze (Rohstoffe u. Herstellung)		
Auswertegröße	Einheit pro kg	Steinwolle (unkaschiert)
Primärenergie, nicht erneuerbar	[MJ]	25,25
Primärenergie, erneuerbar	[MJ]	1,13
Treibhauspotenzial (GWP 100 Jahre)	[kg CO ₂ -Äqv.]	1,61
Ozonabbaupotenzial (ODP)	[kg R11-Äqv.]	0,13·10 ⁻⁶
Versauerungspotenzial(AP)	[kg SO ₂ -Äqv.]	0,0044
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg Phosphat-Äqv.]	0,000504
Sommersmogpotenzial (POCP)	[kg Ethen-Äqv.]	0,00036

**Ergebnisse
der Ökobilanz**

Erstellt durch: Saint-Gobain ISOVER G+H AG, 67059 Ludwigshafen in Zusammenarbeit mit PE INTERNATIONAL, Leinfelden-Echterdingen



Zusätzlich sind die Ergebnisse folgender Prüfungen in der Umwelt-Produktdeklaration dargestellt:

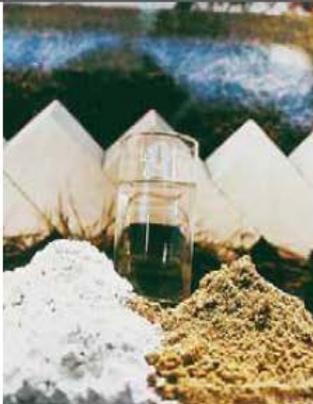
- Eluatanalyse/Auslaugverhalten: Institut für Analytische Chemie und Mikrobiologie, Institut Dr. Appelt GmbH & Co. KG, 68229 Mannheim
- Biopersistenz von künstlichen Mineralfasern nach EU-Richtlinie 97/69/EG (Anmerkung Q): ITEM Fraunhofer-Institut, Nikolai-Fuchs-Straße 1, D-30625 Hannover
- Bestimmung der Abgabe an Formaldehyd und weiteren flüchtigen organischen Komponenten: WKI Fraunhofer-Institut, Bienroder Weg 54, D-Braunschweig
- Bestimmung der Radon-Exhalationsrate : Prof. Dr. Geller, Biophysik, RMS, 66421 Homburg

**Nachweise
und Prüfungen**



Umwelt-Produktdeklaration

nach ISO 14025



Deklarationsnummer
EPD-BKS-2009111-D

Institut Bauen und Umwelt e.V.
www.bau-umwelt.com

Kalksandstein

**Bundesverband
Kalksandsteinindustrie e.V.**



Institut Bauen
und Umwelt e.V.

		<p style="text-align: center;">Kurzfassung Umwelt- Produktdeklaration <i>Environmental Product-Declaration</i></p>	
<p>Institut Bauen und Umwelt e.V. www.bau-umwelt.com</p>	 Institut Bauen und Umwelt e.V.	<p style="text-align: right;">Programmhalter</p>	
<p>Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. Entenfangweg 15 30419 Hannover Deutschland</p>		<p style="text-align: right;">Deklarationsinhaber</p>	
<p>EPD-BKS-2009111-D</p>	<p style="text-align: right;">Deklarationsnummer</p>		
<p>Kalksandsteine</p> <p>Diese Deklaration ist eine Umweltproduktdeklaration gemäß ISO 14025 und beschreibt die durchschnittliche Umwelleistung der hier genannten Bauprodukte in Deutschland. Sie soll die Entwicklung des umwelt- und gesundheitsverträglichen Bauens fördern. In dieser validierten Deklaration werden alle relevanten Umweltdaten offengelegt. Die Deklaration beruht auf dem PCR Dokument „Kalksandsteine: 2004-11“.</p>	<p style="text-align: right;">Deklarierte Bauprodukte</p>		
<p>Diese validierte Deklaration berechtigt zum Führen des Zeichens des Instituts Bauen und Umwelt e.V. Es gilt ausschließlich für die genannten Produkte, drei Jahre vom Ausstellungsdatum an. Der Deklarationsinhaber haftet für die zugrunde liegenden Angaben und Nachweise.</p>	<p style="text-align: right;">Gültigkeit</p>		
<p>Die Deklaration ist vollständig und enthält in ausführlicher Form:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktdefinition und bauphysikalische Angaben - Angaben zu Grundstoffen und Stoffherkunft - Beschreibungen zur Produktherstellung - Hinweise zur Produktverarbeitung - Angaben zum Nutzungszustand, außergewöhnlichen Einwirkungen und Nachnutzungsphase - Ökobilanzergebnisse - Nachweise und Prüfungen 	<p style="text-align: right;">Inhalt der Deklaration</p>		
<p>17. August 2009</p>	<p style="text-align: right;">Ausstellungsdatum</p>		
<p style="text-align: center;"></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (Präsident des Instituts Bauen und Umwelt e.V.)</p>		<p style="text-align: right;">Unterschriften</p>	
<p>Diese Deklaration und die zugrundegelegten Regeln wurden gemäß ISO 14025 durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss (SVA) geprüft.</p>			<p style="text-align: right;">Prüfung der Deklaration</p>
<p style="text-align: center;"></p> <p>Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt (Vorsitzender des SVA)</p>	<p style="text-align: center;"></p> <p>Dr. Birgit Grahl / Dr. Eva Schmincke (Prüfer vom SVA bestellt)</p>	<p style="text-align: right;">Unterschriften</p>	



**Kurzfassung
Umwelt-
Produktdeklaration
*Environmental
Product-Declaration***

Kalksandsteine sind Mauersteine, die aus den natürlichen Rohstoffen Kalk und kieselsäurehaltige Zuschlägen (Sand) hergestellt, nach Mischen verdichtet, geformt und unter Dampfdruck gehärtet werden. Technische Regelwerke: DIN EN 771-2: Festlegungen für Mauersteine, Teil 2 Kalksandsteine

Produktbeschreibung

Kalksandsteine werden als Mauersteine für tragende und nichttragende Wände eingesetzt.

Anwendungsbereich

Die **Ökobilanz** wurde nach DIN ISO 14040 /44. entsprechend den Anforderungen des Leitfadens zu Typ-III-Deklarationen des Instituts Bauen und Umwelt e.V. durchgeführt. Als Datenbasis wurden spezifische Daten aus den im Bundesverband Kalksandsteinindustrie organisierten Werken gemittelt, sowie Daten aus der Datenbank „GaBi 4“ herangezogen. Die Ökobilanz umfasst die Rohstoff- und Energiegewinnung, Rohstofftransporte und die eigentliche Herstellungsphase von Kalksandsteinen. Die Ökobilanz bezieht sich auf eine Tonne Kalksandstein, hergestellt von den Mitgliedern des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie e.V.

Rahmen der Ökobilanz

Kalksandstein	
Auswertegröße in Einheit pro Tonne	KS-Steine
Primärenergie, nicht erneuerbar [MJ]	1058
Primärenergie, erneuerbar [MJ]	47,6
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP) [kg Sb-Äqv.]	0,47
Treibhauspotenzial (GWP 100) [kg CO ₂ -Äqv.]	133,5
Ozonabbaupotenzial (ODP) [kg R11-Äqv.]	2,28E-06
Versauerungspotenzial (AP) [kg SO ₂ -Äqv.]	0,120
Eutrophierungspotenzial (EP) [kg PO ₄ -Äqv.]	0,017
Sommersmogpotenzial (POCP) [kg C ₂ H ₄ -Äqv.]	0,012

**Ergebnisse
der Ökobilanz**

Erstellt durch: PE INTERNATIONAL, Leinfelden-Echterdingen



Zusätzlich sind die folgenden **Nachweise und Prüfungen** in der Umweltdeklaration dargestellt:

- Auslaugverhalten
- Radioaktivität

**Nachweise
und Prüfungen**



Umwelt-Produktdeklaration

nach ISO 14025



Deklarationsnummer
EPD-XEL-2009112-D

Institut Bauen und Umwelt e.V.
www.bau-umwelt.com

Ytong®-Porenbeton

der Xella Baustoffe GmbH



Institut Bauen
und Umwelt e.V.



**Kurzfassung
Umwelt-
Produktdeklaration
Environmental
Product-Declaration**

<p>Institut Bauen und Umwelt e.V. www.bau-umwelt.com</p> 	<p>Programmhalter</p>	
<p>Xella Baustoffe GmbH Ruhrorter Straße 187 D – 47119 Duisburg</p> 	<p>Deklarationsinhaber</p>	
<p>EPD-XEL-2009112-D</p>	<p>Deklarationsnummer</p>	
<p>Ytong® -Porenbeton</p> <p>Diese Deklaration ist eine Umwelt-Produktdeklaration gemäß ISO 14025 und beschreibt die Umwelleistung der hier genannten Bauprodukte. Sie soll die Entwicklung des umwelt- und gesundheitsverträglichen Bauens fördern.</p> <p>In dieser validierten Deklaration werden alle relevanten Umweltdaten offengelegt.</p> <p>Die Deklaration beruht auf dem PCR Dokument „Porenbeton: 2004-11“.</p>	<p>Deklarierte Bauprodukte</p>	
<p>Diese validierte Deklaration berechtigt zum Führen des Zeichens des Institut Bauen und Umwelt. Sie gilt ausschließlich für die genannten Produkte, drei Jahre vom Ausstellungsdatum an. Der Deklarationsinhaber haftet für die zugrunde liegenden Angaben und Nachweise.</p>	<p>Gültigkeit</p>	
<p>Die Deklaration ist vollständig und enthält in ausführlicher Form:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktdefinition und bauphysikalische Angaben - Angaben zu Grundstoffen und zur Stoffherkunft - Beschreibungen zur Produktherstellung - Hinweise zur Produktverarbeitung - Angaben zum Nutzungszustand, außergewöhnlichen Einwirkungen und Nachnutzungsphase - Ökobilanzergebnisse - Nachweise und Prüfungen 	<p>Inhalt der Deklaration</p>	
<p>16. Februar 2009</p>	<p>Ausstellungsdatum</p>	
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <p>Prof. Dr.-Ing. Horst J. Bossenmayer (Präsident des Instituts Bauen und Umwelt)</p> </div> </div>	<p>Unterschriften</p>	
<p>Diese Deklaration und die zugrundegelegten Regeln wurden gemäß ISO 14025 durch den unabhängigen Sachverständigenausschuss (SVA) geprüft.</p>		<p>Prüfung der Deklaration</p>
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <p>Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt (Vorsitzender des SVA)</p> </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>	<p>Unterschriften</p>	



**Kurzfassung
Umwelt-
Produktdeklaration
*Environmental
Product-Declaration***

Die genannten Produkte sind unbewehrte Bausteine unterschiedlicher Formate aus Porenbeton. Porenbeton gehört zur Gruppe der porosierten dampfgehärteten Leichtbetone.

Produktbeschreibung

Unbewehrte Bausteine für gemauerte, monolithische, tragende und nichttragende Wände. Bestimmungsgemäß ist ein direkter Kontakt mit Grundwasser nicht möglich, weil Porenbeton stets beschichtet wird und kein direkter Kontakt zum Erdreich besteht.

Anwendungsbereich

Die **Ökobilanz** wurde nach DIN ISO 14040 ff durchgeführt. Als Datenbasis wurden spezifische Daten von Xella aus dem Jahr 2004 sowie durchschnittliche Daten für die eingesetzten Rohstoffe wie beispielsweise Zement, gebrannter Kalk, Anhydrit oder Aluminiumpulver und -paste herangezogen. Die Ökobilanz wurde für die Herstellungsphase von Porenbeton der Rohdichteklassen 400 kg/m³ (P2 0,40) und 500 kg/m³ (P4 0,50) unter Berücksichtigung sämtlicher Vorketten wie Rohstoffgewinnung und Transporte durchgeführt („cradle to gate“). Ein Vergleich mit anderen Produkten ist nur im Zusammenhang mit einer vergleichbaren Anwendung im Gebäude zulässig.

Rahmen der Ökobilanz

Ytong®-Porenbeton P2 0,40 und P4 0,50

Auswertegröße	Einheit pro m ³	Summe P2 0,40	Summe P4 0,50
Primärenergie nicht erneuerbar	[MJ]	1427	1683
Primärenergie erneuerbar	[MJ]	74	76
Treibhauspotenzial (GWP 100)	[kg CO ₂ -Äqv.]	179	217
Ozonabbaupotenzial (ODP)	[kg R11-Äqv.]	10,0 * 10 ⁻⁶	10,9 * 10 ⁻⁶
Versauerungspotenzial (AP)	[kg SO ₂ -Äqv.]	0,263	0,285
Eutrophierungspotenzial (EP)	[kg Phosphat-Äqv.]	0,044	0,049
Sommersmogpotenzial (POCP)	[kg Ethen-Äqv.]	0,038	0,042

**Ergebnisse
der Ökobilanz**

Erstellt durch: PE International GmbH, Leinfelden-Echterdingen



Zusätzlich sind die Ergebnisse folgender Prüfungen in der Umwelt-Produktdeklaration dargestellt:

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| • Radioaktivität | Messung der Radionuklide |
| • Auslaugverhalten | gemäß Klasse 1 der TA Siedlungsabfall |

**Nachweise
und Prüfungen**

Critical Review

Die nachfolgenden Seiten beinhalten das Gutachten der ETH-Zürich zum Endbericht der Studie „Vergleichende Ökobilanzbetrachtung und Lebenszyklusanalyse für Konstruktionen nichttragender Innenwände und tragender Aussenwände“. Es wird bestätigt, dass die Studie den Anforderungen der DIN EN ISO 14040: 2009-11 sowie der DIN EN ISO 14044: 2006-10 entspricht.

Gutachten zum Endbericht, Stand 09.12.2010

Projekt	Review Saint-Gobain
Phase	Endbericht
Autoren	Holger Wallbaum, Viola John
Datum	01.10.2010
Version	v1.02

1 Zweck

Dieses Dokument enthält das Gutachten zum Endbericht "Vergleichende Ökobilanzbetrachtung und Lebenszyklusanalyse für Konstruktionen nichttragender Innenwände und tragender Aussenwände". Die Studie wurde von der Saint-Gobain Rigips GmbH und der Saint-Gobain Isover G + H AG in Auftrag gegeben und durch die Technische Universität Darmstadt, Institut für Tragwerksentwicklung & Bauphysik, durchgeführt.

2 Dokumente

Das Gutachten bezieht sich auf das Dokument "SAINT-GOBAIN-Ökobilanz-Studie_Endbericht_2010_11_26_nach_CR-V1.1.pdf" vom 26. November 2010, verfasst von Prof. Dr.-Ing. Karsten Tichelmann und Dipl.-Ing. Hartmut Heller vom Institut für Tragwerksentwicklung & Bauphysik der Technischen Universität Darmstadt.

3 Review-Bericht (zusammen mit der Studie zu veröffentlichen)

3.1 Ausgangslage und Auftrag

Die Baustoff- und Bauproduktehersteller Saint-Gobain Rigips GmbH und Saint-Gobain Isover G+H AG haben das Institut für Tragwerksentwicklung & Bauphysik der Technischen Universität Darmstadt damit beauftragt, eine vergleichende Ökobilanz von nichttragenden Innen- sowie tragenden Aussenwänden in Trocken- und Leichtbauweise in Gegenüberstellung zu Konstruktionen in massiver Bauweise zu erarbeiten. Die Studie soll gemäss den Anforderungen der ISO 14040 und 14044 durchgeführt werden. In der vorliegenden Studie werden vergleichende Aussagen über fünf verschiedene Wandaufbauten in Trocken-, Leicht- und Massivbauweise vorgenommen, die zur Veröffentlichung bestimmt sind. Deshalb ist die Durchführung einer kritischen Prüfung der Ökobilanz nach ISO 14040 Abschnitt 7.3.3 obligatorisch. Bei allen Wandsystemen wurde jeweils ein Wandausschnitt von 18 m² mit den Abmessungen B/H = 6,0/3,0 m einer beliebig langen Wand betrachtet. Von der Saint-Gobain Isover G+H AG mit der Durchführung einer kritischen Prüfung in Anlehnung an ISO 14040 betraut wurden Prof. Dr.-Ing. Holger Wallbaum, Lehrstuhl Nachhaltiges Bauen der ETH Zürich, sowie Dipl.-Ing. Viola John, Forschungsassistentin und Doktorandin am Lehrstuhl Nachhaltiges Bauen der ETH Zürich. Beide besitzen langjährige Erfahrung mit Ökobilanzen, sind mit den ISO Normen gut vertraut und Fachleute auf dem Gebiet des Bauwesens.

3.2 Ziel und Untersuchungsrahmen der kritischen Prüfung

Durch die kritische Prüfung in Anlehnung an ISO 14044, Abschnitt 6.1 soll sichergestellt werden, dass

- die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden mit der internationalen Norm übereinstimmen;
- die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden wissenschaftlich begründet sind und dem Stand der internationalen Ökobilanz-Technik entsprechen;
- die verwendeten Daten in Bezug auf das Ziel der Studie hinreichend und zweckmässig sind;
- die Auswertungen die erkannten Einschränkungen und das Ziel der Studie berücksichtigen;
- der Bericht transparent und in sich stimmig ist.

3.3 Vorgehen

Die Prüfer wurden gemäss der Entscheidung des Auftraggebers nach Vorliegen der Endversion des Berichtes zur Studie "Vergleichende Ökobilanzbetrachtung und Lebenszyklusanalyse für Konstruktionen nichttragender Innenwände und tragender Aussenwände" (datiert 10. September 2010) beigezogen.

Die verwendeten Sachbilanzrohdaten werden im Bericht auszugsweise dargestellt. Die in der Endversion des Berichtes zur Verfügung gestellten Informationen erlaubten den Gutachtern, die Daten auf ihre Konsistenz, Zweckmässigkeit und Korrektheit zu prüfen. Die korrekte Übertragung von Daten aus der verwendeten EDV-Software in die Resultat-Tabellen und von dort in den Bericht wurde dabei nicht überprüft.

Nach der ersten kritischen Prüfung durch die Gutachter wurde der Bericht von den Autoren überarbeitet und liegt nun in der Version "SAINT-GOBAIN-Ökobilanz-Studie_Endbericht_2010_11_26_nach_CR-V1.1.pdf" (datiert 26. November 2010) vor.

In den nachfolgenden Absätzen werden die gemäss ISO 14040 durch das Gutachten zu beantwortenden Fragen behandelt, bezogen auf den aktualisierten Endbericht vom 26. November 2010.

3.4 ISO-Konformität und Wissenschaftlichkeit der angewendeten Methoden

Die in der Studie dokumentierte vergleichende Ökobilanz entspricht in den wesentlichen Punkten den Vorgaben der ISO Normen (14040 und 14044) für vergleichende, zu veröffentlichende Ökobilanzen.

Die in der Ökobilanz verwendete funktionale Einheit ist zielführend und für die gemachten Vergleiche geeignet. Die durchgeführte Wirkungsabschätzung entspricht den für Vergleiche geltenden, erhöhten Anforderungen der ISO Normen. Die Auswahl der Wirkungskategorien zur Quantifizierung der Umweltbelastung ist plausibel und deckt die mit der verfügbaren Datenlage sinnvoll quantifizierbaren Umweltindikatoren ab.

Die gewählten Modellierungsansätze in den Sachbilanzen entsprechen der heutigen wissenschaftlichen Praxis. Abschneideregeln werden nicht explizit formuliert, sondern basieren auf Expertenschätzungen. Dieses Vorgehen ist zweckmässig und zielführend.

Die Allokation ist laut Bericht bereits in den Sachbilanzdatensätzen hinterlegt. Diese Vorgehensweise ist in Übereinstimmung mit den Normen ISO 14040 und 14044.

Um die Stabilität der Ergebnisse zu testen, wurden die nach ISO notwendigen Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalysen ergänzt.

3.5 Einschätzung von Umfang, Zweckmässigkeit und Konsistenz der verwendeten Daten

Im Rahmen der Studie wurden Sachbilanzdaten aus verschiedenen Quellen verwendet. Die verwendeten Datensätze aus der Ökobau.dat wurden mit einem Sicherheitsaufschlag von 10% versehen, da die in diesen Datensätzen enthaltenen Werte nicht durch ein unabhängiges Review bestätigt und daher nicht ISO-konform sind. Die Begründung für die Höhe des verwendeten Sicherheitsaufschlages von 10% wird im Bericht erläutert. Die übrigen Sachbilanzdaten stammen aus Umwelt-Produktdeklarationen gemäss ISO 14025. Die unterschiedliche Datenqualität wird explizit hervorgehoben, so dass die Leserschaft über die unterschiedliche Belastbarkeit der verwendeten Sachbilanzdaten informiert ist.

Die in den Datensätzen enthaltenen Werte der verschiedenen Wirkungskategorien sind untereinander nicht gewichtet, sondern separat gewertet, wodurch eine Konformität mit ISO 14040ff. gewährleistet ist.

3.6 Einschätzung der Inhaltlichen Konsistenz von Zielsetzung und Folgerungen

Die Zielsetzung der in der Studie präsentierten vergleichenden Ökobilanz ist gut nachvollziehbar. Es werden unterschiedliche Bauarten nichttragender Innen- und tragender Außenwände in Leichtbauweise mit Wänden in massiver Bauweise verglichen, um herauszufinden, welche Wandaufbauten unter ökologischen Nachhaltigkeitsaspekten am besten abschneiden. Die Schlussfolgerungen werden ebenfalls gut verständlich dargelegt.

Die Prüfer beurteilen die Konsistenz von Zielsetzung, Bericht und Folgerungen als gut nachvollziehbar.

3.7 Einschätzung von Transparenz und Konsistenz des Berichts

Der Bericht weist die für eine Ökobilanz wesentlichen Kapitel auf. Das Ziel und der Untersuchungsrahmen sind klar beschrieben.

Die für die Studie getroffenen Annahmen und Systemgrenzen werden nachvollziehbar dargelegt. Der Bericht weist eine klare Struktur auf. Die verwendeten Sachbilanzdaten werden in Anhängen auszugsweise gezeigt. Die Studie weist damit einen hohen Grad an Transparenz auf.

Die Ergebnisse auf Stufe Sachbilanz und Wirkungsabschätzung werden in Tabellen und Graphiken präsentiert und diskutiert. Der Bericht macht insgesamt einen konsistenten, abgerundeten Eindruck.

3.8 Einschätzung der Korrektheit der Modellierung und der Ergebnisse

Die Gutachter haben die im Bericht vorgenommenen Berechnungen stichprobenartig überprüft und dabei keine auffälligen Fehler entdecken können. Insgesamt beurteilen die Prüfer die Modellierung der Ökobilanzen als detailliert, zweckmässig und sorgfältig.

3.9 Fazit

In der Schlussversion wurden keine nennenswerten Fehler oder Auffälligkeiten entdeckt. Die Modellierung erfolgte gründlich und auf dem Stand der Technik bezüglich Ökobilanzierung. Die Prüfer kommen zum Schluss, dass die Studie den Anforderungen der Normen ISO 14040 und 14044 entspricht.

Zürich, 09. Dezember 2010



Prof. Dr.-Ing. Holger Wallbaum

im Namen der Prüfer

Critical Review

The following pages contain the opinion of the ETH Zurich on the final report of the study "Comparative ecological balancing and life cycle analysis for constructions of non-bearing interior walls and load-bearing exterior walls". It is confirmed that the study meets the requirements of DIN EN ISO 14040: 2009-11, as well as DIN EN ISO 14044: 2006-10.

1 Purpose

This document contains the expert opinion on the final report of the study "Comparative ecological balancing and life cycle analysis for constructions of non-bearing interior walls and load-bearing exterior walls". The study was assigned by Saint-Gobain and Saint-Gobain Isover G + H AG and conducted by the Technical University of Darmstadt, Institute for Support Structure Development & Construction Physics.

2 Documents

The expert opinion concerns the document "SAINT-GOBAIN eco balance – study _ final report _ 2010_11_26 _ after _ CR-V1.1.pdf" of 26 November 2010, compiled by Univ. Prof. Dr.-Ing. Karsten Tichelmann and Dipl.-Ing. Hartmut Heller from the Institute for Support Structure Development & Construction Physics at the Technical University of Darmstadt.

3 Review report (to be published together with the study)

3.1 Starting point and assignment

Saint-Gobain Rigips and Saint-Gobain Isover G+H AG, manufacturers of building materials and building products, have assigned the Institute for Support Structure Development & Construction Physics at the Technical University of Darmstadt with the task to compile a comparative eco-balance of non-bearing interior walls and load-bearing outer walls in dry and light-weight construction design, as compared to construction in massive design. The study is to be performed in accordance with the requirements of ISO 14040 and 14044. The presented study provides statements about five different wall mountings in dry, light-weight and massive construction, which are meant for publication. Therefore, pursuant ISO 14040 section 7.3.3, a critical examination of the eco-balance is obligatory. For each of the wall systems, a wall section of 18 m² with the dimensions W/H = 6.0/3.0 m of any wall length was examined. Saint-Gobain Isover G+H AG assign Prof. Dr.-Ing. Holger Walbaum, Chair of Sustainable Building at the ETH Zurich, and Dipl.-Ing. Viola John, research assistant and doctoral candidate to the Chair of Sustainable Building at the ETH Zurich, with the task to perform a critical examination in correspondence to ISO 14040. Both of them have many years of experience with ecological balances, are well familiar with the ISO standards, and are experts in the field of constructional engineering.

3.2 Aim and examination frame of the critical examination

The critical examination in accordance to ISO 14044 Section 6.1 shall ensure that:

- The methods applied to the performance of the ecological balance correspond to the international standard;
- The methods applied to the performance of the ecological balance are scientifically founded and correspond to the standard of the international best practices for eco-balancing;
- The data used to achieve the goal of the study are sufficient and appropriate;
- The evaluations consider the recognised limitations and the goal of the study;
- The report is transparent and inherently consistent.

3.3 Approach

The Client has decided to seek the examiners' assistance after presentation of the final version of the report to the study "Comparative ecological balancing and life cycle analysis for constructions of non-bearing interior walls and load-bearing exterior walls" (dated 10 September 2010).

The raw details of the life cycle inventory analysis used in the report have been presented in excerpts in the report. The information provided in the final version of the report enabled the experts to examine the details for their consistency, appropriateness and correctness. The correct transfer of data from the used computer software into the result tables and from there into the report has not been checked.

After the first critical examination by the experts, the authors reviewed the report, and it now is being presented in the version "SAINT-GOBAIN eco balance-study_final report_2010_11_26_after_CR-V1.1.pdf" (dated 26 November 2010).

The paragraphs below deal with the questions that need to be answered in accordance to ISO 14040 in the expert's opinion, with regard to the updated final report of 26 November 2010.

3.4 Conformity with ISO and scientific character of the methods applied

The comparative eco-balance documented in the study corresponds, in its significant points, to the requirements of the ISO standard (14040 and 14044) for comparative eco-balances to be released for publication.

The functional unit used in the eco-balance is target-aimed and suitable for the comparisons made. The performed assessment of the effects corresponds to the increased requirements of the ISO standard applicable to comparisons. The selection of the impact categories to quantify the environmental impact is plausible and purposefully covers the environmental indicators that can be quantified with the available data.

The chosen modelling approaches in the life cycle inventory analyses correspond to the current scientific practice. Cut-off rules are not explicitly explained, but are based on expert estimations. This approach is purposeful and target-aimed.

The allocation has been already made in the initial statements of the life cycle inventory analysis, according to the report. This approach corresponds to the standards 14040 and 14044.

In order to test the stability of the results, the sensitivity and uncertainty analyses which are required by ISO have been complemented.

3.5 Estimation of the scope, purposefulness and consistency of the used data

Within the frame of the study, life cycle inventory analysis data from different sources have been used. The used datasets from the Ökobau.dat were provided with a safety mark-up of 10%, as the values included in these datasets have not been confirmed by an independent review and therefore are not in conformity with ISO. The reason for the value of the security mark-up of 10% has been explained in the report. The other life cycle inventory analysis data have been taken from environmental product declarations in accordance with ISO 14025. The differing quality of the data is explicitly pointed out, so that the readers are informed about the different reliability of the life cycle inventory analysis data.

The values of the different impact categories included in the datasets have not been weighed against each other, but have been valued separately, which ensures conformity with ISO 14044 et seq.

3.6 Assessment of the consistency of the contents with regard to aim and conclusions

The aim of the comparable eco-balance presented in the study is easily replicable. Different types of constructions of non-bearing internal and load-bearing external walls in light-weight construction are being compared with walls in massive construction, in order to find out which wall structures do best in terms of ecological sustainability aspects. Also the conclusions are presented in an easy-to-understand manner.

The examiners assess the consistency of goal and conclusions to be easily replicable.

3.7 Assessment of the transparency and consistency of the report

The report has the chapters that are significant for an eco-balance. The aim and the frame of the examination have been clearly described.

The assumptions made and the limitations of the system have been conclusively presented. The report has a clear structure. Extracts from the life cycle inventory analysis data used are presented in the Annexes. With that, the study features a high degree of transparency.

The results on the level of the life cycle inventory analysis and the assessment of the effects are presented in tables and figures, and discussed. With that, the overall report makes a consistent, well-rounded impression.

3.8 Assessment of the correctness of the modelling and the results

The experts have spot-checked the calculations made in the report and have not found any obvious mistakes. Altogether, the experts assess the modelling of the eco-balances as to be detailed, purposeful and diligent.

3.9 Conclusion

In the final version, no noteworthy mistakes or particularities were detected. The modelling was thorough and according to the state of the art of eco-balancing. The examiners have come to the conclusion that the study meets the requirements of the standards ISO 1404 and 14044.

13 Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1.1:	Wandaufbau der nichttragenden Innenwand (Perspektive und horizontaler Schnitt) für die Metallständerwand bzw. Montagewand von Rigips 3.45.05, $R_{w,R}=50\text{dB}$	19
Abb. 3.1.2:	Wandaufbau der nichttragenden Innenwand (Perspektive und horizontaler Schnitt) für die Kalksandsteinwand mit einer Dicke von $d=115\text{mm}$ inklusive des Putzes, $R'_{w,R}=45\text{dB}$	20
Abb. 3.2.1:	Wandaufbau der tragenden Außenwand (Perspektive und horizontaler Schnitt) für die Holzständerwand mit beidseitiger Beplankung und dem WDVS außen	22
Abb. 3.2.2:	Wandaufbau der tragenden Außenwand (Perspektive und horizontaler Schnitt) mit Kalksandstein der Dicke 240 mm und WDVS außen	23
Abb. 3.2.3:	Wandaufbau der tragenden Außenwand (Perspektive und Horizontaler Schnitt) mit Porenbeton der Dicke 240mm und WDVS außen	24
Abb. 3.3.1:	Primärenergiebedarf (PE) für den Gesamtlebenszyklus der Innenwände	41
Abb. 3.3.2:	Primärenergiebedarf (PE) der nichttragenden Innenwände, aufgeschlüsselt nach Herstellung, Transport sowie „end-of-life“	42
Abb. 3.3.3:	Primärenergiebedarf (PE) zur Herstellung der einzelnen Komponenten der Metallständerwand Typ 3.45.05 von Rigips	42
Abb. 3.3.4:	relativer Vergleich weiterer Wirkungskategorien für den Gesamtlebenszyklus der Innenwände, inklusive des Transportanteils	43
Abb. 3.3.5:	relativer Vergleich weiterer Wirkungskategorien für den Gesamtlebenszyklus der Innenwände, ohne Transport	44
Abb. 3.3.6:	Primärenergiebedarf (PE) für den Gesamtlebenszyklus der tragenden Außenwände	45
Abb. 3.3.7:	Primärenergiebedarf (PE) der tragenden Außenwände, aufgeschlüsselt nach Herstellung, Transport sowie „end-of-life“	46
Abb. 3.3.8:	Primärenergiebedarf (PE) zur Herstellung der Holzständerwand für die einzelnen Komponenten	46
Abb. 3.3.9:	Weitere Wirkungskategorien für den Gesamtlebenszyklus der tragenden Außenwände	47
Abb. 5.3.1:	Referenzgebäudes Einfamilienhaus (EFH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in den Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss	54
Abb. 5.3.2:	Referenzgebäude Doppelhaus (DH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in den Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss	55
Abb. 5.3.3:	Referenzgebäudes Mehrfamilienhaus (MFH) mit zwei Stockwerken dargestellt im Grundriss für Erdgeschoss und Obergeschoss	56
Abb. 5.5.1:	Marktanteile Massiv- Holzbauweise Deutschland Stand 2009	63
Abb. 5.5.2:	Szenarien: CO_2 -Ausstoß in Tonnen/Jahr bei gleichbleibenden Marktvolumen im Betrachtungszeitraum von 10 Jahren	64
Abb. 7.1.1:	Referenzgebäude als Einfamilienhaus (EFH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss	74
Abb. 8.3.1:	Referenzgebäudes als Doppelhaus (DH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in den Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss	83
Abb. 9.3.1:	Referenzgebäudes als Mehrfamilienhaus (MFH) mit zwei Stockwerken, dargestellt in den Grundrissen für Erdgeschoss und Obergeschoss	92
Abb. 10.2.1	Exemplarische Darstellung einer Stieleiche	102
Abb. 10.2.2:	CO_2 -äquivalente Kenngröße „Baumanzahl“	106
Abb. 10.3.1:	Forstbestand des Bundesland Hessen im Jahre 2009	108
Abb. 10.3.2:	Forstbestand der Stadt Frankfurt am Main im Jahre 2009	108
Abb. 10.3.3:	CO_2 -äquivalente Kenngröße „Waldfläche“	108
Abb. 10.4.1:	CO_2 -äquivalente Kenngröße „Fußballfelder“	110

Abb. 10.5.1:	<i>CO₂-äquivalente Kenngröße „Flugstrecke“</i>	112
Abb. 10.6.1:	<i>CO₂-äquivalente Kenngröße „Fahrstrecke“</i>	113
Abb. 10.7.1:	<i>CO₂-äquivalente Kenngröße „Menschenmasse“</i>	115

14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.3.1:	Materialliste der nichttragenden Kalksandsteinwand mit einer Dicke von 115mm	21
Tabelle 3.2.1:	Materialliste für die tragende Außenwand als Holzständerkonstruktion mit Wärmedämmverbundsystem	25
Tabelle 3.2.2:	Materialliste für die tragenden Außenwände aus Kalksandstein sowie Porenbeton mit Wärmedämmverbundsystem	26
Tabelle 3.2.3:	Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten für die verschiedenen Wandsysteme der Außenwand	27
Tabelle 3.3.1:	Lebenserwartung für die nichttragenden Innenwände als Montageständerwand System 3.45.05 von Rigips sowie als Kalksandsteinwand der Dicke 115mm	28
Tabelle 3.3.2:	Lebenserwartung für die tragende Außenwände als Holzständerkonstruktion, mit Kalksandstein und Porenbeton	29
Tabelle 3.3.3:	normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die nichttragende Metallständerwand 3.45.05 von Rigips	30
Tabelle 3.3.4:	Ökobilanz für die nichttragende Metallständerwand von Rigips, eine Nutzungsdauer von 30 Jahren und eine Wandfläche von 18m ²	31
Tabelle 3.3.5:	normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die nichttragende Kalksandsteinwand	32
Tabelle 3.3.6:	Ökobilanz für die die nichttragende Kalksandsteinwand, eine Nutzungsdauer von 30 Jahren und eine Wandfläche von 18m ²	33
Tabelle 3.3.7:	normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Holzständerwand mit WDVS	34
Tabelle 3.3.8:	Ökobilanz für die die tragende Holzständerwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m ² - Teil 1/2	35
Tabelle 3.3.9:	Ökobilanz für die die tragende Holzständerwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m ² - Teil 2/2	36
Tabelle 3.3.10:	normierte Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Kalksandsteinwand mit WDVS	37
Tabelle 3.3.11:	Ökobilanz für die die tragende Kalksandsteinwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m ²	38
Tabelle 3.3.12:	Größen der Ökobilanz einschließlich deren Datenherkunft für die tragende Porenbetonwand mit WDVS	39
Tabelle 3.3.13:	Ökobilanz für die die tragende Porenbetonwand mit WDVS, eine Nutzungsdauer von 80 Jahren und eine Wandfläche von 18m ²	40
Tabelle 5.4.1:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren nach [1].	58
Tabelle 5.4.2:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren nach [1].	58
Tabelle 5.4.3:	Treibhauspotential der Einfamilienhaus Referenzgebäude in [kg CO ₂ -Äquivalent] für nichttragende Innenwände und tragende Außenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren	59
Tabelle 5.4.4:	Treibhauspotential der Doppelhaus Referenzgebäude in [kg CO ₂ -Äquivalent] für nichttragende Innenwände und tragende Außenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren	59
Tabelle 5.4.5:	Treibhauspotential der Mehrfamilien Referenzgebäude in [kg CO ₂ -Äquivalent] für nichttragende Innenwände und tragende Außenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren	59

Tabelle 5.4. 6:	Treibhauspotential in [to CO ₂ -Äquivalent] für tragende Außenwände und nichttragende Innenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren aller Wohnungsneubauten im Jahre 2009.	60
Tabelle 5.4.7:	Treibhauspotential in [to CO ₂ -Äquivalent] für tragende Außenwände und nichttragende Innenwände im Gebäudelebenszyklus von 80 Jahren aller Wohnungsneubauten in den nächsten 10 Jahren.	61
Tabelle 5.5.1:	Baufertigstellungen von Wohngebäuden (Neubau) nach Gebäudearten, Anzahl der Wohnungen und überwiegend verwendetem Baustoff, Deutschland Stand: 03.06.2011	63
Tabelle 7.2.1:	Ökobilanzdaten bezogen auf 18 m ²	75
Tabelle 7.2.2:	Ökobilanzdaten bezogen auf 1 m ²	75
Tabelle 7.3.1:	Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und einem durchschnittlichen Einfamilienhaus (EFH) in 2009	76
Tabelle 7.3.2:	Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliche durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	76
Tabelle 7.3.3:	Primärenergie erneuerbar in [MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	77
Tabelle 7.3.4:	Primärenergie erneuerbar in [MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	77
Tabelle 7.3.5:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	78
Tabelle 7.3.6:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	78
Tabelle 7.3.7:	Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	79
Tabelle 7.3.8:	Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	79
Tabelle 7.3.9:	Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO ₂ - Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	80
Tabelle 7.3.10:	Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO ₂ - Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	80
Tabelle 7. 3.11:	Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO ₄ Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	81
Tabelle 7.3.12:	Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO ₄ Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und eindurchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	81
Tabelle 7.3.13:	Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C ₂ H ₄ – Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	82

Tabelle 7.3.14:	Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C ₂ H ₄ – Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Einfamilienhaus (EFH) in 2009	82
Tabelle 8.2.1:	Ökobilanzdaten bezogen auf 18 m ²	84
Tabelle 8.2.2:	Ökobilanzdaten bezogen auf 1m ²	84
Tabelle 8.3.1:	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar in[MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	85
Tabelle 8.3. 2:	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar in[MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	85
Tabelle 8.3.3:	Primärenergiebedarf erneuerbar in[MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	86
Tabelle 8.3.4:	Primärenergiebedarf erneuerbar in[MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	86
Tabelle 8.3.5:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	87
Tabelle 8.3.6:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	87
Tabelle 8.3.7:	Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	88
Tabelle 8.3.8:	Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	88
Tabelle 8.3.9:	Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO ₂ - Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	89
Tabelle 8.3.10:	Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO ₂ - Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	89
Tabelle 8.3.11:	Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO ₄ - Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	90
Tabelle 8.3.12:	Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO ₄ - Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus in 2009	90
Tabelle 8.3.13:	Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C ₂ H ₄ – Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	91
Tabelle 8.3.14:	Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C ₂ H ₄ – Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Doppelhaus (DH) in 2009	91
Tabelle 9.2.1:	Ökobilanzdaten bezogen auf 18 m ²	93
Tabelle 9.2.2:	Ökobilanzdaten bezogen auf 1 m ²	93
Tabelle 9.3.1:	Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	94
Tabelle 9.3. 2:	Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	94

Tabelle 9.5.3:	Primärenergie erneuerbar in [MJ] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	95
Tabelle 9.5.4:	Primärenergie erneuerbar in [MJ] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	95
Tabelle 9.5.5:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	96
Tabelle 9.5.6:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	96
Tabelle 9.5.7:	Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	97
Tabelle 9.5.8:	Ozonabbaupotential – „Ozonloch“ (ODP) in [kg R11 Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	97
Tabelle 9.5.9:	Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO ₂ - Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	98
Tabelle 9.5.10:	Versauerungspotential – „Saurer Regen“ (AP) in [kg SO ₂ - Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	98
Tabelle 9.5.11:	Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO ₄ - Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	99
Tabelle 9.5.12:	Eutrophierungspotential – „Überdüngung“ (EP) in [kg PO ₄ - Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	99
Tabelle 9.5.13:	Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C ₂ H ₄ – Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	100
Tabelle 9.5.14:	Photochemisches Oxidantienbildungspotential – „Sommersmog“ (POCP) in [kg C ₂ H ₄ – Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren und ein durchschnittliches Mehrfamilienhaus (MFH) in 2009	100
Tabelle 10.2.1:	Referenzdaten der gewählten Stieleiche	103
Tabelle 10.2.2:	Treibhauseinsparpotential in [kg CO ₂ -Äquivalent] für Stieleichen gemäß Ökobau.dat mit einer Lebensdauer von 160 Jahren	103
Tabelle 10.2.3:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für nichttragende Innenwände im Lebenszyklus von 30 Jahren	104
Tabelle 10.2.4:	Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für tragende Außenwände im Lebenszyklus von 80 Jahren	104
Tabelle 10.2.5:	Referenzdaten des gewählten Einfamilienhauses	105
Tabelle 10.2.6:	Hochrechnung Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für ein EFH- Innenwände bei einer Gebäudelebensdauer von 80 Jahre	105
Tabelle 10.2.7:	Hochrechnung Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für ein EFH- Außenwände Lebensdauer 80 Jahre	105
Tabelle 10.2.8:	Umrechnung CO ₂ -Äquivalente Kenngröße „Baumkennzahl“	106

Tabelle 10.3.1:	Hochrechnung der äquivalenten Waldfläche in ha aller Einfamilien-Neubauten im Jahre 2009 auf 10 Jahre	107
Tabelle 10.4.1:	Referenzdaten des gewählten Doppelhauses	109
Tabelle 10.4.2:	Hochrechnung Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] für ein DH-Außenwände bei einer Gebäudelebensdauer von 80 Jahre	109
Tabelle 10.4.3:	Umrechnung CO ₂ -äquivalente Kenngröße „Baumkennzahl“	109
Tabelle 10.4.4:	Fußballfeldabmessungen gemäß Fifa Normierung	110
Tabelle 10.4.5:	Äquivalente Anzahl an Fußballfeldern	110
Tabelle 10.5.1:	Hochrechnung Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [kg CO ₂ -Äquivalent] auf 10 Jahre aller Referenzgebäude mit einer Lebensdauer von 80 Jahre	111
Tabelle 10.6.1:	Primärenergie nicht erneuerbar in [MJ] für nichttragende Innenwände bezogen auf 1m ² Wandfläche	113
Tabelle 10.7.1:	Hochrechnung Treibhauspotential (Emission von Treibhausgasen) in [to CO ₂ -Äquivalent] auf 10 Jahre aller Referenzgebäude mit einer Lebensdauer von 80 Jahren	113

15 Abkürzungsverzeichnis

S.	Seite
u.a.	unter anderem
u.s.w.	und so weiter
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
end-of-life	Lebensende
cradle to gate	Von der Wiege bis zum (Werks-)tor

16 Literaturverzeichnis

- [1] **Albrecht, S.; Rüter, S.; Welling, J.; Knauf, M.; Mantau, U.; Braune, A.; Baitz, M.; Weimar, H.; Sörgel, S.; Kreissig, J.; Deimling, J.; Hellwig:** Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik sowie der Universität Hamburg, „ÖkoPot – Ökologische Potenziale durch Holznutzung gezielt fördern“ – Abschlussbericht zum BMBF-Projekt FKZ 0330545, Stuttgart 2008
- [2] **Bundesamt für Energie BFE der Schweizerischen Eidgenossenschaft:**
www.bfe.admin.ch
- [3] **Bundesverband Gips:** www.gips.de
- [4] **Bundesverband Kalk:** www.kalksandstein
- [5] **Bundesverband Porenbeton:** www.bv-porenbeton.de
- [6] **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:**
www.erneuerbare-energien.de
- [7] **Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung:**
Datenbank Ökobau.dat www.nachhaltigesbauen.de
- [8] **Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung:**
Zwischenauswertung vom 08.09.2008 zur Überarbeitung der Nutzungsdauerangaben von ausgewählten Bauteilen des Hochbaus für den „Leitfaden Nachhaltiges Bauen“
www.nachhaltigesbauen.de/baustoff-und-gebaeuedaten/nutzungsdauern-von-bauteilen.html
- [9] **Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen:** Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“, Januar 2001
- [10] **DIN EN ISO 14040: 2009-11** „Umweltmanagement–Ökobilanz–Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006)“; Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006
- [11] **DIN EN ISO 14044: 2006-10** „Umweltmanagement–Ökobilanz–Anforderungen und Anleitungen (ISO 14044:2006)“; Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14044:2006
- [12] **Dynamischer Bauteilkatalog für die Schweiz von Hollinger Consult:** www.Bauteilkatalog.ch
- [13] **FORG BAUCONSULT, Kernstraße 9, 69514 Laudenbach:** Zertifizierung bzw. Unabhängige Prüfung gemäß ISO 14025 zur Deklaration „Gipsprodukte – Umwelt Produktdeklaration vom 09.06.2009“, 22. April 2010
- [14] **Institut Bauen und Umwelt e.V. (vormals Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V., AUB) Rheinufer 108, 53639 Königswinter:** Umweltdeklarationen für „Unkaschierte Glaswolle-Platten und -Filze“ Saint-Gobain ISOVER G+H AG Bürgermeister-Grünzweig-Straße 1, D-67059 Ludwigshafen, Deutschland vom 08. Dezember 2008
- [15] **Institut Bauen und Umwelt e.V. (vormals Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V., AUB) Rheinufer 108, 53639 Königswinter:** Umweltdeklarationen für „Unkaschierte Steinwolle-Platten und -Filze“ Saint-Gobain ISOVER G+H AG Bürgermeister-Grünzweig-Straße 1, D-67059 Ludwigshafen, 08. Dezember 2008

-
- [16] **Institut Bauen und Umwelt e.V. (vormals Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V., AUB) Rheinufer 108, 53639 Königswinter:** Umweltdeklarationen für „Kalksandstein“ des Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., 17.August 2009
- [17] **Institut Bauen und Umwelt e.V. (vormals Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V., AUB) Rheinufer 108, 53639 Königswinter:** Umweltdeklarationen für „Ytong-Porenbeton“ der Xella Baustoffe GmbH, 16.Februar 2009
- [18] **PE International GmbH, Leinfelden-Echterdingen, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin:** Umweltdeklarationen für „Gipsprodukte“ der Forschungsvereinigung der Gipsindustrie e.V., 09.06.2009
- [19] **Saint-Gobain Isover G+H AG:** www.isover.de
- [20] **Saint-Gobain Rigips GmbH:** www.rigips.de
- [21] **Saint-Gobain Weber GmbH:** www.sg-weber.de
- [22] **Albrecht, S.; Rüter, S.; Welling, J.; Knauf, M.; Mantau, U.; Braune, A.; Baitz, M.; Weimar, H.; Sörgel, S.; Kreissig, J.; Deimling, J.; Hellwig:** Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik sowie der Universität Hamburg: „ÖkoPot – Ökologische Potenziale durch Holznutzung gezielt fördern“ – Abschlussbericht zum BMBF-Projekt FKZ 0330545, Stuttgart 2008
- [23] **Bundesamt für Energie BFE der Schweizerischen Eidgenossenschaft:** www.bfe.admin.ch
- [24] **Bundesverband Gips:** www.gips.de
- [25] **UmweltBundesAmt für Mensch und Umwelt:** <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=3190>. Stand: Juni 2008.
- [26] **Quelle:** <http://www.baumkunde.de>
- [27] **Bundesministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz:** Bundeswaldinventur für die Baumartengruppe Eiche, 2002
- [28] http://www.hmuelv.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=bf4162db089a3e0a82e2c6055f841630
Stand: 18.11.2011
- [29] Auskunft **StadtForst Stadt Frankfurt**, Stand: 18.11.2011
- [30] **Quelle:** <http://www.germanwatch.org>